

电子元器件封装技术发展趋势

陈卓 赵倩 李旭 田薇 王彦昊

西安应用光学研究所

[摘要] 随着信息时代的到来, 电子产业发展迅速, 带动了相关电子封装行业的进步。电子封装技术在现代电子工业中也变得越来越重要。电子封装技术是系统封装技术的重要组成部分, 是系统封装技术的重要技术基础。它需要保护、操作和冷却电子芯片, 并为它们提供与外界的电气和机械连接, 同时尽量减少对其电气性能的影响。高功率、高密度、小型化、高可靠性和绿色封装是当代电子封装技术的主要特点。随着电子产品和设备向小型化、大规模集成化、高效率和高可靠性方向发展, 对封装材料、技术和可靠性提出了越来越高的要求。重点关注微电子封装技术的发展, 介绍电子封装技术的发展历程, 目前广泛应用的微电子封装技术, 研究微电子发展面临的挑战, 提出微电子封装技术的发展趋势。

[关键词] 电子元器件; 封装技术; 发展趋势

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.11.754

引言

20世纪以来, 计算机等通信产业的飞速发展, 使微电子产业逐渐成为世界重要产业, 同时微电子产业也是我国重要的支柱产业。所谓微电子封装技术, 是指将许多半导体电子元件组装成一个完整的封装, 电源由外界提供。微电子封装可以保证IC在正常工作时能有效避免外界干扰, 因此, 微电子封装必须满足电子器件的设计要求, 在质量和可靠性方面能满足各项指标的要求。当前, 微电子产业发展迅速, 电子产品已融入我们生活的方方面面, 信息产业、通讯产业、能源产业等都离不开微电子技术, 是电子技术的核心。

一、电子封装的定义和内涵

电子封装技术是指将一个或多个芯片生产封装并连接到电路器件的工艺。早期为芯片提供机械支撑、保护和电热键合功能, 逐渐融入芯片制造技术和系统集成技术, 发展成为新型微电子封装技术, 推动了一代电子元器件和电路的优化, 推动整个产业的整体性能水平的提高。封装过程对器件的性能起着至关重要的作用。电子封装是为电子产品提供便利环境的技术, 保证电子产品在一段时间内的可靠性。封装也可以说是集成半导体电路芯片安装的包裹体, 不仅起到放置、固定、闭合、保护芯片和增加导热性的作用, 而且还是芯片内部世界和外部电路之间的连接桥梁。对于很多电子产品来说, 封装技术是非常关键的一环。电子封装通常具有五个主要功能, 即配电、信号分布、热分布通道、机械支撑和环境保护。配电: 可以接通电源, 使电流在芯片和电路之间流动。必须适当考虑电源和地线的合理分配; 信号分布: 为了尽量减少信号传输功率延迟, 连接路径应该更短。还要考虑互连, 合理分配信号线和地线; 散热通道: 电子封装必须考虑如何将器件或元件在长时间工作中散发的热量散发出去, 有时还需要额外的散热片和热沉; 机械支撑: 包装需要为芯片和其他部件提供坚固可靠的机械支撑; 环保: 半导体器件和电路的很多参数都与半导体的表面状况密切相关, 在半导体芯片生产出来之前, 它总是受到周围环境的威胁, 在使用中, 芯片必须密闭保护。

二、封装技术发展现状

ITRS (国际半导体技术路线图组织) 针对半导体产业的发展挑战, 提出“新摩尔定律”概念的基本内涵, 即功能的重复, 为IC芯片带来无穷的创新空间和包装。随着封装技术的不断发展, MCP、SiP、SoP、PoP、SCSP、SDP、WLP等封装结构已经变得普遍, 并且是集成3D (三维) 封装、TVS集成 (via Silicon), 这些都趋于发展在定向封装方面, 这样的研究和技术发展奠定了坚实的基础, 可以解决芯片技术发展中的某些障碍, 从而导致半导体技术发展方式的根本改变。

(一) 国内封装技术发展现状

封装技术与测试与市场研讨会、中国半导体市场年度会议等活动可以简要概述封装技术的发展现状。以技术创新为代表的国内封装企业发展迅速, 生产经营规模化, 技术开始接近国际先进水平。25家产业链相关单位成立了“中国集成电路封装产业链创

新技术联盟”, 建立了高密度IC封装技术国家工程实验室。

根据国际化战略和品牌战略的实施, BGA、CSP、MCP等新型封装技术已应用于多条生产线。自主知识产权技术如MIS、SQFN、FBP等已取得成功, 基本掌握了如TSV、RF SiP、三维晶圆级封装、铜凹凸互连、高密FC-BGA封装测试、50 μm的下三维堆叠超薄芯片等国际主要封测技术, QFN系列产品等先进技术齐全, 具有良好的生产经验。MIS芯片封装技术可替代高成本的BGA封装, 内部引脚密度25 μm, 引脚间距25 μm, 可将现有IC封装技术提高QFN/DFN系列产品的一级新技术, 扩展开拓新领域, 创造产品实现小尺寸和高密度, 内外引脚连接技术, 可节省30%以上的成本, 并配合基于基板的SiP封测服务, 取得进步制程中, 同时拥有自主的铜材知识产权。大项目强势引领, 自主创新达到制高点, 产业环境日益改善, 高密度BUMP产业化, 先进WLP封装成功启动, QFN/LQFP量产快速推进, MIS-PP技术开创了原包装的巅峰, 经过积极进取和努力, 涌现出许多创新的包装技术和产品, 并拥有自主知识产权。

(二) 国际封装技术发展现状

1. 3D封装的主要类别及技术

3D封装大大提高了芯片的尺寸、重量、速度、效率、功耗等性能, 并具有诸多技术优势: (1) 在尺寸和重量方面, 相比单片封装, 采用3D技术可以减小封装尺寸, 重量减少达40倍到50倍; (2) 速度方面, 3D互连长度更短, 运行速度更快, 寄生电容和电感得以降低, 系统总功耗降低30%左右; (3) 与2D封装相比, 3D技术的贴装效率约为2D的200%; (4) 在芯片上, 噪声的幅度和频率很大程度上受到封装和互连的限制, 3D技术通过缩短互连长度来起到降低噪声的作用。它还减少了与互连相关的寄生虫; (5) 随着芯片尺寸的不断缩小, 3D技术可以不断提高电路密度、性能和降低成本。高密度3D包装是为了满足航空航天、卫星、军事、计算机、通信系统和消费者的需求。

2. SiP技术

SiP技术正变得越来越工业化。它以芯片为中心, 没有薄层集成, 有单独的组件集成, 需要主板。继承并丰富了传统3D包装形式; 此外, 整合现有核心资源和生产工艺优势, 降低成本, 缩短上市时间; 同时克服了工艺兼容性、信号混频、电磁干扰等困难。产品主要专注于高性能、低成本和便携式通信系统。

3. TSV集成技术

TSV集成技术是一种利用垂直线穿过硅来完成芯片间互连的方法, 具有更短的连接距离和更高的强度, 可以实现更小、更薄的封装, 具有更高的性能以及更高的密度和显著减小的尺寸和重量。也可用于不同芯片之间的互连。TVS孔集成按制作时间段分为四种: 首通孔、中通孔、末通孔和连接后通孔。在存储器积累、MEMS结构封装和图像传感器方面的应用发展迅猛。铜-铜键合、金属易熔键合、硅键合、焊接键合等已成为3D集成和WLP的关键流程之一。

4. MEMS器件WLP技术

(下转第1484页)

中,需要对安全全过程进行处理,若存在安全故障问题,那么需要及时矫正及处理。其二钢柱安装,在其环节中需要工作人员对柱脚及螺栓的位置进行协调,防止因为安装不到位而频繁出现问题。当第二节钢柱正在安装的过程中,需要施工规范及标准要求与第一节做好定位与接口的连接工作,按照规范及结构图纸的质量要求焊接。

(二) 结构连接技术

结构连接技术是钢结构技术的重要部分。以钢柱为例:钢柱分为箱型柱、H型钢柱、格构柱、十字截面柱及组合截面柱等几种类型。箱型柱、组合截面柱焊接是实际操作的过程中难度较大的钢柱类型,应当引导工作人员对柱面对称设置及有效管理,明晰组对过程顺序,确保组对的准确性。另外,对工作人员的焊接技术要求也颇为严格,需要掌握熔透焊接,电渣压力焊,厚板焊接等较难技术。为全面提高建筑工程质量,在实际焊接处理过程中,需要高度重视变形管理。焊接技术作为建筑工程工作中的重点技术,必须加强焊接技术相关方面的监管,坚决防止因焊接给钢结构技术带来的诸多安全风险。

四、钢结构技术在建筑工程中的应用质量改善途径

(一) 实施标准化质量控制

在实际采用标准化质量控制方法的过程中,应当全方位改进与完善钢结构技术的应用质量及效果最为关键。因此,在完成框架标准化管理的过程中,应当保障构件的稳定性,满足建筑行业及不同区域的标准要求及安全要求,为此保障吊装作业的有序开展。另外,在完成焊接前期准备管理工作的过程中,应当从技术标准及焊接管理要求角度出发,引导工作人员完成对差异化之间的选择,为此减少焊接之后存在的收缩变形问题。

(二) 做好钢结构焊接与螺栓连接控制

钢结构的焊接与螺栓连接控制改善钢结构技术应用条件的重要途径。因此在焊接过程中,为保障焊接质量,首先需要结合焊接方案并制定相应的焊接顺序,保障钢结构变形及应力的有效管

理,完成平面焊接时期的准备控制工作,在最大程度上采用对称原则满足建筑行业开展作业的标准要求。与此同时,在螺栓位置进行连接的过程中,应当完成坡口连接工作,以钢柱为标准,在实际焊接过程中保障其质量及效率,为保障焊接强度,首先需要设置临时螺丝,保障焊接的匹配程度及固定程度,防止建筑质量存在安全风险。

(三) 选择合适的吊装模式与校正途径

在选择完全适合建筑工程吊装方式的同时,应当按照标准化程度满足管理标准及控制要求。当实际焊接中,钢梁上方需要临时完成吊装焊接,并将两端分别进行限位的钢板设置,同时需要在适当位置安装吊耳之后在进行吊装即可。需要注意标准节及钢结构安装完成之后,应当对轴线位置进行重新标记,进而为保障完成钢柱安装基准调控创造条件。

结束语:综上所述,当钢结构技术在当今社会大力推广及广泛应用中,其在标准化背景下已经广泛得到各个企业的认可及肯定。因此,在钢结构技术实际应用过程中,应当将安装施工技术及结构连接技术两者之间合理应用,全面推广钢结构焊接及螺栓连接的控制,尽量选择匹配度较高的吊装模式,在最大程度上满足钢结构的实际控制需求。与此同时,钢结构技术在建筑工程行业广泛的应用中,需要保障其质量及效率完全符合实际应用的标准要求,为此全面促进我国建筑工程行业的进步,并为我国贡献出巨大的力量,从而保障建筑行业可持续发展。

参考文献:

- [1]张妍.混凝土与钢结构工程中的建筑工程施工技术[J].四川建材,2021,47(1):123-124.
- [2]程媛.浅谈现代建筑钢结构工程的安装施工及其安全防护[J].居业,2021(1):96-97.
- [3]钟灵义.建筑钢结构工程吊装施工方案控制要点[J].价值工程,2020,39(7):153-154.

(上接第1482页)

MEMS (Micro-Electro-Mechanical System) 器件一般具有悬浮式和可移动式结构,也因此容易损坏、沾粘湿气和灰尘,最终导致故障。一方面,应用要求提高MEMS设备的可靠性和长期耐用性,同时要求减小封装体积,降低封装成本。晶圆级封装(WLP)是一种在一个晶圆上完成的封装技术,用于生产MEMS设备。它另一方面,MEMS设备和IC的集成变得越来越重要,但并非所有MEMS工艺都符合CMOS标准。基于WLP多层晶圆连接和3D垂直集成封装的基础,结合TSV技术实现IC集成封装已成为重要的发展趋势。部分MEMS等芯片的集成3D封装技术已付诸实践,可得到集CPU、DSP、处理电路、激活器等为一体的微系统,解决了因工艺问题与芯片集成的不足之处。

三、微电子封装的发展趋势

微电子封装技术在发展过程中也面临一定的挑战。例如,一段时间以来,封装技术的发展一直停滞不前。6到64个插座的扁平两线封装基本可以满足所有集成电路的需要。封装技术没有新的发展。然而,随着新的市场需求不断变化,新的封装材料也在不断发展,微电子封装技术将有更好的发展。未来微电子封装技术发展的趋势一般有这几个方面。

首先,表面贴装形式的封装技术不会被淘汰。这种安装封装方式是对芯片载体的概括,满足市场对完整系统的需求。目前,电子产品向小型化、轻量化方向发展,这一特点要求整机组装所使用的器件为芯片式,使器件平放在印刷电路板上。焊膏焊盘再焊接固定,减小了电子产品的体积,减轻了其重量,提高了产品的性能。

其次,封装技术将具有更高的密度、更小的体积和更多的引线。尽管电子产品越来越小,但市场上超大规模的集成电路仍然

占据一半的空间,其表面积可以达到7毫米×7毫米,这对封装技术提出了低功耗和高速度挑战。这些问题迫切需要通过封装技术来解决。目前,许多研究人员已经研发出高纯度、低应力、高密度的封装技术来解决VLSI封装问题。如果要减小封装体积并增加帽盖,最有效的方法是减少插座之间的距离。但不可否认的是,随着引线间距的缩小,也会出现新的技术问题,例如间距的缩小会对绝缘电阻和分布容量造成压力。未来,为了更好的发展,必然要解决这个问题。

第三,塑料封装仍是微电子封装的主要技术。塑料封装优势明显,技术成本低,方法简单,功能卓越。据统计,目前微电子封装中,86%以上是塑料封装形式。塑料封装也有明显的缺点,主要是封闭性差,非气密。针对这些缺点,该技术在市场上也有所改进,稳定性显著提高,市场前景还是很广阔的。

结语

总之,电子封装技术已经包括了不同的材料、电子学、热学、力学、化学、可靠性等各个学科。在共同设计芯片封装和使用具有成本效益的材料和工艺来满足不同的可靠性要求方面仍然存在挑战。为满足当前的需求,让大容量设备具备大容量的能力,行业还必须在技术和制造上进行大量的创新研究。

参考文献:

- [1]许磊.产品电子元器件封装及加固技术[J].装备环境工程,2016,13(04):157-161.
- [2]郑雨薇.电子元器件及其封装材料镀层的电子显微研究[D].电子科技大学,2015.