

肇庆市优秀科技论文集

(2005)

上



广东省肇庆市科学技术协会

二〇〇五年十二月

促进学术交流
推动科技创新

刘焕彬

二〇〇二年十一月十八

原华南理工大学校长，博士生导师、教授、省科协副主席、俄罗斯工程院外籍院士刘焕彬同志题词

前 言

为进一步贯彻实施科教兴市战略、可持续发展战略和人才强市战略,贯彻落实肇庆市委、市政府《关于加快建设科技强市的若干意见》精神,活跃学术思想,开拓创新思维,动员和鼓励广大科技工作者积极投身科学实践,加强学术交流与探讨,不断提高学术水平,促进科学技术的繁荣和发展,促进科学技术的普及和推广,促进科学技术人才的成长和提高,促进科学技术与经济的结合,推动我市科技创新和科技进步,肇庆市科协组织开展了肇庆市第七届自然科学优秀学术论文评选活动。

本届自然科学优秀学术论文评选活动收到各县(市)区、各学会、各学科选送的论文共 219 篇。市科协聘请了有关专家,成立了学术论文评审委员会,分设工、农、医、工程技术、综合类评审小组,按照《肇庆市自然科学优秀学术论文评选办法》的具体规定进行了评审。经各专家评审小组初评,市评审委员会最后审定,市科协常委会审定通过。评出一等奖 32 篇,二等奖 41 篇,三等奖 104 篇,优秀奖 42 篇。为使广大科技工作者之间互相交流探讨,互相启迪,在学术上互相促进提高,现将本届评选的论文汇编成册,供广大科技工作者参阅。

本届自然科学优秀学术论文的评选工作从组织发动到评审的全过程,都得到各县(市)区科协、市直各学会、企业科协、各有关单位和广大科技工作者的大力支持和积极参与,得到评审委员会及各学会科技专家的热心支持,使本届优秀学术论文的评审工作顺利完成,现借本届论文集出版的机会,向上述单位及有关人员表示衷心感谢!

肇庆市科学技术协会

二〇〇五年十一月

目 录

一等奖(32 篇)

片式电子元器件中无铅可焊镀层的研究	
..... 张 尹 李基森 齐 坤 陈 玫 娄红涛 (1)	
多层片式瓷介电容器贱金属电极的制造方法	钟建薇 梁力平 (9)
超细银粉的制备及其导电性研究 ... 孟淑媛 吴海斌 吴松平 唐元勋 (19)	
一种用于制作超低总谐波失真 (THD) 网络变压器的磁性材料	
..... 葛培盛 王京平 罗 丹 周丽云 周 芸 张 宾 庞贤光 (26)	
考虑动力学模型的非完整移动机器人运动规划	郭丙华 胡跃明 (29)
暖地型草坪草绿叶生长剂对细叶结缕草抗寒性和叶绿素含量的影响	
..... 梁广坚 钟镜波 邵 玲 (36)	
外源甜菜碱对黄瓜幼苗抗冷性的影响	
..... 李芸瑛 梁广坚 李永华 叶庆生 (42)	
大鼠 Endostatin 在乳酸乳球菌中的克隆与表达	
..... 李充壁 闫宝山 李晓晨 孙克菲 王春香 周明海 (50)	
荞麦与大豆叶片中草酸含量差异及其可能的原因	
..... 刘拥海 彭新湘 俞 乐 (56)	
记忆金属支架治疗外伤性喉气管狭窄疗效观察	
..... 邓建华 莫宋平 杨 蕴 (70)	
四肢带皮神经营养血管蒂岛状皮瓣的临床应用	
..... 周 强 钟展芳 战国强 姚明昌 岑庆君 李伙新 (73)	
食管癌切除经胸颈段食管胃机械吻合 26 例报告	赵志毅 (79)
早期与进展期胃癌患者抑郁情绪、个性特征和应对方式比较	
..... 朱文钿 刘丽萍 崔一萍 (82)	
培哚普利联合美托洛尔治疗充血性心力衰竭	谢秀成 邓 斌 (88)

2 型糖尿病患者听觉损害特征	黄 卫(92)
外伤后迟发性颅内血肿临床分析	
..... 周怡兴 岑庆君 李展鹏 高忠恩 苏亿年 (99)	
小儿非细菌性下呼吸道感染病原学研究	
..... 吕 波 李海珠 莫伟雄 吕 兴 何海燕(102)	
两种不同的麻醉方法在单肺通气时对肺内分流影响的比较	
..... 张坤全 刘东辉(106)	
习惯性流产患者的心理护理需求及护理对策	
..... 莫灶娣 苏巴丽 叶存菊 沈丽娇 钟巧艺(111)	
基层医院及早诊治产科弥漫性血管内凝血的体会	刘楚芹 李奇艳(115)
微创经皮肾镜取石术的应用解剖及其临床应用	
..... 冯 钢 苏泽轩 李 逊 吴保忠 杨帝宽 张勇强(119)	
200 例晚期鼻咽癌综合治疗的远期疗效分析	
..... 张少华 吕 波 蔡悦成 古云林(125)	
二苯乙烯苷对大鼠主动脉的舒张作用及其 NO 含量的影响	
..... 刘其礼 班 翊 张俊红 叶少剑 王嘉陵(131)	
经尿道前列腺切除(TURP)术后大出血的原因和处理	
..... 何志新 温天奋 彭晓东 何自浪(139)	
子痫 116 例的临床分析	陈 萍(143)
中西医结合抢救重、危重型毒蛇咬伤体会	
..... 刘书元 罗洁珍 冯恒基 卢德光 郑衍昌(148)	
鳖甲消症丸抗大鼠肝纤维化的实验研究	黄胜英 吴 铁 邹丽宜(154)
肾综固本汤治疗难治性肾病综合征的临床研究	
..... 梁宏正 周瑞珍 吴社泉 王晓华 梁宏康(164)	
带蒂椎板内板切除原位回植术治疗椎管狭窄症	
..... 李文基 潘维文 章 辉(169)	
一类广义 Sierpinski 海绵的填充测度	朱智伟 周作领 罗 俊(177)
序拓扑空间上 Ky Fan 截口定理及应用	罗 群(189)
工程中一类拼接问题的复变方法	黄民海(199)

二等奖(41 篇)

- 电力设施保护工作的现状与建议 陈 怡(206)
- 降低 MLCC 等效串联电阻的设计和工艺方法 宋子峰 张 尹(212)
- 步进电机在改造模拟型电子调速器中的应用 黄幼驰(219)
- 一种测量用线性光隔离差动放大器的设计 谷春艳 李广才(226)
- 广东河台金矿区地质规律的重新认识及探矿 伍思洪(233)
- 封开油栗早结丰产技术探讨 全乃华(239)
- 用胸径和绝对削度估测杉木树高的探讨 伍伯良(244)
- 杉木优良无性系区域化试验初报 李龙英(249)
- 肇庆 7 月 1 日超级单体风暴的多普勒雷达资料分析
..... 郭媚媚 麦冠华 胡 胜(255)
- 学校信息管理系统的设计 焦 飞 黄天文(263)
- 胃癌患者焦虑和抑郁情绪表现及其对免疫调节功能的影响
..... 刘丽萍 崔一萍 李 明(270)
- 超声波药物导入治疗创伤后皮肤红斑瘢痕的临床疗效
..... 宋 玲 陈焕英(279)
- ICU 人工气道患者呼吸道致病菌分布的调查及护理
..... 陈玉霞 李旭茹 刘素贞 彭剑芳 李亥桂 肖彩莲(282)
- 医院如何建立经济实用的静脉药物配置中心
..... 朱石洁 陈玉霞 林玉英 莫灶娣 张伟嫦(286)
- 手术病人麻醉后留置尿管的临床观察
..... 梁 群 冯宝琴 谭惠芹 邓秋儿(291)
- AF 内固定系统治疗胸腰椎骨折脱位的临床体会
..... 黄绍贤 梁显球 余 斌(295)
- 肇庆市 1998—2002 年 5 岁以下儿童生命监测结果与干预措施
..... 苏 云 刘楚芹 温丽倩 黄紫红 梁 云(300)
- 急诊处理梗阻性肾功能衰竭体会 陈绍宗 吴保忠(304)
- 硝酸甘油伍用硝苯地平治疗老年肺心病心力衰竭的疗效观察
..... 孙建新 陈 蕾 尹梅祥(309)

中药活血益气法治疗卵巢囊肿 72 例疗效观察	张 京 王球华(313)
改良小梁切除联合超声乳化人工晶体植入术	
.....	何夏怡 何晓蕾 胡超雄(318)
胎肝血管的解剖及其移植应用	邓健全 魏含辉 周 立 刘其礼(322)
在昏迷病人中体现人性化的整体护理	
.....	莫丽君 陈晓莹 许晓霞 梁伟平 梁莲英 赖品英(326)
乳腺癌手术治疗 39 例临床总结	谢 解(329)
终池置中心静脉导管持续引流治疗蛛网膜下腔出血	
.....	邓旭华 何建文 陈本发 梁伟勇(334)
严重创伤患者的急诊救治	汪文录(338)
股骨干骨折内固定失效 36 例分析	梁雄华(342)
静脉注射胺碘酮与普罗帕酮转复阵发性心房颤动的疗效比较	
.....	彭 赞 杨丹鹰(346)
CT 定位锥颅碎吸术治疗高血压脑出血	郑 斌(352)
宫颈癌普查中的快速制片技术	周正国 温乃祥 沈衡湘(355)
人工股骨头置换治疗股骨颈新鲜骨折随访 5 年疗效评价	
.....	李硕萌 卢伟杰 林志雄 余楠生(357)
米索前列醇加钙剂治疗产后大出血临床研究	陈瑞妍(361)
洁尔阴、红汞鱼肝油对新生儿尿布皮炎、擦烂红斑的疗效观察	
.....	胡 劲 林名勤(365)
297 例高血压患者服药依从性研究	田镇安 刘志明 刘海波(369)
肇庆西江大桥扩建工程大直径超长桩基础施工	梁合兴(376)
卵砾石土路堑边坡防护滑塌处治的体会	李炘彤(382)
小学语文多媒体课件制作和应用效益研究	丘红慧(387)
扬长避短强化医学类高职高专办学特色	梁琼芳(396)
新形势下中专学生“三观”教育的体会	陈兆才(399)
中专护生心理健康的调查与思考	潘瑞华(404)
工程质量监督管理体制战略转折的思考	孔令霭(406)

片式电子元器件中无铅可焊镀层的研究

张尹 李基森 齐坤 陈玫 姜红涛

(广东风华高新科技股份有限公司,肇庆 526020)

摘要: 研究了对片式电子元器件以纯 Sn 镀层取代可焊性优异但环保性差的 Sn—Pb 镀层在生产过程中遇到的问题及解决途径。结果表明,Sn 镀层上的“晶须”是制约其使用的主要问题,通过镀覆中间层、控制 Sn 层厚度、选择减小镀层压应力的添加剂、采用甲基磺酸锡体系镀哑光 Sn 等措施能有效抑制“晶须”的产生,获得可焊性好、能满足片式电子元器件批量生产质量要求的无铅镀层。介绍了以预镀 Au、Pd 取代 Sn—Pb 镀层的进展。

关键词: 无铅;锡镀层;片式元器件

中图分类号: TG174.441 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007—9289(2005)02—0001—04

Study on Lead-free Weldable Coating of Chip
Electronic Components ZHANG Yin, LI—Ji—sen,
QI Kun, CHEN Mei, LOU Hong—tao
(Guangdong Feng Hua Advanced
Technology(group)CO LTD, Zhaoqing 526020)

Abstract: The problems occurred in the replacement of Sn—Pb coating, which has excellent weldable but bad environmental protection performance, by the pure tin coating and their solutions were studied. The results showed that the whiskers formed on the tin coating was the main factor restricting its application. Adopting some methods, including electroplating middle coating, controlling tin coating thickness, selecting additive, which can reducing coating compressive stress, using tin methyl sulfonate system to electroplating dull tin coating and so on, the tin whiskers can be restrained effectively, and a better weldable lead-free coating, which can fulfill the needs of chip electronic com-

ponents was obtained. Besides, the progress of previously plating Au and Pd replacing Sn—Pb coating was introduced as well.

Key words: lead-free; tin coating; chip component

0 引言

人与自然相和谐的发展观,要求电子电器产品中禁用有害元素铅。欧盟经过近 10 年的讨论磋商,终于于 2003 年 2 月 13 日形成正式法律,颁布了“关于报废电子电器设备指令”(欧盟第 2002/96/EC 号指令,简称 WEEE)及“关于在电子器设备中限制使用某些有害物质指令”(欧盟第 2002/95/EC 号指令,简称 RoHS)。规定 2006 年 7 月 1 日开始,在欧盟市场出售的电子电器设备中,禁止使用铅、汞、镉、六价铬和多溴联苯、多溴二苯醚阻燃剂等有害物质。这两项指令所涉及的范围很广,包括电子电器设备产品及其元器件、原材料等,基本覆盖了我国对欧盟出口的所有机电产品。另外,日本通商产业省也提出了与欧盟类似的法规,日本电子工业发展协会(JEIDA)已提出电子产品无铅化规划,并规定禁用铅的日期为自 2006 年 1 月 1 日起。我国的相应法规正在制定中。因此在电子电器行业研究和实施无铅化生产已迫在眉睫,是时代发展的新要求。文中分析了 Sn—Pb 镀层优越性,介绍了无铅镀层的研究情况,重点介绍了在片式电子元器件生产中以纯锡镀层取代锡—铅镀层的研究成果。

1 Sn—Pb 合金镀层是最佳可焊性镀层

所有的电子设备都是由电子元器件通过焊接组装而成的。早期,这种组装是靠手工将有两脚引脚的电子元器件一只一只地焊接而成。到了上世纪 80 年代,电子组装技术发生了重大变革,一种全自动化组装技术——表面贴装技术(Surface Mount Technology,简称 SMT)进入工业化,这种组装技术具有高组装密度、高性能和整机小型化的优点,这种变革大大促进了电子信息产业的发展。电子元器件也从有引线向无引线的适用于表面贴装技术要求的片式电子元器件方向发展。但是无论电子工业如何发展,其可焊性镀层没有太大的变化,除少数采用贵金属(Au、Pd 等)外,均采用电镀 Sn—Pb 合金。

长期以来,Sn—Pb 合金及其镀层以其优良性能被广泛应用于电子工业中,并在长期生产实践中形成了成熟的生产工艺和完善的性能评价体系。比如,不同含 Sn 量的 Sn—Pb 合金具有不同的用途,更可贵的是在电镀体系可以用控制镀液中的 Sn/Pb 含量,来调控镀层中的 Sn 和 Pb 的比例,从而得到不同性能的合金镀层。甚至在镀纯 Sn 时,为了防止“晶须”的生长,也常加入 1% 的 Pb 成份。另外,在焊接时,相应的 Sn—Pb 合金焊膏熔点低,焊接性能好。迄

今,很少有其它的合金可以替代,可见 Sn-Pb 合金是人们长期生产实践中情有独钟的可焊性镀层。

在 Sn-Pb 的电镀体系中,以往国内外电子元件采用氟硼酸盐溶液镀 Sn-Pb,含铅量为 10%。但是,由于这一体系对环境的污染,加之随着片式叠层陶瓷电容器的发展,其瓷体中含有被氟硼酸盐腐蚀的成份,在国外已不采用氟硼酸盐体系用于片式元器件的电镀,而采用烷基磺酸盐体系镀 Sn-Pb。这一新体系成份简单,容易控制,工艺操作及控制均方便,镀液分散能力好,深度能力强,加之烷基磺酸不像氟硼酸对环境产生污染。因此,上世纪 80 年代中期,从国外引进片式元件生产线时,均同时引进了这一电镀体系的进口技术和材料。

进入 90 年代,片式元器件的生产量迅速增大,国内也开始重视对片式元件三层镀技术的研究^[1-4]。虽然作者早在从事电刷镀溶液研究时,就发现了甲基磺酸盐作为主盐在高堆积碱铜和低氢脆镉的电刷镀镀液组成中,效果很好^[5]。但是,由于当时国内不生产甲基磺酸,作者仅在实验室中小规模生产,供电刷镀溶液配使用^[6,7]。1996 年,作者接受国家“863”任务,开展片式元件三层镀镀液国产化的研究,开始了对甲基磺酸 Sn-Pb 电镀体系的研究^[6,8,9],2001 年将研究成果用于片式元件的生产中,成功地实现了产业化。

2 寻找可以代替铅的金属元素

近几十年来,全球电子电器工业呈现膨胀式发展,电子产品升级换代周期越来越短,它给人类带来了文明、方便和益处的同时,也给社会带来了堆积如山的电子垃圾。世界各国处理报废电子电器产品的负担越来越重,这些电子电器垃圾给全球生态环境造成了威胁,仅 1998 年欧盟地区回收处理的电子电器废料就达 600 多万吨。2001 年至 2002 年间,德国用于处理电子垃圾的支出就高达近 5 亿欧元。从这两项数据,就可以理解欧盟出台二项指令的迫切性。二项指令的实施将提高报废电子电器产品的回收,降低最终处理电子废料的数量,减少对环境的污染,提高对自然资源的利用率;迫使电子电器设备生产商加快环保绿色产品的研究、设计和产业化生产。铅经接触和呼吸被人体吸收后,会危害中枢和外周神经系统,是毒性很强的物质。由于它对人类健康的危害,已被列入禁止使用的有毒物质之一。这就是曾经为最佳可焊接镀层而今不得不被废掉的原因。禁止用铅,电子工业要进入无铅时代,给人们带来了极大的技术困难和付出。但从环保而言,将给人类带来福音。

在此背景下,无铅可焊性镀层的研究成为可焊性电镀领域的热点。这方面的研究报道较多,主要以 Sn-Cu 合金、Sn-Bi 合金、Sn-In 合金和 Sn-Ag

-Cu 合金为主。这些合金镀层性能和 Sn-Pb 相比,总体上说,还不及 Sn-Pb 合金镀层,性能对比结果见表 1。

从表中可以看出,目前所有替代 Pb 的金属元素与 Sn 组成的合金镀层,其可焊性能都比 Sn-Pb 差。再加之在实际应用中出现的问题很多,还有待于继续改进。如 Sn-Cu 合金镀层,虽然成本较低,但是由于 Cu 的存在,耐腐蚀性差,长期放置时铜易氧化变色,致使可焊性降低,而且在电镀槽内,阳极表面还会发生 Cu 的置换析出;Sn-Bi 合金镀层暂且不说使用中存在的问题,Bi 可能和铅一样对人类也是一种有害金属;Sn-Ag 合金镀层虽有较好的机械性能和抗晶须生长性能,但 Sn 与 Ag 在电镀时,析出电位差很大,镀液中必须添加有机络合剂,而且镀液的稳定性差,Ag 的含量难于控制等。因此,可以认为迄今尚没有一条能被广大用户所接受的工艺路线。

表 1 各种 Sn 系无铅合金镀层与 Sn-Pb 镀层的基本性能比较^[10]
Table 1 The comparison of basic properties of lead-free alloy coating and Sn-Pb coating

合金镀层	Sn-Pb	Sn-Cu	Sn-Bi	Sn-Ag	纯 Sn
组成(合金中其它金属的含量 w%)	10-40	0.5-2	2-5	2-4	
外观	良好	良好	一般	一般	良好
耐品须性	良好	一般	一般	良好	差
可焊性	良好	一般	一般	一般	一般
延展性	良好	良好	一般	良好	良好
与 Sn-Ag-Cu 焊料的匹配性	差	良好	差	良好	良好

3 以纯 Sn 镀层取代 Sn-Pb 镀层的问题及措施

在寻找可以替 Pb 的金属元素遇到种种困难的同时,人们又回到了纯 Sn 镀层上。纯 Sn 镀层作为可焊性镀层,具有镀液成份单一,容易操作维护,镀层与各种无铅焊料匹配良好,成本低等一系列优点,唯一的担忧是镀层长“晶须”的问题。

所谓“晶须”就是从纯 Sn 镀层表面自发生长出来的一种细长形状的 Sn 的结晶,其直径可从 0.3-10 μ m,通常为 1~3 μ m,长度可从 1 μ m 到 1mm。它可以呈现出各种形状,如直的、弯的、扭结的甚至是环状的。作为电子器件的可焊性镀层,Sn 须会引起短路,降低电子器件的可靠性,引发故障,甚至造成灾难

性后果。

如果能解决 Sn 镀层长“晶须”的问题,纯 Sn 镀层就可以成为电子产业中可以接受的可焊镀层。人们对此进行了研究探讨,初步探明了产生晶须的原因和如何抑止晶须生长的方法。晶须生长的原因有多种解释^[11~14],但都有一个基本观点即晶须的形成是由于锡层内部的压应力所致,只是对压应力的来源提出了不同的看法和论据。近年来,作者围绕降低锡镀层可能产生压应力的因素进行了研究,取得了较好的效果,成功地在片式元器件(电容、电感、电阻等)生产中得到了应用。自 2001 年开始,作者所在公司已向用户提供无铅可焊端电极的片式元器件。作者在电镀 Sn 时采取了下述措施:

3.1 通过镀覆中间层减少 Sn 层应力

研究表明,在锡镀层和基体金属之间会相互扩散渗透,形成合金。如图 1 所示,当 Sn 和基体金属通过界面扩散时,Cu 或 Zn 等基体金属向 Sn 中扩散为主,造成 Sn 层中压应力增加,发生 Sn 突破表面,形成晶须。相反,Ni 作为基体金属时,主要发生 Sn 向 Ni 中的扩散,有松滞压应力的作用,则在其上的 Sn 镀层不易形成晶须。因此,在片式元器件的三层镀工艺中,第二层电镀 Ni,Ni 层,一则起到保护底层 Ag 在高温焊接时阻止 Ag 向焊料的迁移,提高端电极耐焊接热能力和电子元件的可靠性,二则也有抑止其上的 Sn 镀层长晶须的作用。

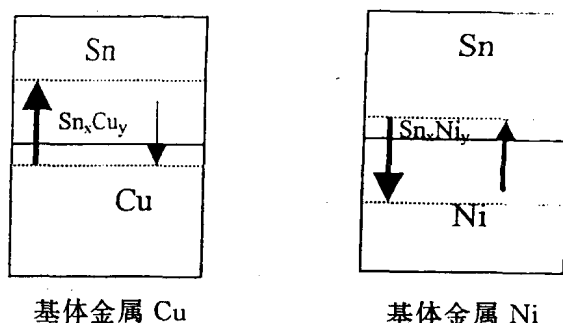


图 1 基体金属和 Sn 镀层之间的扩散示意图

Fig. 1 The schematic diagram of diffusion between substrate metal and tin coating

3.2 控制锡镀层的厚度

在 Ni 基体金属上镀 Sn,Sn 厚度的增加会加大长晶须的趋势,建议不超过 $10\mu\text{m}$,以 $3\sim 4\mu\text{m}$ 最佳。这可能是因为当 Sn 厚度超过 $10\mu\text{m}$ 以上时,依靠 Sn-Ni 界面扩散的差异对 Sn 的压应力的松滞作用,将随着与界面的距离而减弱,

产生晶须的可能性也将增大。

3.3 选择能减小镀层压应力的添加剂

电镀中通过向镀液中加入某些添加剂来改善镀层性能的例子数不胜数。作者在片式元器件的镀 Ni 中,就使用了能降低 Ni 镀层张应力的添加剂,防止镀 Ni 后由于 Ni 应力过大,连同底层 Ag 一起剥离的现象。但是,在纯锡镀液中想通过添加剂来抑止晶须的生长的报道不多^[15]。因为在早期的生产中,都以 Sn—Pb 合金镀来抑止晶须生长。作者在甲基磺酸体系镀纯 Sn 的工艺中,使用了能有效的降低 Sn 层压应力的添加剂,多年使用,效果较好。

3.4 采用甲基磺酸锡体系镀哑光 Sn

甲基磺酸镀 Sn—Pb 合金体系除了文中前述的优点外,其优良的可焊接、结晶的细致均匀性,以及长期贮存也不会有晶须,被认为是目前世界上最先进的 IC 引脚电镀方法,是生产小间距、多引脚的中档 IC 的必须使用的电镀工艺线路。研究表明哑光 Sn 镀层比光亮 Sn 镀层有更好的焊接性能,镀层晶粒较大对抑制晶须生长有利。

通过 3 年生产运行表明,采用上述措施生产的无铅可焊锡镀层片式元器件是成功的。但是,应该指出,影响晶须生长的因素十分复杂。相对于 IC 产品来说,片式元器件的要求低多了。因内目前生产的 IC 产品,间距较大,对可靠性要求不是很高,纯 Sn 镀层尚能满足要求。但是随着小间距、多引脚的中高档 IC 电子产品的发展,目前的纯 Sn 镀层能否运用,将会面临考虑。

4 以贵金属取代 Sn—Pb 可焊接性镀层

废除 Pb 后,上述的无铅可焊性镀层(包含 Sn—Cu、Sn—Ag、Sn—Bi 和纯 Sn)都不能完全避免晶须的发生,因而某些国外的大公司在生产高档电子产品时,为了保证产品的可靠性,拒绝使用目前的无铅镀层,认为是一种冒险。德国雅迪公司认为金镀层具有非常好的焊接性能和焊接可靠性,而且在库存期间,金镀层可以保证产品具有非常好的防腐蚀性能,该公司以用镀金来代替镀锡铅,向客户提供 100%无晶须的产品^[16]。

世界电子信息业的大公司,如索尼、东芝、松下、夏普、摩托罗拉等,在生产制造高密度、多引脚的 IC 产品时,均采用了预镀 Pd 的无铅引组框架封装技术。这种技术是在引线框架生产时,表面全部预镀 Ni、Pd、Au 等多层金属,使引线框架同时满足与金线的结合及钎料的焊接,无需在封装后还要电镀可焊镀层,保证了无铅及 100%无晶须的要求^[10]。

贵金属可焊性镀层增加了产品的成本,但从保证产品的可靠性来看,却是

很值得的。因锡晶须是影响电子电产品可靠性的一个最令人担忧的隐患。在该行业中,锡晶须造成的破坏损失已达数十亿美元^[16]。

5 结论

(1)在电子电器设备生产中实施无铅化,是贯彻社会可持续发展战略,落实人与自然和谐发展观的迫切任务。

(2)在片式电子元器件生产中,以 Sn 镀层取代 Sn-Pb 镀层,通过镀覆中间层、控制 Sn 层厚度,选择减少镀层应力的添加剂、采用甲基磺酸锡体系镀哑光 Sn 等措施,可以获得可焊接性好、环保性好、能满足片式电子元器件批量生产质量要求的纯 Sn 镀层。

(3)对于小间距、多引脚的中高档 IC 产品,目前国外多以镀贵金属 Au、Pd 取代 Sn-Pb 镀层。

参考文献

- [1] 高宏庆. 片式 MLC 端电极电技术[J]. 电子元件与材料, 1990, 9(1): 43-46
- [2] 杨文, 俞守耕. 片式 MLC 三层端电极中的 Sn-Pb 合金电镀[J]. 电子元件与材料, 1994, 13(6): 35-37
- [3] 罗维, 张学年. 片式元件三层镀技术[C]. 全国电子电镀学术研讨会论文集, 2004: 319-321.
- [4] 牛振江, 杜小光, 等. 电流密度和添加剂条件对甲基磺酸体系锡镀层结构的响[C]. 全国电子电镀学术研讨会论文集, 2004: 322-325.
- [5] 李基森, 等. 电刷镀溶液[M]. 上海科学技术文献出版社, 1989.
- [6] 李基森, 陈锦清. 甲基酸盐体系电镀液的研究[J]. 中国表面工程, 2000(3): 1-3
- [7] 李基森, 龚秀英, 黄国华. 甲基磺酸合成方法的研究[J]. 化学世界, 2001(5): 251-253.
- [8] 梁力平, 李基森, 等. 片式元件三层镀技术及镀液材料的研究[C]. 全国电子电镀年会论文集, 2002: 92-95.
- [9] 李基森, 我国片电子元器件的电镀工艺与材料发展[J]. 中国表面工程, 2004(6): 47.
- [10] 李明, 国外无铅可焊性镀层的发展状况[C]. 全国电子电镀学术研讨会论文集, 2004: 1-5.

- [11] Kakeshita T, Shimizu K, kawanaka R, et al. Grain size effect on electroplated tin coatings on whisker growth [J]. J Matls Sci1982, 17:2560—2566.
- [12] Lee B, Lee D, Spontaneous growth mechanism of tin whiskers [J]. ActaMater,1998,46(0):3701—3714.
- [13] Brusse,J, Ewell G, Siplon J. Tin whiskers:attributes and mitigation [C]. CARTS Europe 2002:16th Passive Components Symosium,2002:221—233.
- [14] T U K N. Irreversible processes of spontaneous whisker growth in bimetallic Cu—Sn thin reactions [J]. Phys Rev B,1994,49(3): 2030—2034.
- [15] 贺岩锋,等.可焊性镀层无铅纯锡电镀技术及配套化学品研究[C].全国电子电镀学术研讨会论文集,2004:151—154.
- [16] 德国雅迪(Harting)公司供稿.无铅电子时代即将来临[J].世界电子元器件,2004,11:4—6.

多层片式瓷介电容器贱金属电极的制造方法

钟建薇 梁力平

(广东风华高新科技股份有限公司, 广东 肇庆, 526020)

摘 要: 为了满足多层片式瓷介电容器 MLCC 小型化、大容量和低成本方向发展的要求, 基于国内外对多层片式瓷介电容器以贱金属取代钯银体系作为电极的研究及应用, 研究了以 Ni 为内外电极的 BME—MLCC 的制作工艺, 对工艺中排胶、烧成、烧端等关键工艺作了机理性探讨, 通过选取电极材料, 气氛控制和温度控制等, 对以 Ni 为内外电极的多层片式瓷介电容器的制作工艺已经成功在实验室得到验证。

关键词: 电子技术; 贱金属电极; MICC; 镍; 关键工艺

中图分类号: TM534⁺ · 1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001—2028 (2004)12—0032—04

Manufacturing Technology of

Mnlti—layered Ceramic Capacitor with Base Metal El

ectrode ZHONG Jian—wei, LIANG Li—ping

(Guangdong Fenghua Advanced Technology (Holdings)

Co., Ltd, Zhaoqing 526020, China)

Abstract: Corresponding to the development of MLCC (Multi—layered Ceramic Capacitor) with small size, high capacity and low cost, basing on the fundamental researches and applications with base metals replacing the system of palladium—silver being used as electrode, manufactory process of base metal electrode multi—layered ceramic capatitor, with Ni Inner and termination electrode was studied. The key processes BBO, sintering, and termination firing were investigated. Through to select the electrode material, ambience con-

trol and temperature control etc, to succeeded to get the verification in the laboratory to manufactory techology of BME—MICC with Ni inner and termination electrode.

Key words: electronic technology; base metal electrode; MICC; Ni; key processes

近年来由于陶瓷薄膜叠印技术越来越进步,陶瓷薄膜叠印层数越来越多,进而使多层片式瓷介电容器的电容量也越来越高,逐渐可以取代电容量的铝电解电容和钽质电容,加上片式瓷介电容器可以通过 SMT 直接粘贴,生产速度比铝电解电容和钽质电容更快,因此多层片式瓷介电容器在电容器市场占主导地位。

为了满足信息化对图像传输、长寿命、小型化的三大要求,多层片式瓷介电容器不断向高可靠性、小型化、大容量和低成本方向发展。要实现大容量,国内外多采用增加介质层数的方法。

但随着内电极层数增加,内电极所占整个 MLCC 成本的比例随着增高,层数若由 10~20 层增加到 40~50 层以上,贵金属内电极所占的成本将由 60%左右急增到 80%~90%。而 MLCC 主要原料是内电极材料——钯金属,由于钯金属仅产于俄罗斯和南非,所以钯的价格一向较为昂贵,且与两国政治动向息息相关。

因此,内电极成本剧增导致 MLCC 成本剧增。同时 MLCC 市场价格不断下滑,据国际电子商情统计,从 2000 年第三季度 IT 市场萎缩以来, MICC 价格一直跌势不减。2001 年全球 MLCC 整体下跌了 40%左右,2002 年再下跌 20%。在这双重压力下 MLCC 生产厂家将面临高成本低利润的严峻形势。在这种情况下,以原荷兰 Philips 公司和一些日本大的 MLCC 制造企业研制出了以贱金属作为电极的 BME—MLCC,大大降低了成本,提高了市场竞争力。20 世纪 90 年末期,作为唯一一家可与雄厚的外资企业抗衡的中资企业——风华就开始投入贱金属 Ni 电极 MLCC 的研制,2002 年已成功研发出 Ni 电极多层片式瓷介电容器并实现了产业化。

1 主要制作设备和测试及分析仪器

1.1 主要制作设备

电子秤、球磨罐、薄膜流延机、丝印机、静水压层压机、切割机、排胶炉、气氛烧成炉、封端机、烘端炉、气氛烧端炉、电镀线。