

集成电路引线框架全尺寸测量编程技巧研究及应用

刘国滔 王李发 俞世友

宁波德洲精密电子有限公司

DOI: 10.12238/ems.v6i5.7775

[摘要] 集成电路 (IC) 引线框架的全尺寸测量是半导体行业中不可或缺的关键环节。本文旨在介绍该测量过程的概述、编程技巧和具体使用案例。首先, 概述了全尺寸测量的重要性和涉及的关键参数。随后, 重点介绍了在测量过程中的编程环境准备、测量参数设置和数据处理与分析方面的技巧。最后, 通过电子工业和半导体生产的两个具体案例, 展示了引线框架全尺寸测量在实际应用中的重要性和优势。

[关键词] 集成电路; 引线框架; 全尺寸测量; 编程技巧

Research and application of programming techniques for full-size measurement of integrated circuit lead frames

Liu Guotao, Wang Lifa, Yu Shiyu

Ningbo Dezhou Precision Electronics Co., Ltd

[Abstract] The full size measurement of integrated circuit (IC) lead frames is an indispensable key link in the semiconductor industry. This article aims to introduce an overview, programming techniques, and specific usage cases of the measurement process. Firstly, the importance of full-scale measurement and the key parameters involved were outlined. Subsequently, the focus was on the programming environment preparation, measurement parameter settings, and data processing and analysis techniques during the measurement process. Finally, the importance and advantages of full-scale measurement of lead frames in practical applications were demonstrated through two specific cases in the electronics industry and semiconductor production.

[Key words] Integrated circuit; Lead frame; Full size measurement; Programming skills

引言

集成电路 (IC) 引线框架全尺寸测量是确保封装质量、可靠性和性能的关键过程。其涉及对引线间距、宽度、长度等参数进行精确评估。该过程利用先进技术和设备, 如光学测量系统和坐标测量机, 实现微米级测量精度。全尺寸测量在 IC 封装设计、制造和质量控制中发挥着重要作用, 有助于优化工艺、降低制造缺陷风险并提高产品性能。

1 集成电路引线框架全尺寸测量概述

集成电路 (IC) 引线框架的全尺寸测量是半导体行业的关键过程, 在确保 IC 封装的质量、可靠性和性能方面发挥着关键作用。引线框架全尺寸测量是指对 IC 封装中使用的引线框架的物理尺寸和特性进行综合评价和评估。引线框架作为封装半导体芯片的结构基础, 提供电气连接和机械支撑。全尺寸测量涉及对引线间距、引线宽度、引线长度、芯片贴装焊盘尺寸和引线框架的整体尺寸精度等参数进行精确量化和分析。该测量过程采用先进的计量技术和设备, 包括基于光学和激光的测量系统、坐标测量机 (CMM) 和自动检测系统。

这些工具可实现微米级精度的高精度测量, 确保符合严格的行业标准和规范。

引线框架全尺寸的测量在 IC 封装和半导体制造的各个阶段都具有重要意义。其重要性的主要原因之一是确保引线框架的尺寸精度和一致性, 这直接影响封装 IC 的性能和可靠性。在 IC 封装的设计和开发阶段, 精确的测量至关重要。设计工程师依靠精确的尺寸数据来优化引线框架的布局和配置, 确保与特定 IC 芯片设计和封装类型的兼容性。通过在设计过程的早期验证引线框架的尺寸, 工程师可以先发制人地识别并纠正任何差异, 从而最大限度的降低制造缺陷的风险, 并确保与下游装配过程的无缝集成。引线框架的全尺寸测量在半导体制造过程中的质量控制和工艺优化中起着至关重要的作用。制造商采用严格的检测协议来验证引线框架在各个生产阶段 (包括冲压、电镀和组装) 的尺寸完整性。通过监控引线几何形状和对齐等关键参数, 制造商可以检测与规格的偏差并实施纠正措施以保持产品质量和一致性。引线框架全尺寸测量在封装 IC 的故障分析和可靠性测试中得

到了广泛的应用。在生产后测试和鉴定期间, 制造商对封装设备进行加速老化测试、热循环和机械应力分析, 以评估其长期可靠性和耐用性。通过全尺寸测量获得的精确尺寸数据是评估封装 IC 在实际工作条件下的性能和鲁棒性的关键基准。

2 集成电路引线框架全尺寸测量的编程技巧

2.1 编程环境准备

精确测量全尺寸集成电路 (IC) 引线框架需要强大的编程环境, 配备专门的软件和硬件工具。选择合适的测量软件对于控制测量仪器、获取数据和执行分析至关重要。常用选项包括 LabVIEW、MATLAB、带有 OpenCV 和 NumPy 等库的 Python, 以及仪器制造商提供的专有软件。这些软件包提供从仪器控制到高级数据处理功能的各种功能。IDE 是一个全面的软件平台, 用于编写、调试和执行测量脚本或程序。编程环境中常用的 IDE 包括 PyCharm、VisualStudioCode、MATLAB 的集成编辑器和 LabVIEW 的开发环境。这些 IDE 提供了用于代码编辑、调试、版本控制以及与测量硬件集成的工具。测量数据的有效可视化对于解释结果和深入了解引线框架尺寸至关重要。matplotlib、Plotly 和 LabVIEW 的内置绘图功能等软件工具使工程师能够创建测量数据的可视化表示, 包括直方图、散点图和 3D 曲面图。

根据具体的测量要求和预算限制, 可以使用各种测量仪器对 IC 引线框架进行全尺寸测量。常见的仪器包括数字卡尺、千分尺、激光扫描仪、坐标测量机 (CMM) 以及配备摄像头和图像处理功能的视觉系统。为了与测量仪器连接并捕获测量数据, 使用了数据采集硬件, 如数据采集卡、USB 数据采集模块和基于以太网的数据采集系统。这些器件有助于实时数据采集、同步和信号调理, 以实现精确测量。在测量仪器和编程环境之间建立通信通常需要使用标准通信接口, 例如 USB、以太网、GPIB (通用接口总线) 和 RS-232 (推荐标准 232)。此外, 可能需要仪器制造商提供的专用通信协议和驱动程序, 以便与测量软件无缝集成。

在指定的计算机或开发平台上安装必要的软件包, 包括测量软件、IDE 和数据可视化工具。确保与操作系统和硬件规格的兼容性, 以避免兼容性问题。使用适当的通信接口和电缆将测量仪器和数据采集硬件连接到编程环境。按照制造商的说明进行硬件设置、校准和初始化, 以确保正确的功能和准确性。安装与测量仪器和数据采集硬件连接所需的设备驱动程序和通信协议。验证驱动程序与操作系统的兼容性, 并根据需要更新驱动程序, 以确保无缝通信和数据传输。

2.2 测量参数设置

在开始测量过程之前, 确定需要测量的关键参数并确定其优先级至关重要, 以确保 IC 引线框架的尺寸精度和一致性。常用参数包括以下几点: 一是引线间距。引线框架上相邻引线或引脚之间的距离。二是引线宽度。单个引线的宽度, 决定了引线框架的导电性和机械稳定性。三是引线长度。从

芯片连接垫延伸外部键合接口的引线长度。四是芯片连接焊盘尺寸。连接半导体芯片 (芯片) 的焊盘尺寸。五是整体尺寸精度。引线框架各种组件和特征的精度和公差限制。

确定测量参数后, 相应地配置测量仪器和硬件设备, 以确保准确的数据采集和分析。在数字卡尺、千分尺和坐标测量机 (CMM) 等仪器上设置适当的测量范围和分辨率。校准传感器、探头和相机, 以补偿环境因素并确保测量精度。调整数据采集硬件上的采样率、触发设置和滤波参数, 以优化数据采集性能并降低噪声。

配置测量软件和编程环境, 以定义测量参数、控制测量仪器并有效的处理采集的数据。创建测量脚本或程序, 以自动执行测量过程并确保多个测量的一致性。实施数据预处理、过滤和分析算法, 以提取相关信息并丢弃异常值。指定测量单位、公差和报告格式, 以确保与行业标准和要求兼容。实施误差处理机制, 以检测和减轻测量误差或偏离预期值的情况。

在对实际 IC 引线框架进行全尺寸测量之前, 请执行校准和验证程序, 以确保测量参数的准确性和可靠性。使用参考标准或校准伪影校准测量仪器, 以验证测量精度和可追溯性。对具有代表性的样品或测试结构进行试点测量, 以验证测量算法和参数设置。将测量结果与已知参考值或规格进行比较, 以评估测量精度并识别潜在的差异。根据校准和验证程序的反馈, 迭代优化测量参数, 以优化测量精度和可重复性。

通过根据 IC 引线框架的具体要求和特性精心设置和配置测量参数, 工程师可以确保全尺寸测量的准确性、可靠性和一致性。这有助于半导体制造中有效的质量控制、工艺优化和设计验证, 最终有助于生产高性能、可靠的 IC 封装解决方案。

2.3 数据处理与分析

有效的数据处理和分析是集成电路 (IC) 引线框架全面测量的关键组成部分。在深入研究数据处理和分析之前, 必须确保从测量仪器准确采集数据。与测量仪器和数据采集硬件建立通信, 以启动测量并检索原始数据。实施错误处理机制, 以检测和处理通信错误、仪器故障或数据采集故障。以结构化格式 (例如, 数组、矩阵或数据框) 捕获测量数据, 以便进行后续处理和分析。

获取原始测量数据后, 对数据进行预处理以提高其质量和可用性。应用降噪技术 (例如中值滤波、低通滤波) 来消除测量噪声和伪影。使用移动平均线或样条插值等技术对数据进行平滑处理, 以消除不规则和波动。执行校准调整以补偿系统误差或仪器漂移, 确保测量精度和一致性。

进行全面的尺寸分析, 以提取相关见解并表征 IC 引线框架的尺寸属性。根据处理后的测量数据计算引线间距、引线宽度、引线长度和芯片贴装焊盘尺寸等关键尺寸参数。执行统计分析 (例如, 平均值、标准差、分布), 以评估多个样品或批次中尺寸测量的变异性 and 一致性。识别维度数据中的趋

势和模式,以识别可能需要进一步调查的任何系统变化或异常。

将处理后的测量数据和分析结果可视化,以便于对结果的解释和交流。生成维度数据的图形表示(例如,折线图、散点图、直方图),以可视化趋势、分布和相关性。创建三维渲染或曲面图,以可视化IC引线框架内的复杂几何形状和空间关系。生成综合报告,总结测量结果、分析结果以及任何见解或建议,以便采取进一步行动。

优化数据处理和分析程序,以提高效率、可扩展性和可重复性。简化数据处理算法,降低计算复杂度,提高处理速度。实现批处理能力,同时分析多个数据集,减少处理时间和工作量。将数据处理和分析程序与测量自动化框架或 workflow 管理系统集成,以自动执行重复性任务并简化整个测量过程。

通过开发强大的数据处理和分析程序,工程师可以充分利用IC引线框架全尺寸测量的潜力,提取有价值的尺寸见解,优化制造工艺,并确保半导体封装解决方案的质量和可靠性。

3 引线框架全尺寸测量的具体使用案例

3.1 案例一:引线框架全尺寸测量在电子工业中的应用

在电子行业,引线框架的精确测量对于确保电子元件的质量和可靠性至关重要。考虑一个场景,半导体制造商旨在评估用于生产消费电子微控制器的引线框架的尺寸精度。测量过程首先从生产线中选择具有代表性的引线框架样品。这些引线框架使用精密测量仪器(如坐标测量机(CMM)或自动光学检测(AOI)系统)进行彻底检查。测量过程包括捕获详细的尺寸数据,包括引线间距、引线宽度、引线长度和芯片连接焊盘尺寸。高分辨率相机或激光扫描仪用于捕获引线框架的图像或3D点云,然后使用先进的图像处理算法或点云处理软件进行分析。这些算法可识别引线框架的关键特征,并以亚微米级精度提取尺寸测量值。

一旦获得测量数据,就会对其进行全面分析,以获得可操作的见解,并为电子行业的决策过程提供信息。将测量的尺寸数据与规定的公差和行业标准进行比较,以评估引线框架的尺寸精度。对与目标尺寸的任何偏差进行仔细分析,以识别潜在的制造缺陷或工艺变化。测量结果可作为质量控制措施的基础,旨在确保产品的一致性和可靠性。通过根据测量的尺寸数据建立严格的质量标准,制造商可以在生产过程的早期检测和纠正偏差,从而最大限度的减少报废、返工和保修索赔。对测量数据的分析使制造商能够识别流程优化和效率改进的机会。通过将尺寸变化与工艺参数和设备设置相关联,制造商可以微调制造工艺,以实现引线框架尺寸的更严格控制,并提高整体产量和效率。测量数据分析为电子行业的产品开发和创新计划提供了宝贵的见解。通过了解引线框架的尺寸特性及其对产品性能的影响,制造商可以设计下一代电子元件,以满足消费者对更小、更快、更可靠的设备不断变化的需求。

3.2 案例二:引线框架全尺寸测量在半导体生产中的应用

在半导体生产中,引线框架的精确测量对于确保半导体器件的质量、可靠性和性能是必不可少的。引线框架作为封装半导体芯片的结构基础,提供电气连接和机械支撑。在整个制造过程中,采用测量技术来验证引线框架的尺寸精度和一致性。通过进行全尺寸测量,制造商可以检测与设计规范的偏差,并识别可能影响产品质量的潜在缺陷或不规则性。测量数据用于监测和控制关键的制造过程,如冲压、电镀和装配。通过将测量反馈集成到过程控制系统中,制造商可以实时调整过程参数,以保持严格的公差并确保一致的产品质量。测量技术在故障分析调查中起着至关重要的作用,旨在确定半导体器件故障的根本原因。通过对引线框架进行详细的尺寸分析,工程师可以查明导致器件故障的缺陷或异常,并采取纠正措施以防止再次发生。利用测量数据来优化半导体器件的设计和性能。通过分析引线框架的尺寸特性,工程师可以确定设计改进和性能增强的机会,从而生产出更可靠、更高效的半导体产品。

在半导体生产中对引线框架进行全尺寸测量后,将显示和分析结果,以获得可操作的见解并评估相关优势。测量结果使用图表、图形和3D渲染等图形表示进行可视化。可视化有助于全面了解引线框架的尺寸特征,并识别数据中的任何趋势或模式。对测量的尺寸数据进行分析,以评估是否符合设计规范和行业标准。任何偏差或差异都会经过仔细评估,以确定测量结果对产品质量和可靠性的影响。在半导体生产中,引线框架的全尺寸测量的好处是根据提高产品质量、减少制造缺陷、提高工艺效率和提高客户满意度来评估的。优良率提高、缺陷减少和成本节约等定量指标用于衡量测量技术实施带来的切实收益。

结语

引线框架全尺寸测量在半导体行业扮演着关键角色,确保产品质量和性能。通过精准的测量和分析,能够优化工艺、提高产品可靠性,为电子行业的创新和发展提供可靠支持。

[参考文献]

[1]刘滨,夏姗姗,艾晶.日本集成电路材料产业发展的经验启示[J].合成材料老化与应用,2023,52(05):110-112.

[2]张进兵,李翔,崔卫兵.浅析等离子清洗对集成电路塑封空洞异常的影响[J].中国集成电路,2023,32(09):88-91.

[3]于国军,田教锋,孙天祥.集成电路中的引线框架质量影响分析[J].集成电路应用,2023,40(07):41-43.

[4]林娜,黄侨,黄彩清.塑封集成电路中铜丝键合的腐蚀及其评价[J].电子与封装,2023,23(05):5-10.

[5]于国军,孙天祥,张忠科,纪宝成,陈荣耀.集成电路引线框架用异型铜带自动化生产线研究[J].冶金管理,2023,(09):29-30.