2015 年 10 月 Journal of Terahertz Science and Electronic Information Technology

文章编号: 2095-4980(2015)05-0837-05

激光技术在塑封器件开封中的应用

杨 黎,龚国虎,梁栋程,王淑杰

(中国工程物理研究院 计量测试中心,四川 绵阳 621999)

摘 要:引入激光技术与手动、自动酸开封相结合的新开封工艺,对小型、异形及有多块芯片的塑封器件进行开封实验。首先利用激光准确对芯片上方的塑封料进行部分刻蚀,再结合自动酸开封或手动酸开封去除芯片表面的塑封料。实验结果表明,激光开封后的器件再进行手动酸开封时间仅需8s,相对于未引入激光开封技术的传统酸开封方法,激光开封技术在塑封器件开封中能达到定位准确、缩短开封时间、提高开封效率的效果。

关键词: 塑封器件; 激光开封; 酸开封; 刻蚀程度 中图分类号: TN307 **文献标识码:** A

doi: 10.11805/TKYDA201505.0837

Application of laser technology in decapsulation of plastic encapsulated microcircuits

YANG Li, GONG Guohu, LIANG Dongcheng, WANG Shujie

(Measuring and Testing Center, China Academy of Engineering Physics, Mianyang Sichuan 621999, China)

Abstract: The new process of laser technology combined with manual and automatic acid decapsulation is applied to decapsulation experiment of small, heteromorphic and multichip plastic encapsulated microcircuits. The laser etches the encapsulation materials above the chip accurately and incompletly, and then combines with manual and automatic acid decapsulation to remove the rest encapsulation material on the chip surface. The experimental results show that the manual and automatic acid decapsulation time is 8 s after laser decapsulation. Comparing with the traditional acid decapsulation, the laser technology in decapsulation of plastic encapsulated microcircuits can achieve accurate positioning, shortening the time of decapsulation, and improving the efficiency.

Key words: plastic encapsulated microcircuits; laser decapsulation; acid decapsulation; degree of etching

塑封器件(Plastic Encapsulated Microcircuits, PEMs)相比其他封装类型器件的突出优势在于成本低、重量 轻、尺寸小。塑封器件是非密封无空腔的器件,相对于有空腔的密封器件来说抗振动冲击性能好,另外由于封 装密度相对较高,减小了器件信号传播的延迟,也没有多余物的干扰问题。塑封器件在整个半导体封装器件中 占据了非常重要的地位,较为广泛地应用于武器装备系统中,尤其在满足系统小型化、轻型化及集成化等方 面,塑封器件具有显著的优势。近年来随着塑封器件应用领域的不断扩展,人们越来越重视塑封器件的可靠性 问题。破坏性物理分析(Destructive Physical Analysis, DPA)和失效分析(Failure Analysis, FA)作为评估塑封器件 可靠性的常用方法,在开展内部目检和键合强度等试验^[1]的若干常规项目检测前,都需要对塑封器件进行开封^[2] 处理。目前,常用的开封方法,采用浓硝酸、浓硫酸或混酸加热腐蚀塑料包封层,去除器件芯片外围塑料包封 层,适用于形状规整和只有单块芯片的器件,但是,对于小型、异形及有多块芯片的器件,其无法达到定位准确,在使芯片暴露出来的同时完整保留金属互连线及焊点的目的。另外,对于有多块芯片的器件,极易腐蚀其 他芯片的键合丝,进而导致器件失效,影响试验结果的真实性。因此,迫切需要开发定位准确的开封方法。

1 塑封器件开封技术

1.1 传统开封技术

1.1.1 机械开封

机械开封借助适当的工具,将封盖用物理方法打开,使芯片暴露出来。对于有空腔的密封器件,机械开封 能够方便快捷地打开封盖,但是对于没有空腔的塑封器件,芯片是被塑封材料高密度地包裹住,机械开封会破 坏电连接,因此在应用上受到限制。

1.1.2 化学开封

化学开封包括化学干法开封和化学湿法开封。化学干法开封是利用等离子体刻蚀机进行刻蚀,基于真空中 的高频激励而产生的化学活性微粒与塑封材料进行化学反应产生挥发性物质,从而达到刻蚀的目的,该方法对 开封位置定位准确,但是开封时间长,并且成本高。化学湿法开封包括手动刻蚀和自动刻蚀 2 种,常用的腐蚀 试剂是发烟硝酸和浓硫酸^[3],手动刻蚀是提前将刻蚀酸的种类和比例配置好,将塑封器件整块投入刻蚀液中或 者手动滴酸在需要腐蚀的部位,待芯片露出后用丙酮或乙醇清洗干净,该方法开封定位不准确甚至难以完整保 持器件的框架,并且温度不易控制,不能达到理想的开封效果。目前应用较多的是化学湿法自动刻蚀,利用自 动酸开封机负压喷射腐蚀,对不同尺寸的器件可以进行参数控制,但是对于小型、异形及有多块芯片的器件, 难以准确定位开封。

1.2 激光开封

激光具有亮度高、方向性好、单色性好、相干性好等特点,广泛应用于加工业、农业、科学研究及军用武器等多个领域^[4]。激光开封技术发展于 20 世纪 60 年代,随着激光器质量的提高和控制系统的改善,激光开封 技术得到了越来越广泛的应用^[5-7]。激光开封技术具有非接触、无污染和可实现微米线度精细加工、操作简便的 特点,通过计算机控制能直接在工件上进行任意图形的刻蚀^[8]。激光开封技术这一系列优点是传统机械加工工 艺无法比拟的。

2 激光开封技术在塑封器件开封中的应用

2.1 实验方法

实验中使用的开封样件为环氧树脂塑封的异形 D400 三极管和 N2IM4S 多芯片塑封集成电路(PHILIPS 公司)。器件外形如图 1 所示。





Fig.1 Schematic diagram of plastic encapsulated microcircuits 图 1 塑封器件形貌示意图

开封之前,先用 X 射线实时成像系统(Y.Cougar.SMT) 扫描样件,确定芯片的位置和尺寸,这有助于确定开封的 位置。

自动酸开封实验中采用美国 Nisene Technology Group 生产的自动开封机。开封过程选用的腐蚀液是发烟硝酸, 自动酸开封机对发烟硝酸流量、加热温度、加热时间、腐 蚀时间及清洗时间等参数准确可控。开封完成后立即将器 件取出并用丙酮超声清洗。

手动酸开封实验,将发烟硝酸加热到约 80 ℃,手动 滴酸到激光开封后有凹槽的部位,开封完成后立即将器件 取出并用丙酮超声清洗。



Fig.2 X-ray of D400 triode 图 2 D400 三极管 X 光照片

2.2 结果与讨论

2.2.1 异形三极管的激光开封研究

D400 三极管 X 光照片如图 2 所示。为了考察激光开封刻蚀深度的最佳条件,控制激光扫描次数,考察了 激光开封刻蚀到芯片暴露出、引线刚好暴露而芯片不可见、引线和芯片均不暴露 3 种情况,激光刻蚀后的照片 如图 3(a)、图 3(b)、图 3(c)所示。由于该三极管外形不规则且体积小,用自动酸开封机难以找寻合适的开封开 口模具进行固定,因此对激光开封后的器件采用手动滴酸,腐蚀的时间分别为 5 s,8 s,30 s,开封完成后器件内 部结构照片如图 3(d)、图 3(e)、图 3(f)所示。实验结果表明激光开封深度越深,随后的酸开封时间越短,但是 如果激光开封到芯片暴露,虽然腐蚀时间缩短,但是受到激光高能量照射的芯片表面产生一定程度的损伤,进 一步酸开封将会加剧芯片表面的腐蚀,开封效果不理想;激光开封至引线刚好暴露而芯片不可见的程度,相对 于引线和芯片均不暴露的情况,酸开封时间大大缩短,同时能够达到理想的开封效果。因此,激光开封的深度 以引线刚好暴露而芯片不可见为最佳。



Fig.3 Laser decapsulation to (a) chip exposed, (b) the lead just exposured and the chip was not visibled, (c) both the lead and the chip were not exposed; (d), (e), (f) corresponding profiles of acid corrosion.
图 3 (a) 激光开封至芯片暴露; (b) 引线刚好暴露而芯片不可见; (c) 引线和芯片均不暴露状态; (d),(e),(f) 相应酸腐蚀效果

同时,针对相同类型的器件进行了对比实验:不引入激光技术而直接用自动酸开封机进行开封,由于芯片结构不规整且尺寸小,难以寻找合适的开口模具进行定位开封;如直接将整个器件投入到腐蚀液中加热,则芯 片暴露出来的同时,器件的主体框架也不能完整保留。 2.2.2 多芯片塑封集成电路的激光开封研究

多芯片塑封集成电路 X 光照片如图 4(a)所示,激光开封后引线刚好暴露而芯片不可见。对激光开封后的器件采用自动酸开封机分别对左右两块芯片开封,开封后器件内部结构照片如图 4(b)所示,左右两块芯片均达到了理想的效果,金相显微镜观察芯片表面及键合点都完好无损,不存在表面残留物,清洁度非常好,局部照片如图 5 所示。



(a) X-ray photograph



(b) internal structure after acid decapsulation

Fig.4 N2IM4S plastic encapsulated integrated circuit 图 4 N2IM4S 多芯片塑封集成电路



Fig.5 Local diagram of metallographic microscope 图 5 芯片金相显微镜局部图示



Fig.6 Diagram of direct acid decapsulation 图 6 直接酸开封效果图

对于相同类型器件进行对比实验:不用激光开封而直接用自动酸开封机进行开封,开封后内部结构照片如 图 6 所示,右侧芯片完全暴露出来但是左侧芯片仅露出部分引线,在此基础上继续延长腐蚀时间,未见明显的 效果改善,原因是自动开封机采用负压喷雾方式进行腐蚀,右侧芯片暴露出来后形成的空腔区域不利于腐蚀液 和塑封料的接触,而且两块芯片相邻也不利于开封的准确定位。因此,对于这类有多块芯片的塑封器件来说, 引入激光技术能够做到定位准确,各芯片腐蚀过程中互相不受干扰,开封效果满足后续试验和分析要求。

另外,对于铜引线塑封器件采用传统自动或手动酸开封技术,引线易受强酸腐蚀,而激光开封技术的引入 具有明显优势,相关试验将在后续试验中展开。

3 结论

引入激光技术与手动、自动酸开封相结合的新开封工艺,对激光功率、扫速等工艺参数进行优化以精确控 制激光开封的凹槽深度,进而通过手动或自动酸开封完成对器件的开封。

相比传统开封工艺来说,该开封工艺具有定位准确、缩短开封时间、提高开封效率等突出优势,尤其对于 小型、异形及多块芯片的塑封器件用传统方法难以达到开封目的时,采用该新工艺能够取得很好的开封效果。

参考文献:

- [1] 尹颖,朱卫良. 塑封器件无损开封技术介绍[J]. 电子与封装, 2009,9(9):12-19. (YIN Ying, ZHU Weiliang. Introduction of non-destructive decapsulate technology for plastic encapsulated microchips[J]. Electronics and Packaging, 2009,9(9): 12-19.)
- [2] 宋芳芳,牛付林. 塑封电子元器件的破坏性物理分析方法[J]. 电子产品可靠性与环境试验, 2004(5):52-55. (SONG Fangfang,NIU Fulin. Destructive physical analysis of plastic encapsulated circuits[J]. Electronic Product Reliability and Environmental Testing, 2004(5):52-55.)
- [3] 杭春进,王春青,田艳红,等. 塑料封装铜线内连电子元器件开封新工艺研究[J]. 电子工艺技术, 2008,29(1):5-7.
 (HANG Chunjin,WANG Chunqing,TIAN Yanhong, et al. Novel decapsulation process for plastic packaging electronic device with copper wire interconnection[J]. Electronics Process Technology, 2008,29(1):5-7.)
- [4] 戴波. 激光技术与工业应用[J]. 装备制造技术, 2009(2):127-128. (DAI Bo. Laser technology and industrial applications[J]. Equipment Manufacturing Technology, 2009(2):127-128.)
- [5] 宋海峰,唐丹,陈涛,等. 双激光位移传感器测厚实验装置的研制[J]. 太赫兹科学与电子信息学报, 2014,12(3):453-456. (SONG Haifeng, TANG Dan, CHEN Tao, et al. Development of experimental thickness measurement instrument with two laser displacement sensors[J]. Journal of Terahertz Science and Electronic Information Technology, 2014,12(3):453-456.)
- [6] 王卫,夏连胜,谌怡,等. 大功率半导体激光器脉冲驱动电源研制[J]. 太赫兹科学与电子信息学报, 2013,11(1):152-156. (WANG Wei,XIA Liansheng,CHEN Yi,et al. Laser diode driver used for triggering Photoconductive Semiconductor Switch[J]. Journal of Terahertz Science and Electronic Information Technology, 2013,11(1):152-156.)
- [7] 號仲平,姚导箭,赵强,等.高功率激光装置集中控制系统关键技术[J].太赫兹科学与电子信息学报, 2012,10(2):225-230. (GUO Zhongping,YAO Daojian,ZHAO Qiang,et al. Key technologies of integrated control system for high power laser facility[J]. Journal of Terahertz Science and Electronic Information Technology, 2012,10(2):225-230.)

[8] 杨建平,陈学康,吴敢,等. 激光刻蚀技术及其在航天器天线制造中的应用[J]. 航天制造技术, 2011(3):51-54. (YANG Jianping, CHEN Xuekang, WU Gan, et al. Laser ablation and its application in fabrication of spacecraft antennas[J]. Aerospace Manufacturing Technology, 2011(3):51-54.)

作者简介:



杨 黎(1986-),女,四川省宜宾市人,硕士,助理工程师,主要研究方向为电子元器件 DPA 技术及化学分析.email:liyangion@163.com.

龚国虎(1989-),男,四川省绵阳市人,学 士,助理工程师,主要研究方向为电子元器件 DPA 技术.

梁栋程(1982-),男,贵州省遵义市人,硕 士,工程师,主要从事电子元器件 DPA 技术 研究及材料分析.

王淑杰(1974-),女,辽宁省铁岭市人,硕 士,高级工程师,主要从事电子元器件 DPA 技术研究及热学计量测试技术研究.

移动式 QCL THz 全息成像仪研究进展

太赫兹全息技术结合了太赫兹波和全息技术的优点,在生物医学、食品制药、非金属材料等领域具有独特的优势,是最近国际研究的前沿。中物院激光聚变研究中心太赫兹技术和量子器件课题组在科技部重大仪器专项的支持下,从 2011 年开始开展了相关的研究工作。他们在掌握了太赫兹量子级联激光器稳定控制技术、光束整形技术、太赫兹波传输技术等基础上,于近日研制出移动式 QCL THz 全息成像仪的原理样机,成功获得了金属样品、生物样品、半导体材料微结构的全息再现图。图 1 所示是蟋蟀腿光学照片及相应的振幅再现像和相位再现像。该全息系统目前的实际分辨力达到 100 μm,处于国际领先水平。该研究工作得到了北京应用物理与计算数学研究所、北京工业大学、中科院半导体所等单位的大力支持。



图 1 (a) 蟋蟀腿光学照片 (b) 相应的振幅再现像 (c) 相应的相位再现像 (d) 蚊子光学照片 (e) 相应的振幅再现像 (f) 相应的相位再现像