



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107607098 B

(45) 授权公告日 2020.09.22

(21) 申请号 201710964977.9

(22) 申请日 2017.10.17

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107607098 A

(43) 申请公布日 2018.01.19

(73) 专利权人 西北工业大学
地址 710072 陕西省西安市友谊西路127号
专利权人 西北工业大学深圳研究院

(72) 发明人 申强 苑伟政 周金秋 杨瑾
谢建兵 常洪龙

(74) 专利代理机构 西北工业大学专利中心
61204
代理人 吕湘连

(51) Int. Cl.

G01C 19/04 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 103575260 A, 2014.02.12

CN 103322996 A, 2013.09.25

CN 103712721 A, 2014.04.09

CN 102730632 A, 2012.10.17

CN 103359680 A, 2013.10.23

CN 101279713 A, 2008.10.08

EP 1602896 A2, 2005.12.07

EP 2077250 A2, 2009.07.08

申强,等.MEMS阵列式推进器及其音频采集系统设计及实现.《固体火箭技术》.2014,第37卷(第2期),度277-280页.

审查员 李亚琼

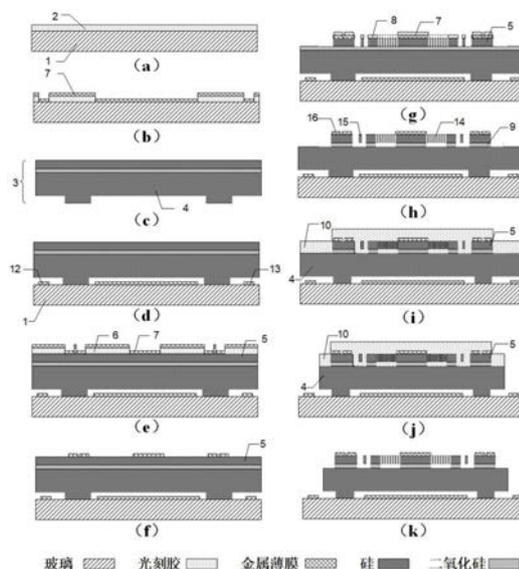
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

芯片级MEMS旋转调制陀螺制备方法

(57) 摘要

本发明涉及了一种MEMS旋转调制陀螺芯片制备方法,属于惯性技术和微机电系统(MEMS)领域。该制备过程利用微纳米加工方法将MEMS陀螺和旋转调制平台进行一体化加工,避免了原有旋转调制陀螺体积大、笨重、装配复杂等缺点,该制备方法获得MEMS旋转调制陀螺体积仅为几个立方毫米,具有体积小,免装配以及批量化制造等特点。



1. 芯片级MEMS旋转调制陀螺的制备方法,其特征在于,包括如下步骤:

第一步,对玻璃片(1)进行清洗;在玻璃片(1)的上表面涂光刻胶(2),光刻胶(2)的厚度为200nm到800nm;

第二步,光刻、显影,在光刻胶(2)表面溅射金属层(7),金属层(7)的厚度为100nm-300nm;

第三步,清洗SOI圆片(3),对SOI圆片(3)的基底层(4)进行ICP干法刻蚀,刻蚀深度5 μ m到100 μ m,基底层(4)为硅,在SOI圆片(3)的基底层(4)得到台阶,台阶面积大于200 μ m \times 200 μ m;

第四步,去除玻璃片(1)上表面的光刻胶(2),得到第一金属电极(12)、第二金属电极(13);再清洗SOI圆片(3),通过硅玻键合工艺将台阶和玻璃片(1)键合在一起;

第五步,在SOI圆片(3)的器件层(5)的上表面涂光刻胶(6),光刻胶(6)的厚度为200nm到800nm,器件层(5)的材料为硅;再进行光刻、显影,在光刻胶(6)表面溅射金属层(7),金属层(7)的厚度为100nm-300nm;

第六步,去除器件层(5)表面的光刻胶(6),得到陀螺结构的引线电极(11);

第七步,在溅射有金属层(7)的器件层(5)表面再涂光刻胶(8),光刻胶(8)的厚度为200nm到800nm;再进行光刻、显影,对器件层(5)进行干法刻蚀,刻蚀深度为器件层(5)的厚度;

第八步,去除光刻胶(8),去除SOI圆片(3)的氧化层(9),氧化层(9)的材料为二氧化硅,形成微机械陀螺(14),导线组(15),检测电极组(16);

第九步,在器件层(5)表面涂敷光刻胶(10),光刻胶厚度为10 μ m-12 μ m;

第十步,进行光刻、显影,对基底层(4)进行干法刻蚀,刻蚀深度为基底层(4)的厚度,得到旋转调制平台,包括旋转平板(17),扭转梁(18),旋转平板电极(19);

第十一步,去除光刻胶(10),最终得到芯片级MEMS旋转调制陀螺。

2. 如权利要求1所述的芯片级MEMS旋转调制陀螺的制备方法,其特征在于,所述步骤二中金属层(7)为金属铜、铂或金。

3. 如权利要求1所述的芯片级MEMS旋转调制陀螺的制备方法,其特征在于,所述步骤五中金属层(7)材料为金属铜、铂或金。

4. 如权利要求1所述的芯片级MEMS旋转调制陀螺的制备方法,其特征在于,所述步骤八中去除SOI圆片(3)的氧化层(9)时使用的是氢氟酸溶液。

5. 如权利要求1所述的芯片级MEMS旋转调制陀螺的制备方法,其特征在于,所述步骤九中的涂敷方法为喷雾式涂敷方式,并控制涂敷光刻胶的参数为:光刻胶(10)的稀释比例为1:11-1:13,光刻胶流量控制在2.0mL/min-2.4mL/min,喷嘴的移动速度为110mm/s-130mm/s。

6. 如权利要求1所述的芯片级MEMS旋转调制陀螺的制备方法,其特征在于,所述步骤十中干法刻蚀的关键工艺参数为:刻蚀时间与钝化时间比值为1.6-2,压力值为15mT-45mT,功率值为12W-17W。

芯片级MEMS旋转调制陀螺制备方法

[0001] 所属领域:

[0002] 本发明涉及了一种MEMS旋转调制陀螺芯片制备方法,用于测量物体旋转角速率,获取物体姿态信息,属于惯性技术和微机电系统(MEMS)领域。

背景技术:

[0003] 陀螺是一种用来测量物体旋转角速率的惯性器件,在导航制导、平台稳定控制、汽车工业、消费电子等领域具有重要的应用。陀螺输出漂移稳定性是影响惯导系统误差的关键因素。当前,利用旋转平台调制陀螺输出漂移是一种显著降低导航系统姿态误差有效且快速的方法,成为惯性导航系统的重要研究方向。

[0004] 在Gao Pengyu等人报道的“A Self-calibration Method for Non-orthogonal Angles of Gimbals in Tri-axis Rotational Inertial Navigation System”以及“A Self-calibration Method for Tri-axis Rotational Inertial Navigation System”,如图1所示,利用电机的旋转调制商用微机械陀螺(惯性测量单元)的输出漂移,显著降低了惯性系统姿态误差,然而,传统的电机、旋转框架以及陀螺的装配方法使得旋转调制系统体积几乎达到立方米级别,同时,这种系统存在安装困难、装配精度要求高等问题,而基于MEMS技术的加工、装配方法具有体积小、对准精度高、批量化制造等特点,能够有效克服传统的旋转调制式陀螺制备过程中存在的难题,当前,还未见文献公开报道芯片级MEMS旋转调制陀螺制备方法。

发明内容:

[0005] 本发明提出一种芯片级MEMS旋转调制陀螺制备方法,该制备方法得到的芯片体积仅为几个立方毫米,具有体积小,免装配以及批量化制造等特点。

[0006] 芯片级MEMS旋转调制陀螺结构如图2、图3所示:所述SOI硅片的器件层形成微机械陀螺14,导线组15以及检测电极组16,其中导线组15共包含多根导线,每根导线与检测电极相连,SOI硅片的基底形成旋转调制平台,旋转调制平台包括旋转平板17、扭转梁18,旋转平板电极19,其中,旋转调制平台的下表面与第一金属电极12、第二金属电极13分别形成平行板电容器,旋转平板17用于支撑微机械陀螺14,旋转平板17沿着扭转梁18轴对称且其质心与形心重合,同时,扭转梁18的轴向与微机械陀螺14的角速度敏感轴垂直,旋转平板电极19下表面与玻璃片1上表面通过键合工艺形成整体,旋转平板电极19下表面与旋转平板17下表面具有高度差。

[0007] 根据图2、图4,参考图4,制备过程包括如下步骤:

[0008] 第一步,图4(a)所示,对玻璃片1进行清洗;在玻璃片1的上表面涂光刻胶2,光刻胶2的厚度为200nm到800nm;

[0009] 第二步,图4(b)所示,光刻、显影,在光刻胶2表面溅射金属层7,金属层7应具有良好的导电性能,如金属铜、铂、金等,金属层7的厚度为100nm-300nm;

[0010] 第三步,图4(c)所示,清洗SOI圆片3,对SOI圆片3的基底4进行ICP干法刻蚀,刻

蚀深度 $5\mu\text{m}$ 到 $100\mu\text{m}$,基底层4为硅,在SOI圆片3的基底层4得到台阶,台阶面积大于 $200\mu\text{m}\times 200\mu\text{m}$;

[0011] 第四步,图4(d)所示,去除玻璃片1上表面的光刻胶2,得到第一金属电极12、第二金属电极13;再清洗SOI圆片3,通过硅玻键合工艺将台阶和玻璃片1键合在一起;

[0012] 第五步,图4(e)所示,在SOI圆片3的器件层5的上表面涂光刻胶6,光刻胶6的厚度为 200nm 到 800nm ,器件层5的材料为硅;再进行光刻、显影,在光刻胶6表面溅射金属层7,金属层7应具有良好的导电性能,如金属铜、铂,金等,金属7的厚度为 100nm - 300nm ;

[0013] 第六步,图4(f)所示,去除器件层5表面的光刻胶,得到陀螺结构的引线电极;

[0014] 第七步,图4(g)所示,在溅射有金属层7的器件层5表面再涂光刻胶8,光刻胶8的厚度为 200nm 到 800nm ;再进行光刻、显影,对器件层5进行干法刻蚀,刻蚀深度为器件层5的厚度;

[0015] 第八步,图4(h)所示,去除光刻胶,采用氢氟酸溶液去除SOI圆片3的氧化层9,氧化层9的材料为二氧化硅,形成微机械陀螺14,导线组15,检测电极组16;

[0016] 第九步,图4(i)所示,在器件层5表面涂敷光刻胶10,光刻胶厚度为 $10\mu\text{m}$ - $12\mu\text{m}$;由于基底层4的厚度显著大于器件层5的厚度,为了防止光刻胶10在刻蚀基底层4时失效而导致器件层5被刻蚀,此步骤要求涂敷光刻胶的方法不同于常见的涂敷方法,需对光刻胶配比、涂敷流量以及速度作控制,以使得光刻胶厚度、均匀性满足要求,因此,调整常规的旋涂光刻胶为特殊的喷雾式涂敷方式,并控制涂敷光刻胶的参数为:光刻胶10的稀释比例为1:11-1:13,光刻胶流量控制在 $2.0\text{mL}/\text{min}$ - $2.4\text{mL}/\text{min}$,喷嘴的移动速度为 $110\text{mm}/\text{s}$ - $130\text{mm}/\text{s}$;

[0017] 第十步,图4(j)所示,进行光刻、显影,对基底层4进行干法刻蚀,刻蚀深度为基底层4的厚度,得到旋转调制平台,包括旋转平板,扭转梁,旋转平板电极;该步骤由于被刻蚀基底层4的特征尺寸显著大于器件层5的特征尺寸,同时光刻胶10对器件层5的保护能力有限,因此该步骤要求干法刻蚀工艺不同于常用的干法工艺,常用的干法刻蚀工艺能够防止lag效应、footing效应出现,而该步骤若采用常用的干法刻蚀工艺,极可能导致光刻胶10失效而无法保护器件层5导致结构失效。因此,该步骤采用具有大刻蚀速率的干法工艺而忽略lag效应以及footing效应的影响,关键工艺参数为:刻蚀时间与钝化时间比值为1.6-2,压力值为 15mT - 45mT ,功率值为 12W - 17W 。

[0018] 第十一步,图4(k)所示,去除光刻胶,最终得到芯片级MEMS旋转调制陀螺。

[0019] 本发明的有益效果是:利用微纳米加工方法将MEMS陀螺和旋转调制平台进行一体化加工,避免了原有旋转调制陀螺体积大、笨重、装配复杂等缺点,该制备方法获得MEMS旋转调制陀螺体积仅为几个立方毫米,具有体积小,免装配以及批量化制造等特点。

[0020] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

附图说明

[0021] 图1是已有的旋转调制式微机械陀螺整体示意图;

[0022] 图2是本发明中的芯片级MEMS旋转调制陀螺整体示意图;

[0023] 图3是本发明中的旋转调制陀螺侧视图;

[0024] 图4是本发明中的旋转调制陀螺芯片制备工艺流程图;

[0025] 图中,1-玻璃片,2-光刻胶,3-SOI圆片,4-基底层,5-器件层,6-光刻胶,7-金属层,

8-光刻胶,9-氧化层,10-光刻胶,11-引线电极,12-第一金属电极、13-第二金属电极,14-微机械陀螺,15-导线组,16-检测电极组,17-旋转平板,18-扭转梁,19-旋转平板电极。

具体实施方式:

[0026] 该实施例中芯片级MEMS旋转调制陀螺的制备流程为:

[0027] 第一步,图4(a)所示,对玻璃片1进行清洗;在玻璃片1的上表面涂光刻胶2,光刻胶2的厚度为500nm;

[0028] 第二步,图4(b)所示,光刻、显影,在光刻胶2表面溅射金属层7,金属层7材料为金,厚度为200nm;

[0029] 第三步,图4(c)所示,清洗SOI圆片3,SOI圆片3的晶向为<110>,对SOI圆片3的基层4进行ICP干法刻蚀,刻蚀深度10 μ m,得到台阶,台阶面积为500 μ m \times 500 μ m;

[0030] 第四步,图4(d)所示,去除玻璃片1上表面的光刻胶2,得到金属电极12、金属电极13;再清洗SOI圆片3,通过硅玻键合工艺将台阶和玻璃片1粘合在一起;

[0031] 第五步,图4(e)所示,在SOI圆片3的器件层5的上表面涂光刻胶6,光刻胶6的厚度为500nm;再进行光刻、显影,在光刻胶6表面溅射金属层7,金属层7材料为金,厚度为300nm;

[0032] 第六步,图4(f)所示,去除器件层5表面的光刻胶,得到陀螺结构的引线电极;

[0033] 第七步,图4(g)所示,在溅射有金属层7的器件层5表面再涂光刻胶8,厚度为500nm;再进行光刻、显影,对器件层5进行干法刻蚀,刻蚀深度等于器件层5的厚度,为30 μ m;

[0034] 第八步,图4(h)所示,去除光刻胶,采用氢氟酸溶液去除SOI圆片3的氧化层9,形成微机械陀螺14,导线组15,陀螺驱动检测电极组16;

[0035] 第九步,图4(i)所示,采用喷雾式涂敷工艺在器件层5表面喷图光刻胶10,光刻胶厚度为11 μ m,光刻胶10的稀释比例为1:12,光刻胶流量为2.2mL/min,喷嘴的移动速度为120mm/s;

[0036] 第十步,图4(j)所示,进行光刻、显影,对基层4进行干法刻蚀,干法刻蚀参数分别是刻蚀时间与钝化时间比值为1.7,刻蚀时间10s,压力值为30mT,功率值为15W,刻蚀深度为基层4厚度,为400 μ m,得到旋转调制平台,包括旋转平板,扭转梁,旋转平板电极;

[0037] 第十一步,图4(k)所示,去除光刻胶,最终得到MEMS旋转调制陀螺芯片。

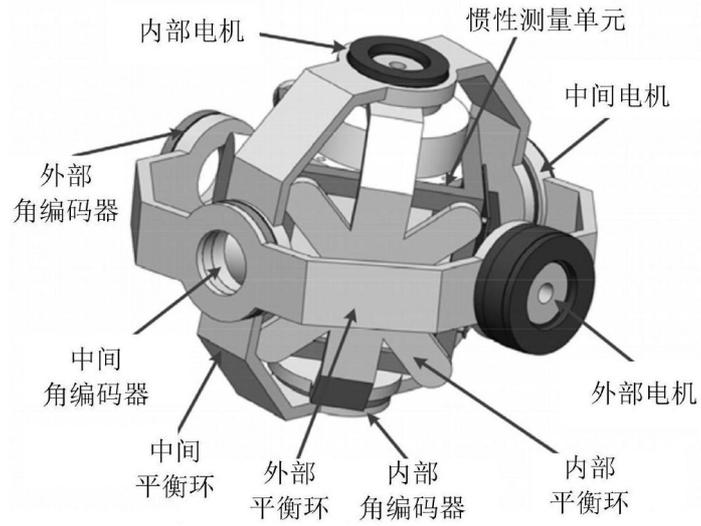


图1

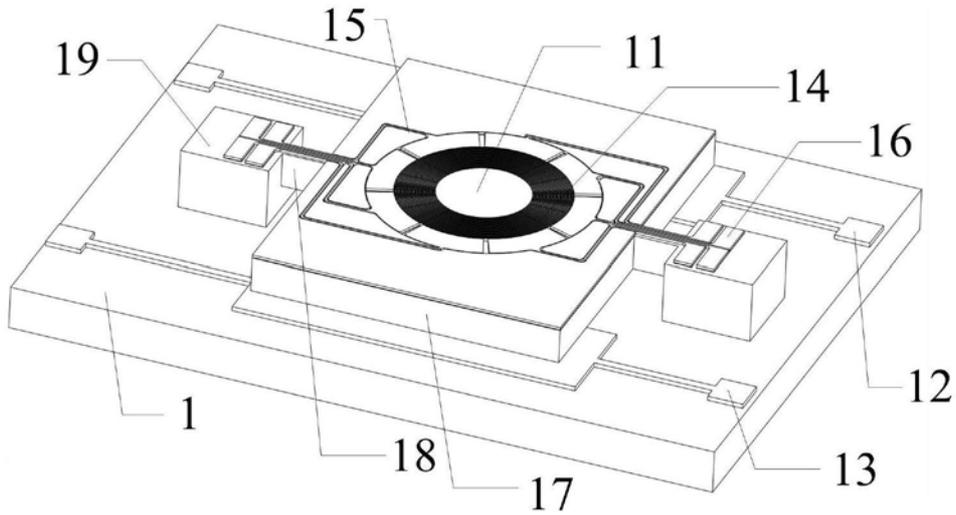


图2

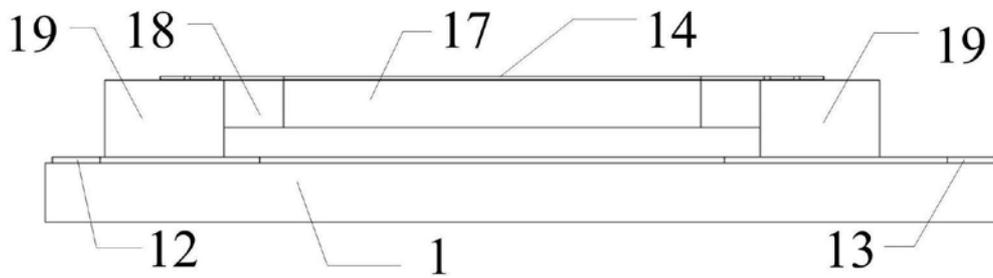


图3

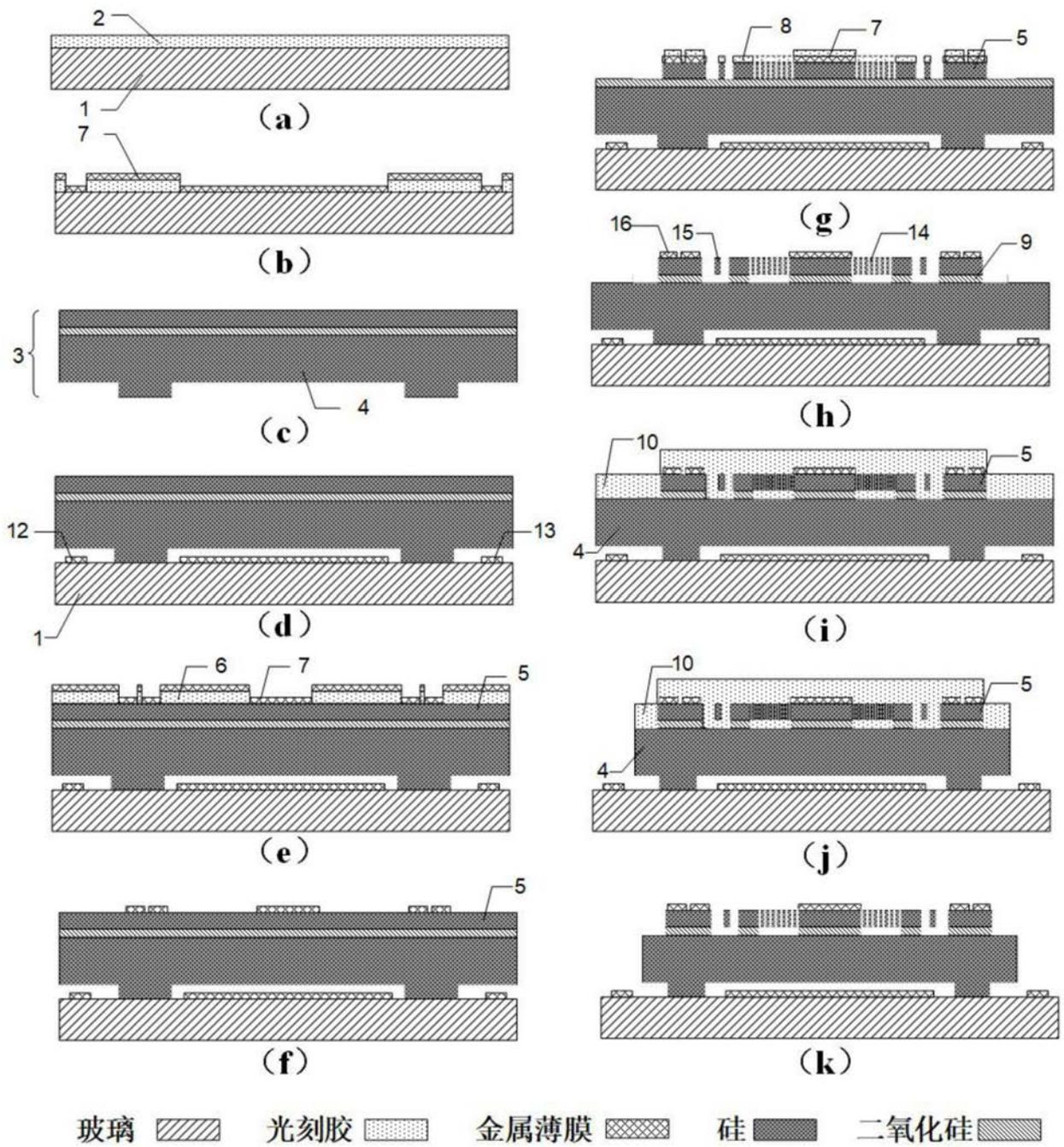


图4