

一种基于MEMS工艺的平板线型离子阱质量分析器及其制作方法

申请号：[201110056731.4](#)

申请日：2011-03-10

申请(专利权)人 [中国科学院合肥物质科学研究院](#)

地址 [230031 安徽省合肥市蜀山湖路350号](#)

发明(设计)人 [程玉鹏 陈池来 孔德义 李庄 刘英 殷世平 赵贵 赵聪 孙文娟 钱玉洁 王电令 刘友江 陈然 段秀华](#)

主分类号 [H01J49/42\(2006.01\)I](#)

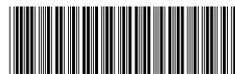
分类号 [H01J49/42\(2006.01\)I](#) [G01N27/62\(2006.01\)I](#) [B81B7/00\(2006.01\)I](#) [B81C1/00\(2006.01\)I](#)

公开(公告)号 [102163531A](#)

公开(公告)日 [2011-08-24](#)

专利代理机构 [安徽合肥华信知识产权代理有限公司 34112](#)

代理人 [余成俊](#)



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102163531 A

(43) 申请公布日 2011.08.24

(21) 申请号 201110056731.4

(22) 申请日 2011.03.10

(71) 申请人 中国科学院合肥物质科学研究院
地址 230031 安徽省合肥市蜀山湖路 350 号

(72) 发明人 程玉鹏 陈池来 孔德义 李庄
刘英 殷世平 赵贵 赵聪
孙文娟 钱玉洁 王电令 刘友江
陈然 段秀华

(74) 专利代理机构 安徽合肥华信知识产权代理
有限公司 34112
代理人 余成俊

(51) Int. Cl.
H01J 49/42 (2006.01)
G01N 27/62 (2006.01)
B81B 7/00 (2006.01)
B81C 1/00 (2006.01)

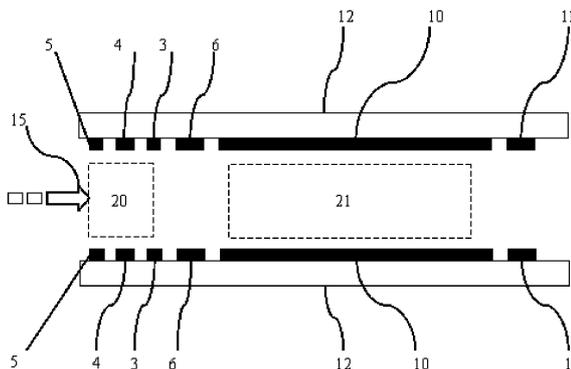
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种基于 MEMS 工艺的平板线型离子阱质量分析器及其制作方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于 MEMS 工艺的平板线型离子阱质量分析器及其制作方法,基于 MEMS 工艺的平板线型离子阱质量分析器包括基板、支撑梁、离子聚焦电极、前门电极、主射频电极、辅助射频电极、后门电极、离子出口推斥电极以及离子出口,集成的离子聚焦电极降低了离子损耗,提高了离子捕获效率,相比外置离子聚焦透镜,减少了装配精度带来的误差,制作方法采用 MEMS 工艺,提高了加工精度和成品率,易于批量生产。



1. 一种基于 MEMS 工艺的平板线型离子阱质量分析器,包括结构相同的上、下基板,以及安装在上、下基板之间以连接上下基板为一体的支撑梁,所述的上、下基板之间和支撑梁围成的腔体构成供离子流通入的离子流通道,其特征在于:所述基板的内侧面沿着离子流的方向依次附着有相互平行的三对离子透镜聚焦电极,与离子透镜聚焦电极平行的前门电极、后门电极,所述的前门电极、后门电极之间设有与前门电极、后门电极垂直主射频电极,主射频电极两侧还分别有与之平行的辅助射频电极,所述上、下基板上位于辅助射频电极外侧分别设有离子出口推斥电极,其中一个的离子出口推斥电极内开有离子出口,所述的离子出口分别位于上、下基板上主射频电极的不同侧。

2. 根据权利要求 1 所述的基于 MEMS 工艺的平板线型离子阱质量分析器,其特征在于:所述上、下基板相应的上、下离子透镜聚焦电极之间离子流通道构成离子聚焦区,所述上、下基板相应的上、下前门电极、主射频电极、辅助射频电极、后门电极之间离子流通道构成线型离子阱四极场区,所述上、下基板相应的上、下离子出口推斥电极之间离子流通道构成离子导出区。

3. 一种如权利要求 1 所述的基于 MEMS 工艺的平板线型离子阱质量分析器的制作方法,其特征在于包括以下步骤:

- (1) 按所需尺寸裁剪上、下基板,并将上、下基板的表面清洗干净;
- (2) 在上、下基板的正面上旋涂光刻胶,并依次进行光刻和显影;
- (3) 在显影后的上、下基板的正面上溅射金属膜;
- (4) 剥离光刻胶后形成正面图形,得到离子透镜聚焦电极,前门电极,主射频电极,辅助射频电极,后门电极,以及离子出口推斥电极;
- (5) 在基板上标记好的位置打通孔,形成离子出口;
- (6) 将所需厚度的硅片按所需尺寸裁剪成长条状得到支撑梁;
- (7) 将两根支撑梁与上、下基板进行粘合。

4. 根据权利要求 1 所述的基于 MEMS 工艺的平板线型离子阱质量分析器,其特征在于:所述的基板选自普通玻璃、硼硅玻璃、钾玻璃、石英玻璃或陶瓷,所述支撑梁为定制的厚硅片或将特殊厚度的硼硅玻璃片双面与常规硅片静电键合后得到。

5. 根据权利要求 3 所述的基于 MEMS 工艺的平板线型离子阱质量分析器的制作方法,其特征在于:所述的金属膜选自钛、金、铂、银或者铜中的一种或多种组合。

6. 根据权利要求 3 所述的基于 MEMS 工艺的平板线型离子阱质量分析器的制作方法,其特征在于:所述的支撑梁可以通过将定制厚度的硅片裁剪成长条状得到或者通过将常规厚度的硅片和特殊厚度的硼硅玻璃片按所需尺寸裁剪,将硼硅玻璃条与两板常规厚度的硅条进行双面静电键合后得到。

7. 根据权利要求 3 所述的基于 MEMS 工艺的平板线型离子阱质量分析器的制作方法,其特征在于:支撑梁与基板通过静电键合或金属扩散焊接。

一种基于 MEMS 工艺的平板线型离子阱质量分析器及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于物质成分测定的离子阱质谱仪领域,特别涉及一种基于 MEMS 工艺的平板线型离子阱质量分析器及其制作方法。

背景技术

[0002] 离子阱质谱仪(ITMS)是一种便于小型化和实现在线快速现场检测未知物质成分的分析检测仪器,应用在食品安全,环境监测,科学研究,国防安全等众多领域。离子阱质量分析器是 ITMS 的关键部件,用来捕获和筛选离子。离子阱质量分析器的好坏直接决定了 ITMS 的性能,同时离子阱质量分析器的结构和加工难易程度直接影响了 ITMS 的成本。平板线型离子阱质量分析器(PLITMA)是综合了实际需求和加工成本等因素提出的一种简易的离子阱质量分析器,具有结构简单,成本低廉等优点。

[0003] 上海华质生物技术有限公司的潘鑫渊等人申请的专利(CN101599410)“一种平板线型离子阱”提出了一种平板线性离子阱结构,结构简单,易于加工,但其中未将离子聚焦透镜集成在一起,ITMS 工作在外离子源模式时,需要在外部放置离子聚焦透镜,需要较高的装配精度以保证较高的离子传输效率、较低的离子损耗。由于上述 PLITMA 基于 PCB 板或金属板,加工和装配精度有限,因此制作的成品率不高,难以批量生产。

[0004] 针对先前报道的 PLITMA 面临着加工精度以及成品率不高等问题,基于 MEMS 微细加工的 PLITMA 制作方法很好地解决了这些问题。与此同时,为了使有一定发散角的离子束可以汇聚后进入离子阱,减少离子损耗,基于 MEMS 工艺的平板线型离子阱质量分析器设计了离子聚焦透镜,并同 PLITMA 单板集成在一起,既提高了离子捕获效率,同时也减小了装配带来的误差。

发明内容

[0005] 本发明目的是提供一种基于 MEMS 工艺的平板线型离子阱质量分析器及其制作方法,并集成有离子聚焦透镜,提高了离子捕获效率。

[0006] 为了实现上述目的本发明采用如下技术方案:

[0007] 基于 MEMS 工艺的平板线型离子阱质量分析器,包括结构相同的上、下基板,以及安装在上、下基板之间以连接上下基板为一体的支撑梁,所述的上、下基板之间和支撑梁围成的腔体构成供离子流通入的离子流通道,其特征在于:所述基板的内侧面沿着离子流的方向依次附着有相互平行的三对离子透镜聚焦电极,与离子透镜聚焦电极平行的前门电极、后门电极,所述的前门电极、后门电极之间设有与前门电极、后门电极垂直主射频电极,主射频电极两侧还分别有与之平行的辅助射频电极,所述上、下基板上位于辅助射频电极外侧分别设有离子出口推斥电极,其中一个的离子出口推斥电极内开有离子出口,所述的离子出口分别位于上、下基板上主射频电极的不同侧。

[0008] 所述上、下基板的三对离子透镜聚焦电极、前门电极、后门电极位置一一对应。

[0009] 所述的基于 MEMS 工艺的平板线型离子阱质量分析器,其特征在于所述上、下基板相应的上、下离子透镜聚焦电极之间离子流通道构成离子聚焦区,所述上、下基板相应的上、下前门电极、主射频电极、辅助射频电极、后门电极之间离子流通道构成线型离子阱四极场区,所述上、下基板相应的上、下离子出口排斥电极之间离子流通道构成离子导出区。

[0010] 所述的基于 MEMS 工艺的平板线型离子阱质量分析器的制作方法,其特征在于包括以下步骤:

[0011] (1) 按所需尺寸裁剪上、下基板,并将上、下基板的表面清洗干净;

[0012] (2) 在上、下基板的正面上旋涂光刻胶,并依次进行光刻和显影;

[0013] (3) 在显影后的上、下基板的正面上溅射金属膜;

[0014] (4) 剥离光刻胶后形成正面图形,得到离子透镜聚焦电极,前门电极,主射频电极,辅助射频电极,后门电极,以及离子出口排斥电极;

[0015] (5) 在基板上标记好的位置打通孔,形成离子出口;

[0016] (6) 将所需厚度的硅片按所需尺寸裁剪成长条状得到支撑梁;

[0017] (7) 将两根支撑梁与上、下基板进行粘合。

[0018] 所述的基于 MEMS 工艺的平板线型离子阱质量分析器,所述的基板选自普通玻璃、硼硅玻璃、钾玻璃、石英玻璃或陶瓷,所述支撑梁为定制的厚硅片或将特殊厚度的硼硅玻璃片双面与常规硅片静电键合后得到。

[0019] 所述的基于 MEMS 工艺的平板线型离子阱质量分析器的制作方法,所述的金属膜选自钛、金、铂、银或者铜中的一种或多种组合。

[0020] 所述的基于 MEMS 工艺的平板线型离子阱质量分析器的制作方法,所述的支撑梁可以通过将定制厚度的硅片裁剪成长条状得到或者通过将常规厚度的硅片和特殊厚度的硼硅玻璃片按所需尺寸裁剪,将硼硅玻璃条与两板常规厚度的硅条进行双面静电键合后得到。

[0021] 所述的基于 MEMS 工艺的平板线型离子阱质量分析器的制作方法,其支撑梁与基板通过静电键合或金属扩散焊接。

[0022] 本发明的有益效果:

[0023] (1) 将离子聚焦透镜同 PLITMA 集成在一起,相对外置离子聚焦透镜而言,减小了装配误差,降低了离子损耗,提高了离子捕获效率。

[0024] (2) 相比基于印制电路板 (PCB) 或金属板的 PLITMA 加工方法,基于 MEMS 工艺的加工方法有着更高的加工精度和成品率,便于批量加工。

附图说明

[0025] 图 1 为本发明基于 MEMS 工艺的平板线型离子阱质量分析器结构主视图。

[0026] 图 2 为本发明基于 MEMS 工艺的平板线型离子阱质量分析器结构右视图。

[0027] 其中 (a) 为单层定制厚度的硅片做支撑梁时的结构示意图, (b) 为两层硼硅玻璃和常规厚度硅片两次静电键合后做支撑梁时的结构示意图。

[0028] 图 3 为本发明单片硼硅玻璃基板结构示意图。

[0029] 图 4 为本发明基于 MEMS 工艺的平板线型离子阱质量分析器制作方法的工艺程图。

具体实施方式

[0030] 参见图 1、2, 一种基于 MEMS 工艺的平板线型离子阱质量分析器, 包括有上、下基板 12, 以及支撑上下基板 12 的支撑梁, 在基板 12 上依次溅射有上、下对应的三对相互平行的离子透镜聚焦电极 5、4、3, 前门电极 6, 主射频电极 10, 辅助射频电极 2、9, 后门电极 11, 离子出口推斥电极 1、7, 在上、下基板 12 上预先标定的位置开有通孔作为离子出口 13, 支撑梁和硼硅玻璃基板的键合区域 8、14; 支撑梁是将定制厚度的硅片 16 按预定尺寸裁剪成长条状制作而成, 或者将两片常规厚度的硅片 18 和硼硅玻璃 19 按预定尺寸裁剪后进行两次静电键合后得到; 上、下基板 12 相应的上、下离子透镜聚焦电极 5、4、3 之间的区域构成离子聚焦区 20, 上、下基板 12 相应的上、下前门电极 6, 主射频电极 10, 辅助射频电极 2、9, 后门电极 11 之间的区域构成线型离子阱四极场区 21, 上、下基板 12 相应的上、下对应的离子出口推斥电极 1、7 之间的区域构成离子导出区 22。所述的离子出口 13 分别位于上、下基板 12 上主射频电极的上、下不同侧, 相互错开。

[0031] 待测离子流 15 进入离子聚焦区 20 后, 受离子透镜聚焦电极 5、4、3 产生的静电场作用, 离子流向中间会聚形成较窄的离子束, 离子束进入到线型离子阱四极场区 21, 受线型离子阱势场的作用, 离子在线型离子阱势场区 21 中各自做振荡运动, 随着主射频电极 10 射频信号的改变, 线型离子阱势场对离子进行筛选, 具有相应质荷比的目标离子 17 被捕获到, 然后在辅助射频电极 2、9 上施加相应的辅助交流信号, 使对应的目标离子 17 在辅助射频电极 2、9 之间的运动达到共振, 最终目标离子 17 摆脱线型离子阱势场的束缚, 进入离子导出区 22, 目标离子受离子出口推斥电极 1、7 产生的静电场的推斥作用, 从离子出口 13 飞出平板线型离子阱质量分析器, 并最终被外置的离子检测器检测到。

[0032] 一种基于 MEMS 工艺的平板线型离子阱质量分析器的制作方法具体包括以下几个步骤:

[0033] (1) 按所需尺寸裁剪上、下基板, 并将上、下基板的表面清洗干净;

[0034] (2) 在上、下基板的正面上旋涂光刻胶, 并依次进行光刻和显影;

[0035] (3) 在显影后的上、下基板的正面上溅射金属膜;

[0036] (4) 剥离后形成正面图形, 得到离子透镜聚焦电极, 前门电极, 主射频电极, 辅助射频电极, 后门电极, 以及离子出口推斥电极;

[0037] (5) 在基板上标记好的位置打通孔, 形成离子出口;

[0038] (6) 将所需厚度的硅片按所需尺寸裁剪成长条状得到支撑梁;

[0039] (7) 将两根支撑梁与上、下基板进行粘合。

[0040] 支撑梁可以通过将定制厚度的硅片裁剪成长条状得到, 也可以通过将常规厚度的硅片和所需厚度的硼硅玻璃按所需尺寸裁剪, 然后将硼硅玻璃条与两片常规厚度硅条进行双面静电键合后得到。

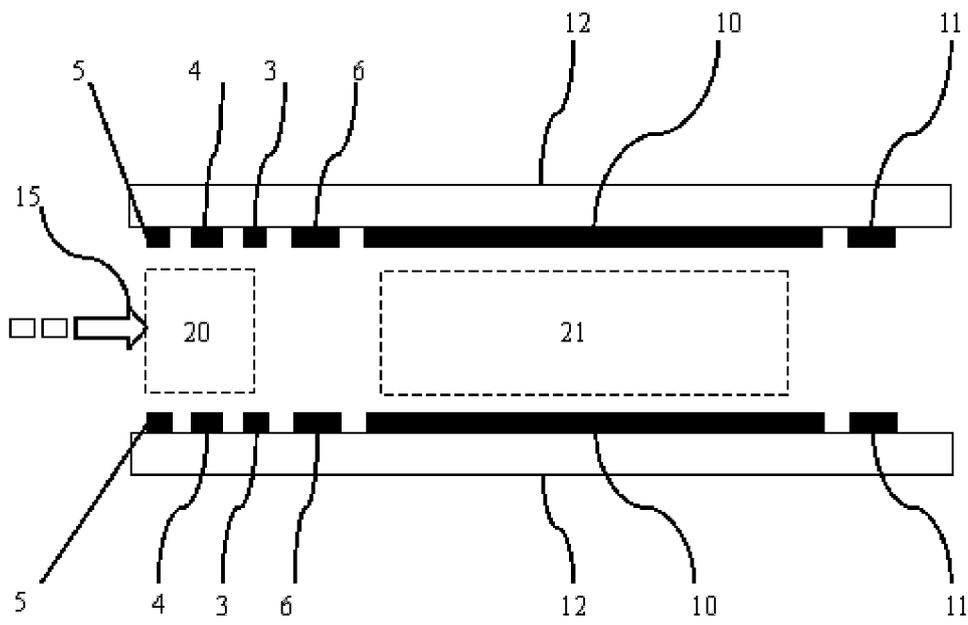
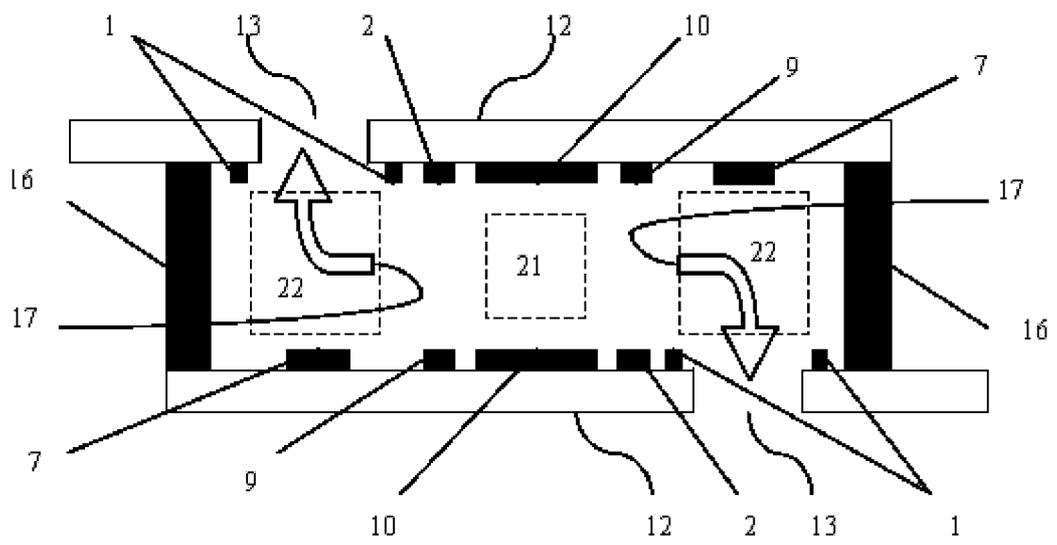
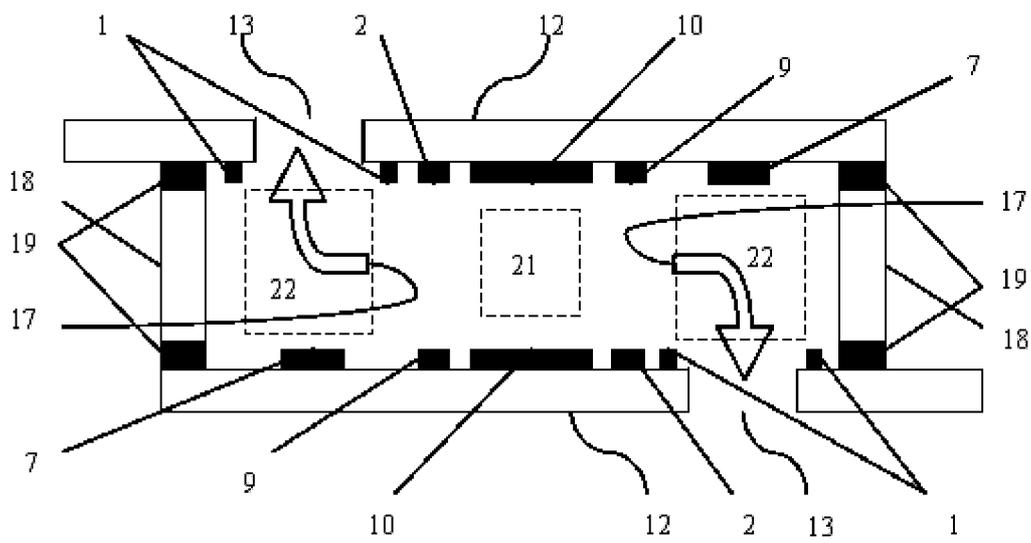


图 1



(a)



(b)

图 2

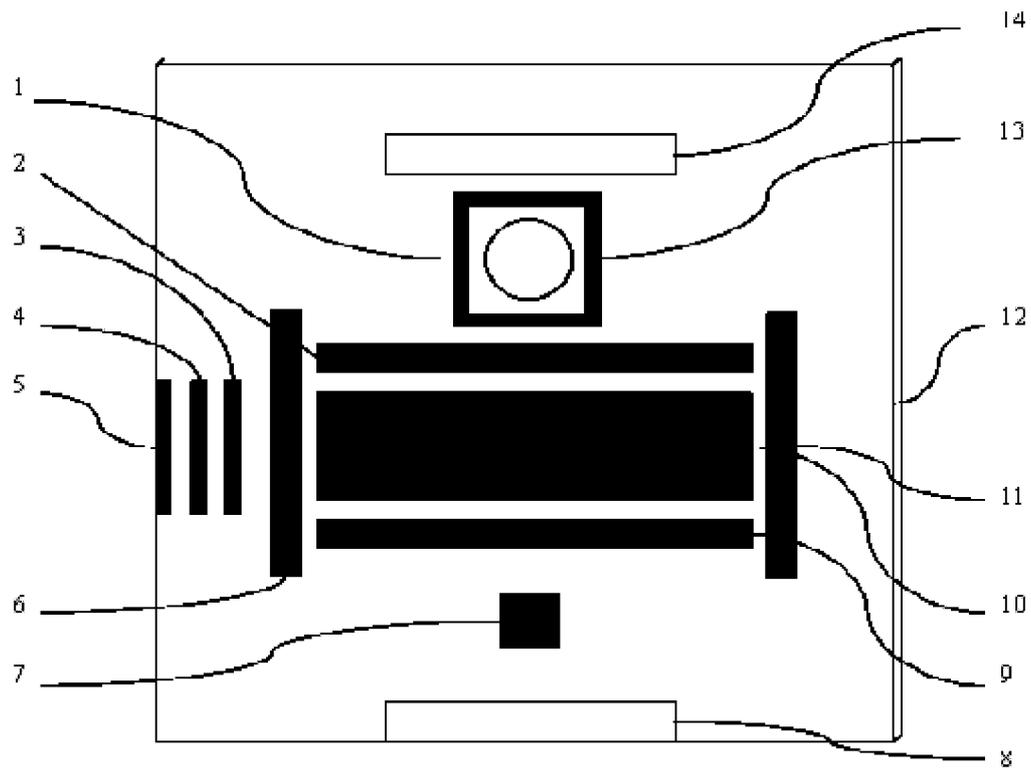


图 3

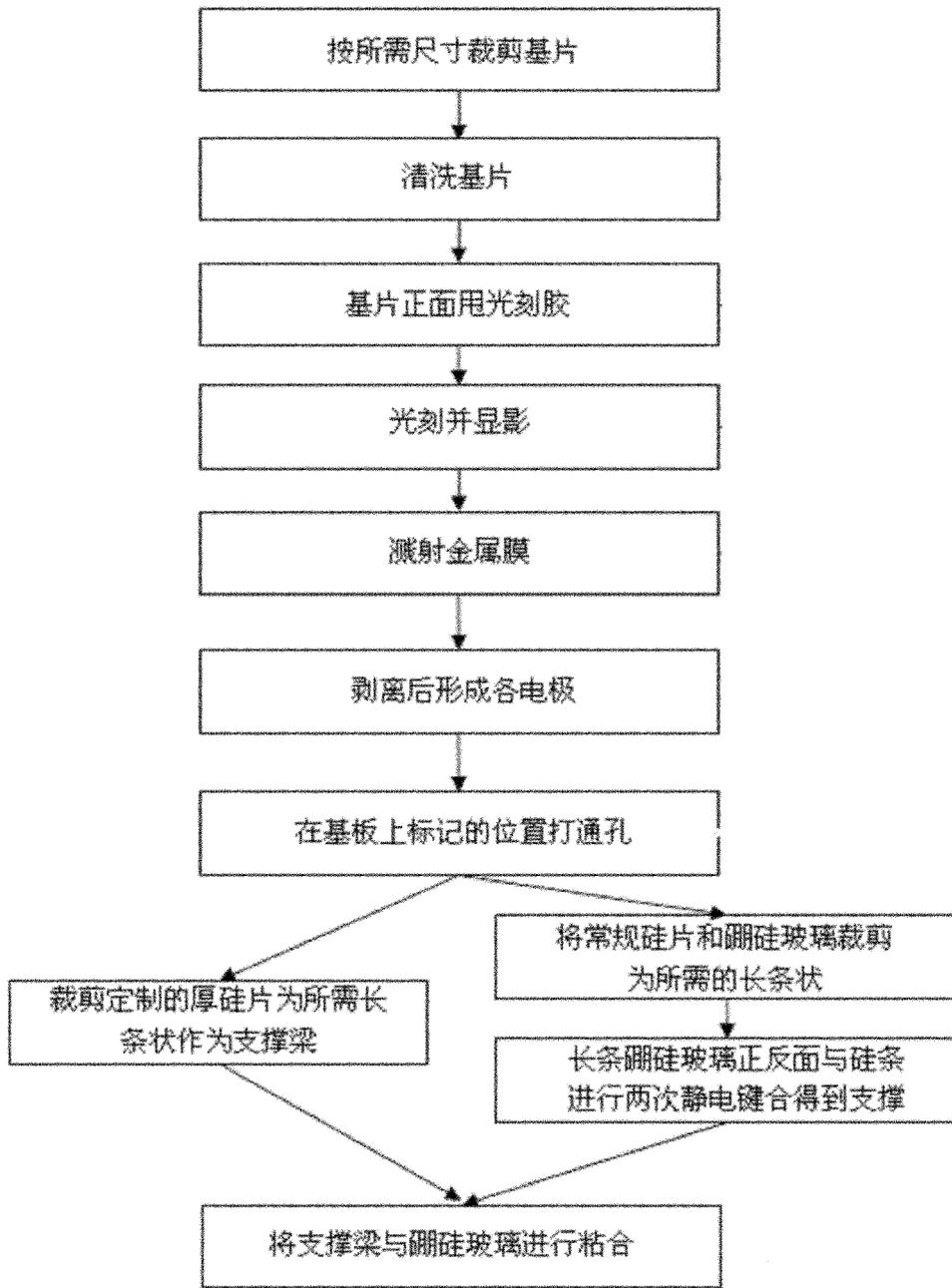


图 4