

浅谈半导体分立器件的失效与预防

朱秋霖 刘相汝

辽宁科技大学 辽宁 114051

摘要: 在半导体生产中, 供应链前端需求的变化会逐步扩展到后端库存水平和存货管理业绩, 其作用是通过改进需求预测来达到减少存货水平、改善存货管理效率、减少存货停滞率、进一步降低供应链运行费用。本文针对半导体分立器件在电应力作用下的可靠性问题, 对其进行了详细的分析, 并对其进行了分析, 并对如何防止其发生故障提出了一些有效的对策和建议。

关键词: 半导体; 器件; 失效; 预防

引言:

半导体分立器件自1950年代出现后, 对电子设备的发展起到了很大的推动作用。现如今, 在某些新型大型飞行器上, 这种高效能的半导体分立器件已得到了广泛的应用。^[1]然而, 在航空航天系统中, 电力供应系统又是一个十分重要的部分, 在电力系统中, 电力供应系统在电力系统中扮演着极其重要的角色, 特别是在电力系统失功、失平衡、谐波、峰值电压、冲击电压等方面, 会对大功率半导体分立装置的性能和寿命造成很大的威胁和隐患。如何更好的解决这一问题, 提高大功率半导体器件的可靠性, 提高其抗过电性应力的能力, 这是一个非常重要的问题。

一、半导体分立器件的发展现状

中国半导体器件行业在世界范围内具有举足轻重的地位, 并保持了持续、快速和稳定的发展。随着电子系统、消费电子产品等领域的不断增长, 半导体分立器件仍具有广阔的应用前景。因此, 基于SIC, GSN, 封装等新技术的开发, 汽车电子, 节能照明等, 都将成为人们关注的焦点。当前, 全球分立机构市场持续稳步增长, 亚洲、尤其是中国地区的市场状况依然令人担忧。由于金融危机及产业周期调整等因素的影响, 国内半导体分立器件产业虽然发展缓慢, 但其发展前景仍十分乐观。从发展趋势上看, 中国和世界范围内, 分散式元件的生产配额比例均呈逐年下降的趋势, 而分散式元件的生产及产值成长则较整体式的降低。另一方面, 整个机械系统的快速发展也为分散设备行业带来了新的商机。尤其是全球范围内对能源节约与环保的需求日益增长, 以及对分散式设备的需求日益增长, 以及市场产品结构的迅速提升。随着整体系统的微型化、集成化, 对离散器件的需求越来越大, 芯片装配设备已成为工业发展的主要方向。同时, 也促进了市场的产品结构迅速提升。整个机械系统进一步向小型化、一体化方向发展, 对分离设备的需求也越来越高, 刻蚀安装设备已成为工业发展的

主要趋势。中国企业只有加强原始创新、集成创新、消化吸收和再创新, 才能赢得未来的市场竞争。

二、分析半导体分立器件所需要的设备以及资料

一种是对仪器的电气性能进行测量并对其进行有关的电气参数的测量。如: 曲线计, 显示波长计, 电流计, 仪表参数计, 电压计, 信号发生器等。第二, 应具备显微检测装置, 能够按规定的需要, 对零件的外部、芯片、内衬等进行一系列的表面点进行检测。第三, 是利用物理和化学方法, 对大功率半导体器件的结构和成分进行高效的分析。比如红外扫描装置, 激光扫描装置, 声学探测装置, 辐射显微镜, 气象分光计, 等等。第四种是对故障处理进行分析的辅助设备。如各类应力计, 测试仪器, 开封工具, 高温箱等。第五, 清除金属、钝化层、氧化层、染色、氧化、腐蚀等一系列化学结石及药物。除此之外, 设备故障分析员应具有足够的专业知识来使用相关的设备。^[2]

三、半导体器件失效的现场分析研究

1. 在半导体器件故障分析中, 研究人员既要掌握故障设备的物理目标, 又要掌握故障设备的相关数据和信息。首先, 要了解故障的本质。检查主要内容有: 生产日期, 生产标准, 批号和数量, 器件的失效次数, 器件的来源, 主要失效阶段和特点, 失效过程的现象, 主要特征和参数。二是在发生事故时所能得到的资料。主要是指在半导体设备发生故障时, 所处的环境、压力、工作时间等。测试失效的零件是从测试的类型, 时间, 应用应力, 每个周期提供的不同的参数。在运输过程中, 发生故障的设备也是整个制造流程的一部分。整机的故障设备有: 设备的方向, 工作环境, 工作时间, 经验, 故障设备的重要作用, 减少因素, 工作偏差, 输入输出等。并对设备故障排除过程中出现的异常状况和环境进行了详细的记录, 并对整个设备的运行状态和运行的规律进行了详细的记录。^[3]第三, 该半导体装置结构与工艺的资讯: 包含某些设计功能、结构与结构、工艺材料及资讯材料。

在一系列的研究和分析中,必须了解部件的故障位置信息、部件可靠参数试验的必要结果、部件失效原因和模型需求的最后含有和确认信息、进一步观察结果等。在此基础上,对故障机理进行了深入的分析与研究,并对其进行了较为合理的假设与界定,并对其进行了正确的判定,并对其进行了详细的分析。

2.分析半导体分立器件的步骤。该程序很严谨,很正规,是对部件失效分析方法的集中概括,并将其有机地整合在一起。从外部开始,再到内部进行检验。要按照仪器类型、封装环境和形式、报告提出的一系列故障模型来进一步发展。如果需要,可以对一些程序做一些修正,并对一些附加条件做一个总结。具体的操作方法有:第一、对产品的错误进行修正和改进。第二、做一些必要的显微镜检查。第三、对必要电力系统的失效程序进行确认与设定。第四、从两个方面进行辐射无损探测。第五、对封装的密封测试、电气性能测试、环境测试等方面的研究,可以进一步研究各种失效模式的机理和原理。

四、大功率半导体分立器件失效的主要原因

1.器件由于自身存在的缺陷而导致的失效原因

引起分立器件失效的原因有两方面,一是由于零件自身的问题,二是由于操作不当造成的。第一个因素包括:表面污染,材料缺陷,包装质量下降,密封和焊接不良,工艺过程中静电破坏,金属化电迁移,氧化层缺陷,金属化不良和表面刮伤。第二种原因是由于线路设计不合理,造成设备损坏、脱落、裂纹、焊接温度过高、时间过长、防静电措施造成的静电损坏、零件识别不足造成的过压。

离散半导体器件自身也会有缺陷,例如表面裂纹,金属特性的电传输,氧化层的某些缺陷,金属化的不良反应,半导体材料的缺陷,表面的不干净,空白焊料的缺陷。在这些问题中,最普遍的是焊接材料的空穴。造成这一问题的根源在于,二极管在很长的一段时间内,会产生大量的热,从而导致了一系列的热传递。在将热量传导至晶片的焊接表面时,晶片的焊接表面与晶片之间的接触面相接触,将热量直接传送至散热器,使其散发出热量,并向周围辐射,实现了有效的散热。然而,在生产此类半导体离散装置时,某些焊接工艺不当,会使某些焊接材料内部产生空洞,使换热系数降低,从而使其成为导热性能下降的导体。这样的直接后果就是各部件的热性能降低,当热聚集到一块时,某一区域内的温度就会立刻升高。孔隙内的气体还会因热循环而产生膨胀和收缩的应力效应,而这些孔隙就会成为以往的应力集中区域。由于这一过程是连续的,因此产生的应力是连续的,没有间断,并且在持续的时间内,应力继续向外扩散,最后导致了大量的裂纹。在连续的应力作用下,裂纹逐步向器件内部扩展,并最终形成了宏观裂缝。

上述是最基本和最直接的应力裂纹的成因。在集中加热阶段,裂纹的强度逐步增加,并使其继续扩展,最后造成整流二极管的短路,最后造成大电流的冲击而发生故障。^[4]

2.因使用不当而最终会导致的失效故障

在采用特定的半导体器件时,由于存在着各种各样的不确定因素,会造成不恰当的应用效果,从而造成高的失效概率,甚至达到50%以上。其根本原因在于所采用的电路系统存在设计上的缺陷,在正常使用时,会出现过电流、过电压、过电等问题,从而造成分立器件的故障。第二,由于功率特性系统负载过大,没有有效的防护措施,导致了分立装置的失效。第三,在实际应用中,某些标准严格、高效的防静电措施没有得到合理的运用。第四,不熟悉产品设计人员的工作,不了解产品的使用情况,不了解产品的使用情况,所用的产品实际不能满足使用的要求和标准,从而造成产品在超出压力的情况下长时间不标准化,从而造成产品失效。

五、半导体分立器件失效的预防

试验结果显示,元件的故障与工作电压有直接或间接的关系,工作电压会使元件的使用寿命减少。尤其是在飞机的电力供应系统中,至少存在着数百个具有感应特性的电器,这些电器在一定的时间里都会处于工作状态,而当它们离开电网时,就会出现电压峰值,从而对设备造成巨大的损害。要防止重复发生,可以采取两个有效的措施。首先,一个能产生一个峰值电压的装置,在该装置的出口采用一种叫做“削峰”的预防措施,在该装置自身的电路循环中,有效地抑制了有害的峰电压,并阻止了峰电压的流入到该分布设定系统和网络中。第二,在该装置的功率密度很大的进口处,该吸收器可以有效地吸收该峰值电压,从而阻止该分配系统的峰值电压流入该分配系统。

六、结束语

其实,对大功率半导体分立器件失效分析的目标就是通过一系列严格的检验与验证,从而验证其失效模式、原因、过程、方向、原理等。为了避免此类故障的发生,必须对此类器件的制造、设计、验证和改进等工作进行协调和指导。因此,要找到最好的解决办法,就必须要有更好的有效性分析方法和思路。

参考文献:

- [1]张福熙.飞机的供电系统[D].大连:大连理工大学论文,2011,32(3):130.
- [2]郭永基.电力系统可靠性分析[M].北京:清华大学出版社,2011,1(366):130.
- [3]刘明治.可靠性试验[M].北京:电子工业出版社,2010,33(12):27.
- [4]孔学东,恩云飞.电子元器件失效分析与典型案例[M].北京:国防工业出版社,2006.