



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110286313 A
(43)申请公布日 2019.09.27

(21)申请号 201910523545.3

(22)申请日 2019.06.17

(71)申请人 西安微电子技术研究所
地址 710065 陕西省西安市雁塔区太白南路198号

(72)发明人 夏瑱超 刘晖 邵领会 薛亚慧

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任公司 61200
代理人 李红霖

(51) Int. Cl.
G01R 31/28(2006.01)
G01N 23/2251(2018.01)
G01N 23/20091(2018.01)
G01M 3/22(2006.01)

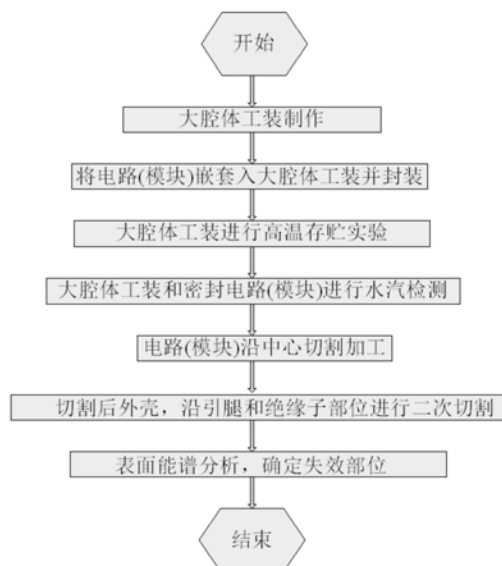
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

一种高温环境下密封电路模块间歇性密封失效分析方法

(57)摘要

本发明公开了一种高温环境下密封电路模块间歇性密封失效分析方法,将电路模块和稀有气体封装入腔体工装中,并对封装好的腔体工装进行加热存贮或功率老炼实验,对实验后的电路模块进行水汽检测,判断电路模块是否存在高温间歇性密封失效,能够对密封电路模块是否因存在密封不良而导致的内外气体交换进行定性分析,针对不合格的电路模块进行定位分析,将存在高温间歇性密封失效的电路模块的外壳切割成两部分,一部分在空气气氛中进行加热存贮,另一部分不做处理,将电路模块外壳上的引脚和绝缘子取出,对电路模块外壳上与绝缘子接触的部位进行分析,找出具体的密封不良的失效部位,以便对该失效部位的具体原因进行分析,并将结果反馈生产厂家。



1. 一种高温环境下密封电路模块间歇性密封失效分析方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一:将电路模块和稀有气体封装入腔体工装中;

步骤二:将步骤一中封装好的腔体工装进行加热存贮或功率老炼;

步骤三:将电路模块从腔体工装中取出,对电路模块中的稀有气体含量进行检测,得到检测结果;

步骤四:根据步骤三得到的检测结果,判断电路模块是否存在高温间歇性密封失效,若存在,执行步骤五;

步骤五:将存在高温间歇性密封失效的电路模块封装用外壳切割成两部分,一部分在空气气氛中进行加热存贮,另一部分不做加热存贮处理;

步骤六:将步骤五中的两部分电路模块外壳上的引脚和绝缘子取出;

步骤七:取出绝缘子后,对电路模块外壳上与绝缘子接触的部位进行扫描电镜分析和能谱分析,对引脚上与绝缘子接触的部位进行扫描电镜分析和能谱分析。

2. 根据权利要求1所述的一种高温环境下密封电路模块间歇性密封失效分析方法,其特征在于,在进行步骤一之前,根据电路模块的特性及结构制作腔体工装,当步骤二进行功率老炼时,所述腔体工装上设置有引脚,且腔体工装上的引脚数量和电路模块上的引脚数量相同。

3. 根据权利要求2所述的一种高温环境下密封电路模块间歇性密封失效分析方法,其特征在于,所述腔体工装能够密封,且气体密封漏率 $\leq 1 \times 10^{-9} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 。

4. 根据权利要求1所述的一种高温环境下密封电路模块间歇性密封失效分析方法,其特征在于,步骤一中,所述稀有气体为氦气。

5. 根据权利要求1所述的一种高温环境下密封电路模块间歇性密封失效分析方法,其特征在于,步骤二中,加热存贮的温度为电路模块的工作结温,加热存贮的时间根据电路模块的规范要求进行。

6. 根据权利要求1所述的一种高温环境下密封电路模块间歇性密封失效分析方法,其特征在于,步骤二中,功率老炼的温度和时间根据电路模块的规范要求进行。

7. 根据权利要求1所述的一种高温环境下密封电路模块间歇性密封失效分析方法,其特征在于,步骤三中,用水汽含量分析仪对电路模块进行稀有气体检测。

8. 根据权利要求1所述的一种高温环境下密封电路模块间歇性密封失效分析方法,其特征在于,步骤五中,当电路模块封装用外壳是导电外壳时,采用电火花线切割机将外壳从中间切割,使切割得到的两部分上的引脚数量相同;当电路模块封装用外壳是非导电外壳时,采用金刚石线切割机将外壳从中间切割,使切割得到的两部分上的引脚数量相同。

9. 根据权利要求1所述的一种高温环境下密封电路模块间歇性密封失效分析方法,其特征在于,步骤五中,加热存贮的温度为电路模块的工作结温,加热存贮的时间根据电路模块的规范要求进行。

10. 根据权利要求1所述的一种高温环境下密封电路模块间歇性密封失效分析方法,其特征在于,步骤六中,采用金刚石线切割机将步骤五中的两部分电路模块外壳沿引脚和绝缘子部位进行二次切割。

一种高温环境下密封电路模块间歇性密封失效分析方法

技术领域

[0001] 本发明属于电子元器件可靠性检测领域,具体涉及一种高温环境下密封电路模块间歇性密封失效分析方法。

背景技术

[0002] 电子元器件制造过程中使用材料多样、组装工艺复杂,这给微电子产品内部的气氛控制带来了巨大挑战。密封电路模块在制造过程中,基片、填充的惰性气体、芯片、粘接材料、焊接材料、封装过程等都有可能引入水汽。过高的水汽含量会使电路发生芯片电性能劣化、金属迁移、材料腐蚀失效等现象。此外,某些失效原因与电路内部其他气氛含量异常也密切相关,如锡基焊料焊接芯片长期贮存后抗剪/抗拉强度下降,与内部氧气含量高有关;银玻璃烧结的,长期贮存后抗剪/抗拉强度下降,与内部二氧化碳含量异常相关。

[0003] 通常,绝大多数金属管壳在制作工艺中都采用匹配的玻璃密封,其管壳、玻璃绝缘子和引线都有匹配温度的膨胀系数。因此,在任何温度应力下,管壳的所有部件都应有相同系数的膨胀或收缩,从而保持管壳的密封性。可是,由于其物理特性的差异,每一个部件的膨胀变化率又不可能精确保持一致。例如,引线为具有较大表面积的薄金属条或线,其散热性较大;而玻璃绝缘子仅为一个小的绝缘体,其散热性较差,管壳体自身在某些方面又位于两者之间,虽然具有较大的表面积,但是几乎聚集了大部分热量。因此,在从高温到低温的变化过程中,引线比绝缘子收缩得更快。在很多情况下,这种差异足以引起气密性的瞬间失效,造成水汽和其它气体进入器件内。这种现象在高温封盖、高低温循环实验时易于产生,称之为间隙性密封失效。

[0004] 对于气密性封装的器件,一方面要求有良好的密封性,另一方面,要求封装腔内部具有良好的气氛,即内部水汽含量不应过高。目前,微电子器件当中存在着一个问题:在进行内部水汽含量分析时,发现有些密封性测试已经合格的微电子器件,其内部气氛中却含有大量的水汽、氧气等。这说明微电子器件虽已通过了密封检漏试验,但实际上还存在着密封不良的问题。

发明内容

[0005] 针对现有技术中的技术问题,本发明提供了一种高温环境下密封电路模块间歇性密封失效分析方法,其目的在于对密封电路模块是否因存在密封不良而导致的内外气体交换进行定性分析,并在定性分析的基础上进行定位分析,找出失效部位,即密封不良的部位。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明通过以下技术方案予以解决:

[0007] 一种高温环境下密封电路模块间歇性密封失效分析方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0008] 步骤一:将电路模块和稀有气体封装入腔体工装中;

[0009] 步骤二:将步骤一中封装好的腔体工装进行加热存贮或功率老炼;

[0010] 步骤三:将电路模块从腔体工装中取出,对电路模块中的稀有气体含量进行检测,得到检测结果;

[0011] 步骤四:根据步骤三得到的检测结果,判断电路模块是否存在高温间歇性密封失效,若存在,执行步骤五;

[0012] 步骤五:将存在高温间歇性密封失效的电路模块封装用外壳切割成两部分,一部分在空气气氛中进行加热存贮,另一部分不做加热存贮处理;

[0013] 步骤六:将步骤五中的两部分电路模块外壳上的引脚和绝缘子取出;

[0014] 步骤七:取出绝缘子后,对电路模块外壳上与绝缘子接触的部位进行扫描电镜分析和能谱分析,对引脚上与绝缘子接触的部位进行扫描电镜分析和能谱分析。

[0015] 进一步地,在进行步骤一之前,根据电路模块的特性及结构制作腔体工装,当步骤二进行功率老炼时,所述腔体工装上设置有引脚,且腔体工装上的引脚数量和电路模块上的引脚数量相同。

[0016] 进一步地,所述腔体工装能够密封,且气体密封漏率 $\leq 1 \times 10^{-9} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 。

[0017] 进一步地,步骤一中,所述稀有气体为氦气。

[0018] 进一步地,步骤二中,加热存贮的温度为电路模块的工作结温,加热存贮的时间根据电路模块的规范要求进行。

[0019] 进一步地,步骤二中,功率老炼的温度和时间根据电路模块的规范要求进行。

[0020] 进一步地,步骤三中,用水汽含量分析仪对电路模块进行稀有气体检测。

[0021] 进一步地,步骤五中,当电路模块封装用外壳是导电外壳时,采用电火花线切割机将外壳从中间切割,使切割得到的两部分上的引脚数量相同;当电路模块封装用外壳是非导电外壳时,采用金刚石线切割机将外壳从中间切割,使切割得到的两部分上的引脚数量相同。

[0022] 进一步地,步骤五中,加热存贮的温度为电路模块的工作结温,加热存贮的时间根据电路模块的规范要求进行。

[0023] 进一步地,步骤六中,采用金刚石线切割机将步骤五中的两部分电路模块外壳沿引脚和绝缘子部位进行二次切割。

[0024] 与现有技术相比,本发明至少具有以下有益效果:本发明将密封漏率满足电路规范要求的电路模块和稀有气体封装入腔体工装中,对腔体工装进行加热存贮或功率老炼实验,对实验后的电路模块进行稀有气体含量检测,根据稀有气体含量的检测结果,判断电路模块是否存在高温环境下间歇性密封失效,能够对密封电路模块是否因存在密封不良而导致的内外气体交换进行定性分析。当定性分析后,针对不合格的电路模块进行定位分析,将外壳切割成两部分,一部分在空气气氛中进行加热存贮,另一部分不做加热存贮处理,将在空气气氛中加热存贮的电路模块外壳和未作处理的电路模块外壳上的引脚和绝缘子取出,取出绝缘子后,对电路模块外壳上与绝缘子接触的部位和对引脚上与绝缘子接触的部位进行扫描电镜分析和能谱分析,通过对比在空气气氛中加热存贮和未作加热存贮处理的引脚和封焊环表面氧含量的变化,进而找出具体的密封不良的失效部位,以便对该失效部位的具体原因进行分析,并将结果反馈生产厂家,针对该失效部位进行改良,避免大批量的不合格产品上线,杜绝外壳密封缺陷同时节约生产成本。本发明的方法适用于电路模块在高温严苛环境下的长期可靠性评估,并可将该方法拓展为电路模块使用管壳可靠性的筛选验证

手段。

[0025] 进一步地,根据电路模块的特性及结构制作腔体工装,使得电路模块和腔体工装能够更好的匹配,当进行功率老炼时,腔体工装上的引脚数量和电路模块上的引脚数量相同,这样能够更方便的进行接线操作,节省时间,提高工作效率。

[0026] 进一步地,腔体工装的气体密封漏率 $\leq 1 \times 10^{-9} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$,从而能够保证封装在腔体工装内的稀有气体维持较大的体积分数,为后续电路模块的功率老炼或高温存贮营造氦气的环境气氛,确保电路模块失效分析的准确性。

[0027] 进一步地,采用电火花线切割机(导电外壳)或金刚石线切割机(非导电外壳)将电路模块的外壳从中间切割,使切割得到的两部分上的引脚数量相同,方便后续进行的二次切割。

[0028] 进一步地,采用金刚石线切割机将电路模块外壳沿引脚和绝缘子部位进行二次切割,金刚石线切割机属于物理切割方式,无需样品导电,同时切割过程不会使被切割部位氧化,只需切割一刀即可完成加工,过程便捷,且方便后续扫描电镜和能谱分析,对切割后的引脚施加一定的外力即可取出附着的绝缘子。

[0029] 为使本发明的上述目的、特征和优点能更明显易懂,下文特举较佳实施例,并配合所附附图,作详细说明如下。

附图说明

[0030] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式中的技术方案,下面将对具体实施方式描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施方式,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0031] 图1是本发明高温环境下密封电路模块间歇性密封失效分析方法流程图;

[0032] 图2是封装好的电路模块示意图;

[0033] 图3是腔体工装示意图;

[0034] 图4是将图2的电路模块安装进图3的腔体工装的示意图;

[0035] 图5是将图4的腔体工装封装后的示意图;

[0036] 图6是电路模块的外壳示意图;

[0037] 图7是将图6的电路模块外壳第一次切割后的示意图;

[0038] 图8是将图7中经过第一次切割后的电路模块外壳进行第二次切割后的示意图。

具体实施方式

[0039] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,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。

[0040] 如图1所示,作为本发明的某一优选实施例,一种高温环境下密封电路模块间歇性密封失效分析方法,包括以下步骤:

[0041] 步骤一:根据电路模块的特性及结构设计制作腔体工装,当需要对电路模块进行

功率老炼时,如图3所示,在腔体工装的底部还需要设置引脚,且腔体工装上的引脚数量和电路模块上的引脚数量相同,腔体工装是具有密封性能的,且其密封漏率 $\leq 1 \times 10^{-9} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$;

[0042] 当然,对电路模块采用高温存贮实验时,则腔体工装上不需要设置引脚,只需确保腔体工装的密封性即可;

[0043] 若进行功率老炼实验,腔体工装材料应优先选择导热系数较高的材料进行制备加工,例如铝硅、铝碳化硅、石墨烯或无氧铜等,从而保证电路模块的散热性。若只进行高温存贮实验,腔体工装材料不做特定要求,只需符合密封性能即可。

[0044] 步骤二:结合图2、图4和图5所示,将封装好的电路模块(电路模块应在氮气环境下进行封装,封装后的密封漏率应符合电路的详细规范要求)嵌套安装在腔体工装中,电路模块的引出端朝上放置,将电路模块的引脚和腔体工装的引脚连接起来,并将惰性气体氮气封装入腔体工装中,确保腔体工装封装后的密封漏率 $\leq 1 \times 10^{-9} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$;优选的,在氮气环境的真空手套箱内进行腔体工装封装,或者在腔体工装封装时在封装部位持续喷吹大流量的氮气,以保证封装在腔体工装内的氮气维持较大的体积分数,腔体工装密封后,给腔体工装通电。此时,应当考虑到腔体工装封装后电路模块散热不良问题,实际的功率老炼温度一般低于电路模块的详规要求,但电路模块的稳定工作结温应当与详规要求的电路模块结温一致。

[0045] 也可采用高温存贮实验进行分析验证,即将封装好的腔体工装放进烘箱中,烘箱的温度根据电路模块的工作结温设置,加热时间根据电路模块的规范要求设置即可;

[0046] 步骤三:首先利用水汽含量分析仪,对功率老炼或高温存贮实验后的腔体工装进行氮气含量检测,以验证是否在功率老炼或高温存贮实验后腔体工装内部仍旧保持较大体积分数的氮气。若检测结果显示氮气含量已极少,说明腔体工装发生了泄露现象,步骤二实验失败,应返回步骤一重新进行实验。若检测结果显示氮气含量较高,将功率老炼实验后的电路模块从腔体工装中取出,对电路模块用水汽含量分析仪进行氮气含量检测,得到检测结果,其目的是为了验证电路模块是否存在高温间歇性密封失效现象;

[0047] 步骤四:根据步骤三得到的检测结果,判断电路模块是否存在高温间歇性密封失效,若没有检测到有氮气,则认为电路模块不存在高温间歇性密封失效现象,说明该电路模块是合格的;若检测到有氮气(含量一般大于或远大于100ppm),则认为该电路模块存在高温间歇性密封失效现象,说明该电路模块是不合格的;对合格的电路模块不做处理,对不合格的电路模块执行步骤五,需要继续对不合格的电路模块进行分析检测,找到失效部位,以便反馈厂商进行改良;通常生产出一批电路模块的工艺条件是相同的,因此,若这一批中有检测出不合格电路模块,则可判定这一批的电路模块在其工艺条件下均为不合格产品,电路模块的外壳如图6所示;

[0048] 步骤五:如图7所示,选取这一批中未使用的存在高温间歇性密封失效的电路模块封装用外壳进行实验,将存在高温间歇性密封失效的电路模块的外壳从中间切割,当电路模块封装用外壳是导电外壳时,采用电火花线切割机将外壳从中间切割,使切割得到的两部分上的引脚数量相同;当电路模块封装用外壳是非导电外壳时,采用金刚石线切割机将外壳从中间切割,使切割得到的两部分上的引脚数量相同,将一部分在空气气氛中进行加热存贮,加热存贮的温度为电路模块的工作结温,加热存贮的时间根据电路模块的规范要

求进行；另一部分不做加热存贮处理，以便形成对比；通过此方法定位外壳的疑似气体交换通道具有可行性与便捷性；

[0049] 步骤六：如图8所示，将步骤五中的两部分电路模块外壳采用金刚石线切割机沿引腿和绝缘子部位进行二次切割，对切割后的引脚施加一定的外力即可取出附着的绝缘子；

[0050] 当电路模块有封焊环时，对于电路模块外壳上与绝缘子接触的部位，封焊环部位附着的玻璃绝缘子在光学显微镜下用电动雕刻刀去除，此操作应避免破坏封焊环部位表面层；

[0051] 步骤七：取出绝缘子后，对电路模块外壳上与绝缘子接触的部位进行扫描电镜分析和能谱分析，并对引脚上与绝缘子接触的部位进行扫描电镜分析和能谱分析，先对未作加热存贮处理的电路模块外壳上与绝缘子接触的部位和引脚上与绝缘子接触的地方的氧含量进行能谱分析，以确定其未作加热状态的氧含量平均值，再对在空气气氛中加热存贮的电路模块外壳上与绝缘子接触的部位和引脚上与绝缘子接触的地方的氧含量进行能谱分析，若其氧含量平均值相比未作加热状态时显著增大，即可确定为外壳的失效部位，即通过对疑似失效部位的空气下存贮前后氧含量变化进而找到具体的失效部位。

[0052] 某一具体的实施例，某试验电路出现筛选后检漏合格，但水汽、氧气含量显著超标。按照常规手段进行工艺排查和控制，依然无法发现问题引发的原因及位置。需通过系统实验进行排查，制定详细实验方案进行分析和验证，以使试验电路内部气氛异常问题得到彻底解决。实验排查和分析过程概括如下：

[0053] ①通过对试验电路组装各工序环节的系统排查和问题环节的实验复现，发现功率老炼是造成试验电路封装检漏合格、内部气氛异常的主要因素。

[0054] ②依据本发明具体实施方式中的步骤一～步骤四进行实验与分析，即将氦气作为环境气体，对用大腔体工装嵌套封装的试验电路进行功率老炼（详细规范要求65℃下加电300h，考虑到试验电路嵌套后散热不良问题，实际老炼参数为45℃下加电300h）或高温存贮实验（试验电路工作结温150℃下存贮300h），实验结束后进行氦气含量检测，结果显示试验电路内部存在大量氦气，这说明外壳的工艺缺陷导致试验电路的内部气氛异常。

[0055] ③采取本发明具体实施方式中的步骤五～步骤七对失效部位进行分析定位，即对外壳采取空气中加热存贮实验（存贮温度为150℃）、外壳一次及二次切割加工、扫描电镜和能谱分析等方法。发现相比于未作加热存贮实验外壳，外壳经过空气中加热存贮实验后，其封焊环与绝缘子、绝缘子与引腿的界面结合处氧的原子百分比含量分别由5%、5%升高至12%、10%，即可确定高温下试验电路的气体交换通道。

[0056] ④将外壳高温环境下间歇性密封失效信息反馈给厂家，厂家进行外壳工艺优化，杜绝了外壳的可靠性缺陷。

[0057] 最后应说明的是：以上所述实施例，仅为本发明的具体实施方式，用以说明本发明的技术方案，而非对其限制，本发明的保护范围并不局限于此，尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改或可轻易想到变化，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改、变化或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明实施例技术方案的精神和范围，都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明的保护范围应所述以权利要求的保护范围为准。

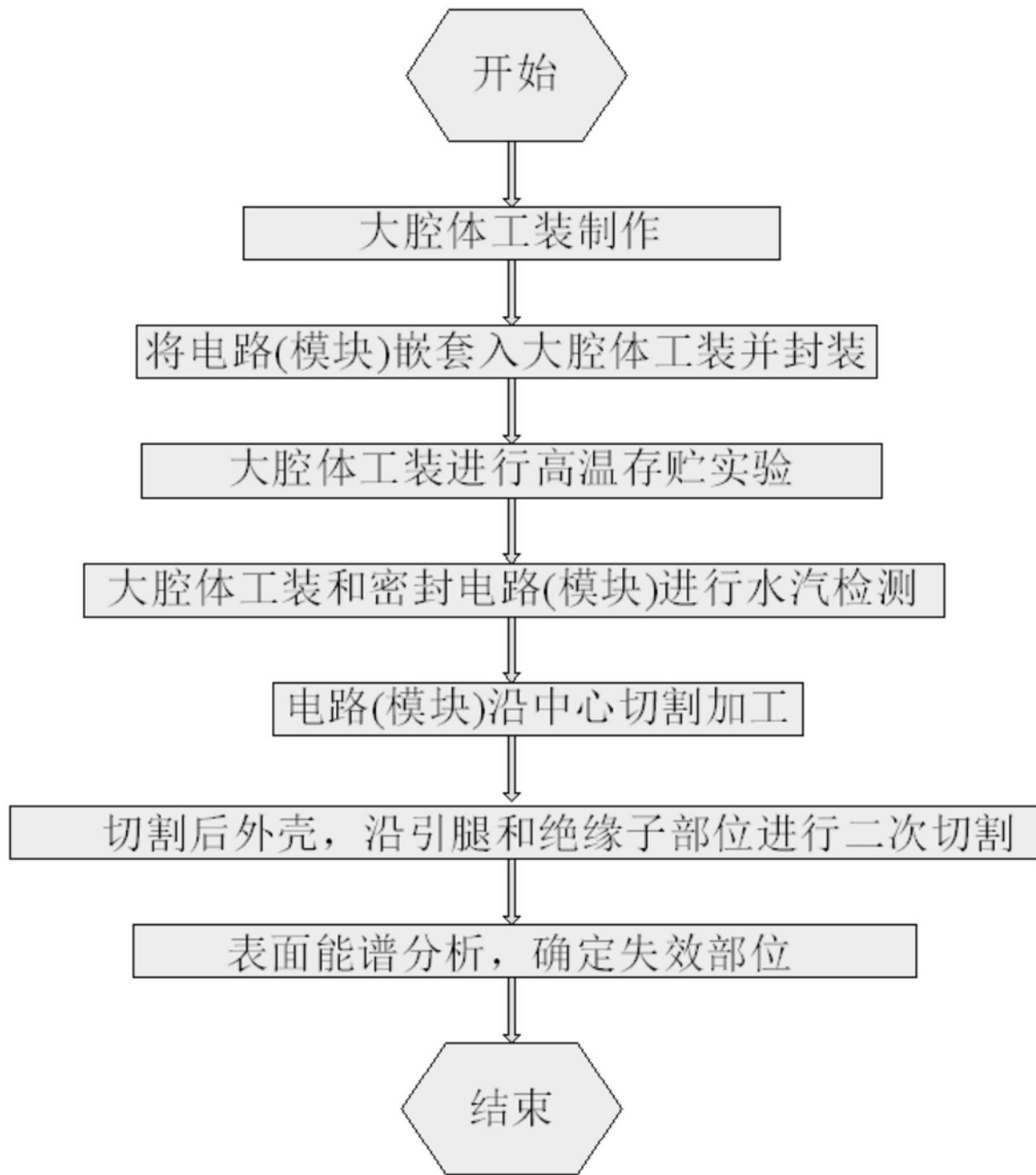


图1

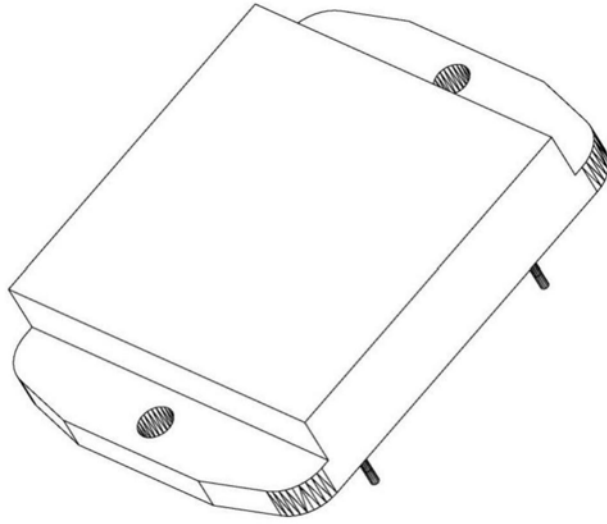


图2

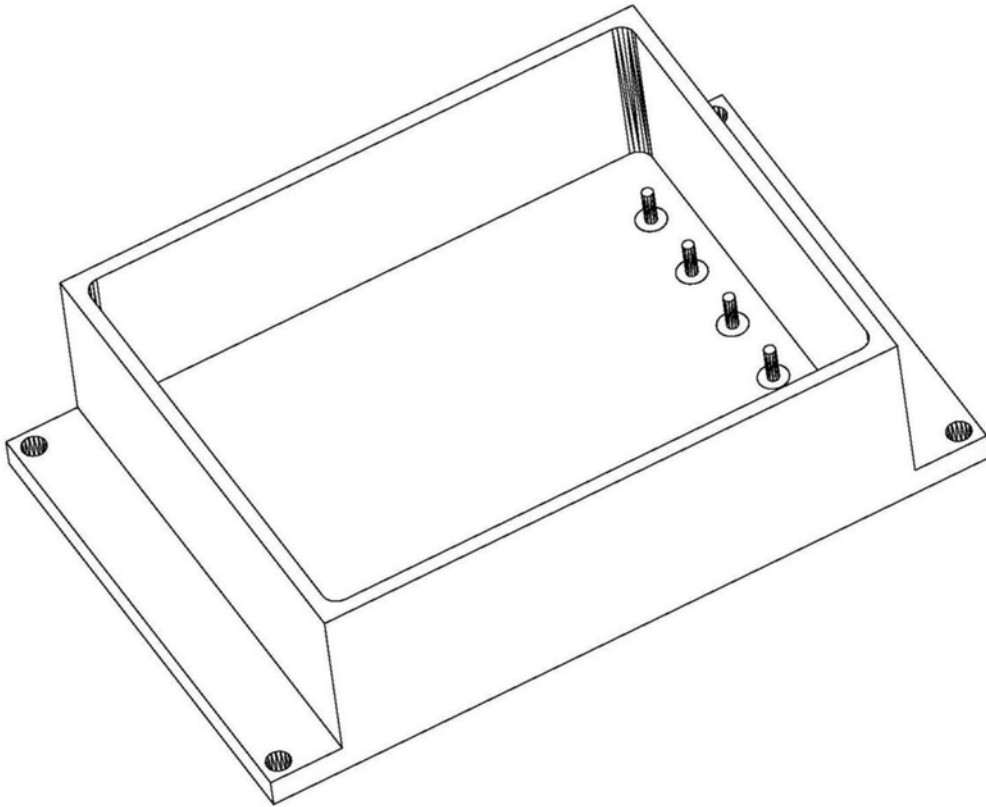


图3

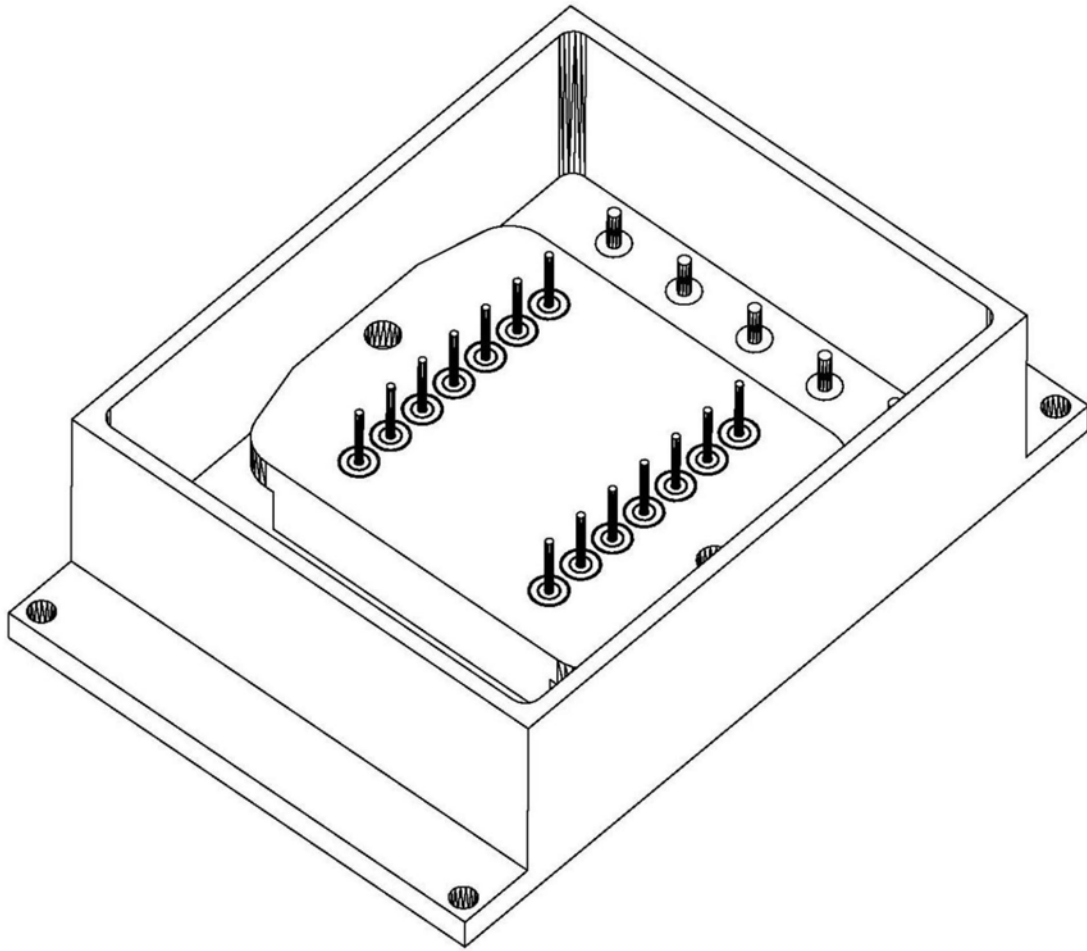


图4

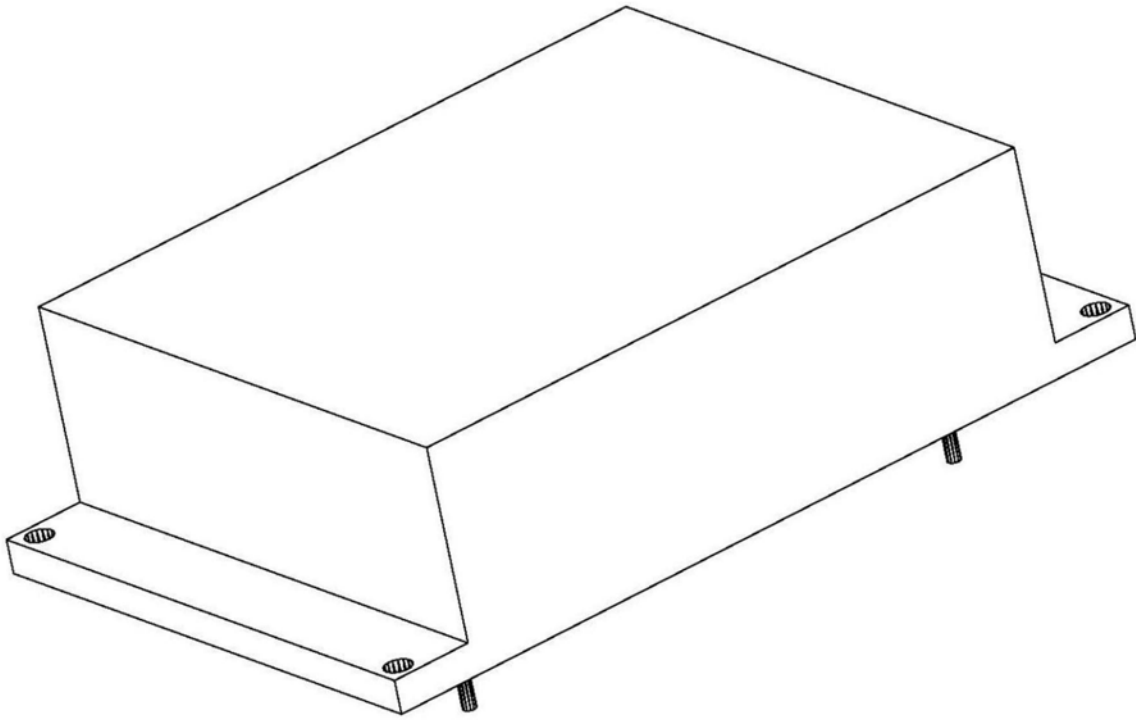


图5

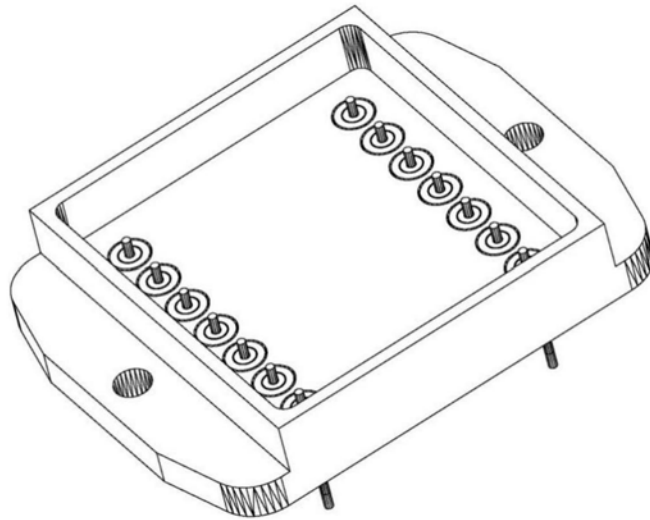


图6

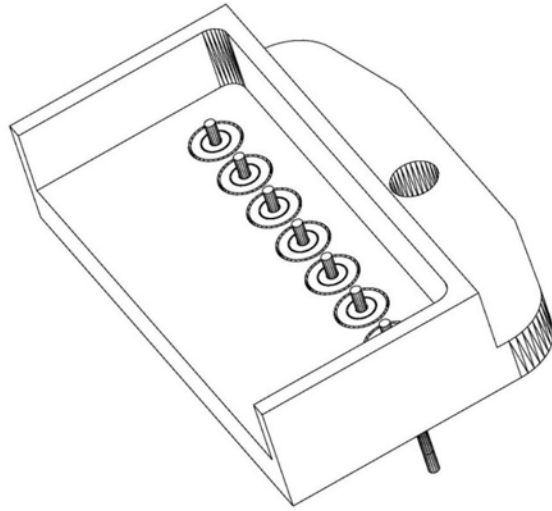


图7

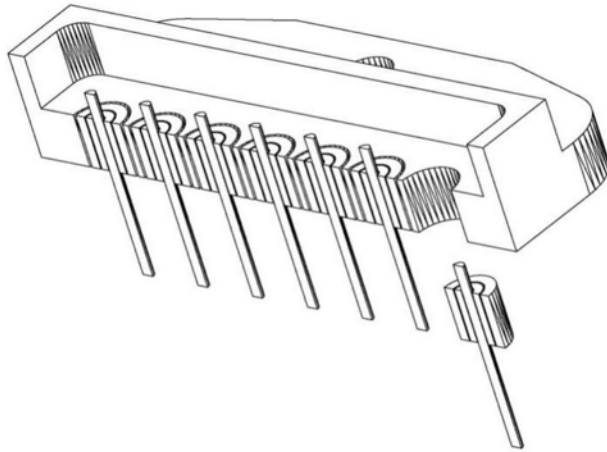


图8