

《集成电路芯片多图案晶粒小微缺陷测试方法》 团体标准（报批稿）编制说明

1 项目背景

随着集成电路制造工艺不断向先进制程节点演进，芯片集成度和功能复杂度持续提升，晶粒尺寸不断缩小，芯片表面图案结构日趋精细化和多样化。与此同时，变色、护层异常、脏污、针偏等小微缺陷对芯片良率、可靠性和产品性能的影响愈发显著。特别是在高性能计算、人工智能、汽车电子、通信等领域，对芯片质量和可靠性提出了更高要求，快速、精准地识别和定位晶粒表面小微缺陷已成为集成电路制造过程质量控制的重要环节。目前，行业内针对芯片表面缺陷检测主要依赖人工显微镜检查或传统自动光学检测（AOI）设备，但在多图案、高密度、复杂背景条件下，普遍存在检测效率低、主观性强、漏检率和误检率较高等问题，难以满足先进制造工艺对缺陷检测精度和自动化水平的需求。近年来，高分辨显微成像技术与人工智能图像识别技术的快速发展，为复杂图案结构下小微缺陷的自动检测提供了新的技术路径。然而，国内相关检测方法缺乏统一的测试流程、评价指标和结果输出规范，不同设备和算法之间的检测结果难以进行有效比较和验证。

因此，为充分发挥牵头单位西安电子科技大学杭州研究院在集成电路测试技术、人工智能算法等领域的技术优势，依托高分辨率显微成像、机器视觉与深度学习缺陷识别等核心技术积累，面向集成电路制造过程中多图案晶粒小微缺陷检测精度不足、测试方法不统一、检测结果一致性差等行业共性问题，建立覆盖测试设备、测试条件、测试流程的标准化技术体系，实现晶粒表面色、护层异常、脏污、针偏等典型小微缺陷的准确检测与定位。通过研究制定《集成电路芯片多

图案晶粒小微缺陷测试方法》，为集成电路制造企业、检测机构及检测装备厂商提供统一的测试依据和评价规范，推动人工智能赋能芯片缺陷检测技术的标准化与产业化应用，填补国内集成电路多图案晶粒小微缺陷测试领域相关标准空白，提升我国集成电路制造质量控制与智能检测技术水平。

2 项目来源

本项目根据浙江半导体行业协会浙半发（2025）14号《浙江省半导体行业协会关于〈集成电路芯片多图案晶粒小微缺陷测试方法〉团体标准立项的通知》，由西安电子科技大学杭州研究院为牵头起草单位，项目周期为6个月。

3 标准制定工作概况

3.1 标准制定相关单位及人员

3.1.1 本标准起草单位：西安电子科技大学杭州研究院，杭州朗迅科技股份有限公司，上欧科技（湖州）有限公司。

3.1.2 本标准起草人为：陈冰，张洪瑞，徐振，龚海，熊凯，李志凯。

3.2 主要工作过程

3.2.1 前期准备工作

◆ 标准提案：在X月初召开的团标立项讨论会议上，决定编制《集成电路芯片多图案晶粒小微缺陷测试方法》的协会团体标准，为争取浙江省地方标准奠定基础。

◆ 召开启动、研讨会：X日15日，以线上线下相结合方式召开

第一次研讨会，部分生产企业的相关负责同志参加此次会议，初步确定标准名称、标准框架、起草单位，表明本标准编制工作正式启动。

- ◆ 标准立项：X 月份协会下达了标准立项文件。
- ◆ 组建工作组：组建了由主要企业相关负责人参加的标准编写工作组，明确了编制任务，拟定了编制工作计划。

3.2.2 标准草案研制

- ◆ 收集相关标准：收集到 GB/T 43493.1-2023《半导体器件 功率器件用碳化硅同质外延片缺陷的无损检测识别判据 第 1 部分：缺陷分类》、GB/T 14139-2019《硅外延片》、GB/T 30453-2013《硅材料原生缺陷图谱》、AEC-Q100《基于集成电路应力测试认证的失效机理》、GB/T 43035-2023《半导体器件 集成电路 第 20 部分：膜集成电路和混合膜集成电路总规范 第一篇：内部目检要求》、GB/T 45575-2025《工业产品表面缺陷自动检测系统技术要求》为起草该标准提供了参考。
- ◆ 开展企业调研：到西安电子科技大学杭州研究院，杭州朗迅科技股份有限公司，上欧科技（湖州）有限公司等单位进行了实地调研，同时也向省内主要企业了解集成电路芯片多图案晶粒小微缺陷测试方法与测试需求。
- ◆ 编写标准草案及其编制说明：根据标准编制原则，经反复研究，确定了标准主要内容，编制了标准草案及其编制说明。

3.2.3 标准研讨会

- ◆ 召开了标准启动会暨研讨会。会上，编制组向与会专家作了标准的编制说明，汇报了标准编制的进展。与会专家和代表提出了具体的修改意见。
- ◆ 会后，标准工作组与生产企业进行了深入的沟通，结合专家和代表的意见对标准草案进行了修改完善，最终形成标准征求意见稿及其编制说明。

3.2.4 征求意见

X月X日开始，向X家相关单位和个人发送电子版标准征求意见稿进行征求意见。同时在省半导体行业协会官网上广泛征求意见。共回收意见X条，标准工作组经逐条分析研究，X条全部或部分采纳（详见标准征求意见汇总表）。标准工作组对标准文本和编制说明再次进行修改完善，形成了标准评审稿。

3.2.5 专家评审

X月X日，省半导体行业协会组织专家在X召开标准评审会。标准工作组介绍了标准编制说明；专家组对标准送审稿及编制说明进行质询、讨论。专家组一致同意通过该标准的评审，并形成了《浙江省半导体行业协会团体标准〈集成电路芯片多图案晶粒小微缺陷测试方法〉评审意见》。

3.2.6 标准报批

标准工作组按照专家评审意见，对标准送审稿及其编制说明进行了修改，形成了标准报批稿及其编制说明，报浙江省半导体行业协会批准发布。

4 标准编制原则、主要内容确定依据

4.1 编制原则

4.1.1 协调性原则

本标准作为集成电路芯片多图案晶粒小微缺陷测试方法，其内容应符合国家现行的方针、政策、法律、法规，同时还应与行业发展技术水平相协调，以促进行业技术升级。

4.1.2 适用性原则

技术要求指标的确定，不仅要考虑科学性、先进性，还要考虑适用性，满足使用要求，确保可操作性。

4.1.3 规范性原则

本标准在编制过程中严格按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》规定的基本原则和要求进行编写，参考了GB/T 43493.1-2023《半导体器件 功率器件用碳化硅同质外延片缺陷的无损检测识别判据 第1部分：缺陷分类》、GB/T 14139-2019《硅外延片》、GB/T 30453-2013《硅材料原生缺陷图谱》、AEC-Q100《基于集成电路应力测试认证的失效机理》、GB/T 43035-2023《半导体器件 集成电路 第20部分：膜集成电路和混合膜集成电路总规范 第一篇：内部目检要求》、GB/T 45575-2025《工业产品表面缺陷自动检测系统技术要求》行业相关标准。

4.2 主要内容确定依据

标准主要内容包括集成电路芯片多图案晶粒中小微缺陷的测试设备、测试条件、测试方法、数据处理及结果输出要求以及附录等。

4.2.1 术语和定义

对“多图案晶粒”该术语进行了定义；对“小微缺陷”、“变色”、“护层异常”、“脏污”、“针偏”、“Ultralytics YOLO框架”等术语进行了说明。

4.2.2 测试设备

根据测试实际需要，对测试所需要的装备进行了系统性的说明。

4.2.3 测试条件

根据实际测试环境需要，对环境条件进行了说明。

4.2.4 测试方法

根据测试需要，详细说明了从测试验证到结果输出的全流程测试方法。

5. 标准先进性体现

GB/T 43493.1-2023《半导体器件 功率器件用碳化硅同质外延片缺陷的无损检测识别判据 第1部分：缺陷分类》、GB/T 14139-2019《硅外延片》、GB/T 30453-2013《硅材料原生缺陷图谱》、AEC-Q100《基于集成电路应力测试认证的失效机理》、GB/T 43035-2023《半导体器件 集成电路 第20部分：膜集成电路和混合膜集成电路总规范 第一篇：内部目检要求》等相关文件通常只涉及人工手动操作设备进行缺陷检测，本标准首次规定了集成电路芯片多图案晶粒小微缺陷测试方法，本标准首次规定了采用高分辨显微成像系统结合人工智能图像识别算法，对集成电路芯片生产过程中晶粒表面小微缺陷进行自动种类检测与定位，填补了行业的空白。

6 与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调性

6.1 本标准与相关法律、法规、规章、强制性标准无冲突。

6.2 本标准参考了以下标准：

GB/T 43493.1-2023《半导体器件 功率器件用碳化硅同质外延片缺陷的无损检测识别判据 第1部分：缺陷分类》

GB/T 14139-2019《硅外延片》

GB/T 30453-2013《硅材料原生缺陷图谱》

AEC-Q100 《基于集成电路应力测试认证的失效机理》

GB/T 43035-2023 《半导体器件 集成电路 第20部分：膜集成电路和混合膜集成电路总规范 第一篇：内部目检要求》

GB/T 45575-2025 《工业产品表面缺陷自动检测系统技术要求》

7 社会效益

本标准描述了集成电路芯片多图案晶粒小微缺陷测试方法的技术要求，填补了国内集成电路芯片多图案晶粒小微缺陷检测领域相关测试标准和技术规范的空白，能够为行业相关企业、科研院所、检测机构及检测设备厂商提供统一的测试依据和评价标准。

8 重大分歧意见的处理经过和依据

无。

9 废止现行相关标准的建议

无。

10 提出标准强制实施或推荐实施的建议和理由

本标准浙江省半导体行业协会团体标准，为推荐性标准，建议在协会会员中推广使用。经协会同意，也可供其他企业使用。

11 贯彻标准的要求和措施建议

标准文本在浙江省半导体协会官方网站上全文公布，供社会免费查阅。协会适时组织开展标准的宣贯工作。

12 其他应予说明的事项

无。

《集成电路芯片多图案晶粒小微缺陷测试方法》

标准编制工作组

2026年X月X日