

×××电子科技有限公司

摘要：该审核案例发生于2016年4月，审核组按GJB9001B和GJB546B标准对×××电子科技有限公司体系和生产线进行监督审核时发现：有一个月合格率偏低，追踪发现主要是一批集成电路合格率低造成，继续追踪该批集成电路在封盖工序后的检漏、粒子碰撞噪声检测(PIND)和二次检漏不合格品数较高，不合格起因是由于封盖造成，即由于金锡熔封工艺造成的，也就是产品设计和工艺设计存在不足，即企业在产品质量先期策划存在问题。审核后与企业经过沟通，从出现问题的源头（产品设计和工艺设计）出发，分析原因，利用集成电路封装的专业知识，提出设计和工艺改进方案，给企业指明了改进方向。企业经过大半年的整改，公司封装合格率有较大的提升。

认证类型：军工质量管理体系审核+军标线审核

审核员：袁学成(组长)、杨圣森(组员)

认证标准：霍尔效应传感器、霍尔集成电路（芯片流片外包）的设计/开发、生产和服务

审核时间：2016.4.20-4.22

1.案例发生背景：

×××电子科技有限公司是我国研制、生产和销售霍尔集成电路以及霍尔传感器的主要骨干企业。

公司产品执行的标准为GJB597A-1996《半导体集成电路总规范》以及按GJB597A标准编制的详细规范。

公司主要生产加工设备为：固化炉、键合台、自制封装机、真空泵、电子防潮箱等等。封盖工序主要零部件/原材料为：芯座（键合后内部目检合格的）、盖板（与芯座型号对应的）、金锡合金焊料（Au80Sn）。

集成电路（后道）工艺流程为：芯片分离→装片和固化→键合→内部目检→封盖→检漏→稳定性烘焙→温度循环→恒定加速度→粒子碰撞噪声检测(PIND)→老练前测试→电老练→老练后测试→高温测试→低温测试→检漏→打印→粒子碰撞噪声检测(PIND)→外部目检→常温电性能测试→入待验库。

2.案例主要过程

审核员查公司QMS策划和改进（含QMS过程的监视和测量—8.2.3）过程时发现，其中2015年霍尔集成电路成品率情况如下：成品率批次合格率最高80.5%，批次合格率最低55.7%，全年平均72.2%（10054/13928）（达到公司规定的70%质量目标）。另外，采购的芯片经镜检合格率平均约70%（由芯片外包加工质量水平决定）。2015年每批统计数据显示：导致霍尔集成电路投入产出率低主要有两大主要因素，

一是芯片合格率不高；另外就是封盖工序（导致）的合格率低。2015年成品率最低的一批集成电路投入产出率较低，只有32%左右（成品率=成品数/镜检合格芯片数=103/185=55.7%）。一是芯片合格率低（由外包方质量水平所决定，也是公司需改进的重点，这里不做讨论）；另一方面是该批产品封装后检漏不合格数量和PIND不合格数量较多，其不合格的根本原因是由于金锡熔封工艺(封盖工序)不合适造成的，也就是产品设计和工艺设计（可靠性和环境适应性设计）存在不足，即企业在产品质量先期策划存在问题。

3.合格率低原因分析（与企业沟通）：

问题1：公司未监控每批产品的合格率，QMS过程的监控频次规定不合适，不能及时发现质量波动异常的情况。与企业沟通后，企业承诺对军品每批质量状况实施监控。问题2：在军事和民用高可靠电子领域，器件封装气密性是最重要的可靠性和环境适应性指标之一，封装工艺是影响器件气密性和多余物残留的关键环节，在公司现在状况下，公司应按GJB9001B标准7.5.6条款和GJB546B标准第4.9条款识别为关键工序，从设计源头做好该工序的策划(明确需控制的产品特性和过程特性)，并实施有效监控。

企业封装工艺采用金锡合金的熔封技术，具体的工艺方法是将盖板四周均匀涂上熔化的金锡合金焊料，然后对芯座进行加热后，再将芯座通过熔化的焊料与盖板熔合在一起。这种工艺（以下简称中旭工艺）主要存在以下几个方面的缺陷：

1) 金锡合金焊料熔化过程中锡容易被氧化（空气中的氧易与金锡合金中的锡反应生成金属氧化物），进而阻碍液态焊料与盖板和芯座的润湿，还会导致氧化膜进入焊缝，产生各种连接缺陷，从而影响封焊效果。

2) 在盖板上手工涂金锡焊料不能保证焊接尺寸（长度和宽度），进而影响与芯座焊接配合尺寸，最终会导致漏气和PIND检测不合格。

3) 在盖板上涂金锡焊料过程中，由于将接近300℃焊料涂在常温的盖板上，会在盖板与焊料之间形成大小不一的气泡(空洞)，与芯座装配后再加热熔封时，气泡延展、爆破造成漏气或金锡焊料飞溅，导致电路封装后粒子碰撞噪声检测(PIND)不合格和检漏不合格。

4) 该工艺对人的技能要求很高，很难保证金锡焊料厚度达到设计要求（0.08mm±0.03mm。注：该尺寸也是涂芯座的尺寸要求），也难保证涂的焊料平整，当盖板与芯座配合加热熔封时，易形成焊接空洞，考虑芯座与盖板配合熔封时，理论上产生的气泡（空洞）最大直径可达0.06mm（甚至更大），最终造成焊接漏气和PIND检测不合格。

5) 工艺规定的金锡焊料厚度（0.08mm±0.03mm）允许误差不合理，不满足GJB6468《金锡合金钎料规范》要求（表面粗糙度应小于1.6μm）（注：目的之一是最大限度减少熔封空洞）。

针对以上5点，指出改进建议：①将涂焊料工艺改为金锡合金焊环；②采购真空炉（对控制内部水汽含量也有好处），③优化熔封温度曲线。

4.改进建议

针对审核组提出的建议项，企业目前已经对封装工艺条件进行了改造（建设），购置真空炉等相关设备和工装；进行了设计更改（改为金锡合金焊环）；同时进行了工艺改进。具体如下：

（一）将涂焊料工艺改为焊环（或带焊环的盖板）工艺，从5个方面因素考虑焊环的设计：①焊环的尺寸；②焊环的厚度；③焊环的表面质量（表面应清洁、平整，不应有起泡和起皮等缺陷；表面不应有氧化、油迹和色泽发暗）；④焊环表面粗糙度（一般要求小于 $1.6\mu\text{m}$ ）；⑤金锡焊环的成份（含杂质含量的极限）。

（二）从5个方面优化金属熔封工艺：①精确控制加热时间；②升温速度；③降温速度；④压力；⑤真空度。

（三）制作专用工装。

（四）定制真空炉。

最后，对相关文件进行了更改，并按GJB9001B标准要求修订可靠性和环境适应性设计准则。

5.改进效果

经过近一年的改进，从目前试生产的情况来看，封装合格率提升效果明显，2016年12月到2017年3月按改进后工艺共生产7批，批次成品率最高95.9%，最低90.4%，平均合格率为92.3%。