

国家标准《半导体晶片近边缘几何形态评价 第1部分：高度径向二阶导数法（ZDD）》

编制说明（预审稿）

一、工作简况

1. 立项目的和意义

目前，半导体材料特别是大直径硅片的技术、设备、市场被国外垄断，不仅阻碍了国内集成电路产业的发展，更严重威胁国家信息安全。以半导体硅片为例，目前国内8英寸硅单晶抛光片约90%依赖进口，12英寸硅片95%以上依赖进口。尤其在当前国际形势下，保障国家集成电路产业供应本土化的需求越为迫切。

随着硅片直径的增加和线宽的不断降低，对硅片几何参数的要求也在不断提高，而影响硅片几何参数的最大因素来源于硅片的近边缘区域。究其原因主要是和目前使用的硅片加工工艺有关，由于研磨、腐蚀、抛光工艺本身的边缘效应特点，硅片在近边缘区域的厚度、平整度等形态的控制难度相对更大，因此在近边缘区域，硅片几何形态参数变差的现象相对更为常见。因此有效地评价和管控大直径晶片，如300mm抛光片和外延片的近边缘品质和近边缘形态，进而提高硅片整体质量和集成电路芯片的成品率，进一步提升技术代的升级都有着重要的意义。特别是在目前的国际形势下，发展我国自己的大直径、高质量半导体硅片，彻底摆脱在半导体材料和器件方面的落后状态更是有着非常重要的意义。

关于近边缘形态的评价，SEMI在2007年以来已陆续出台了一系列针对大直径硅片近边缘区域几何形态的四个评价标准，以不同的测试区域、计算方法对这一区域进行评价，量化了近边缘区域的几何形态参数。有效的评价和管控硅片的近边缘区域几何形态。国内各大12英寸抛光片生产厂家也都具备了相应的测试设备。因此，制定近边缘几何形态评价的国家标准，使得供需双方的指标和评价方法都有据可依更是显得尤为重要。

2. 任务来源

根据国家标准委发[2021]号文件要求，由山东有研半导体材料有限公司负责国家标准《半导体晶片近边缘几何形态评价 第1部分：高度径向二阶导数法

(ZDD)》的制定工作，计划编号为 20214647-T-469。

3. 项目承担单位概况

山东有研半导体材料有限公司成立于 2018 年 8 月，由有研半导体硅材料股份有限公司和德州经济技术开发区景泰投资有限公司共同出资成立，注册资本 150000 万元，承接有研半导体硅材料股份有限公司的资产和业务，公司主营业务是半导体材料及其他新材料的研发、生产、销售、贸易。主要产品包括数字集成电路用 6-12 英寸硅单晶及硅片、功率集成电路用 6-8 英寸硅片、3-6 英寸区熔硅单晶及硅片、集成电路设备用超大直径硅单晶及硅部件等，产品可应用于集成电路、功率器件、太阳能等多个领域，远销美国、日本、韩国、台湾等多个地区，在国内外市场具有较高的知名度和影响力。其投资控股公司有研半导体硅材料股份有限公司（以下简称“有研硅”）成立于 2001 年 6 月，系中央企业有研科技集团有限公司（以下简称“有研科技集团”）的下属公司，注册资本 130161 万元人民币。有研半导体是国家级高新技术企业和首批国家技术创新示范企业，拥有半导体材料国家工程研究中心、国家企业技术中心，共建了国家有色金属及电子材料分析测试中心，位于北京市高新技术产业云集的中关村科技园区，员工七百余人，拥有整套具有自主知识产权的半导体硅材料的核心技术和符合国际标准的先进厂房设备。公司前身为有研科技集团 401 室，自上世纪 50 年代开始硅材料研究，承担了国家 908、909、科技重大专项等重大工程和专项，拥有多项第一科研和产业化成果：拉制出国内第一根直拉硅单晶和第一根区熔硅单晶，生长出国内第一根 12 英寸硅单晶并为院士联合评为 1997 年十大科技新闻，第一家实现 8 英寸硅片批量产出，第一家建立 12 英寸硅片中试线。相关技术人员起草和参与编制国家标准五十余项，拥有包括博士和硕士研究生在内的科研技术人员 150 人，检验检测设备 58 台套。

4. 主要工作过程

4.1 起草阶段

本项目在立项后，成立了专门的标准编制小组，包括了 12 英寸硅片制造厂家。编制组翻译了 SEMI 标准中针对近边缘形态的 4 个标准；进行了设备、用户要求、相关标准应用等方面的调研和收集；结合国内外用户对晶片近边缘形态测试的要求和实践，制定了了本标准的讨论稿，同时制定了涉及精密度的单个实

验室和多个实验室的测试方案。

2023年2月23日，由全国半导体设备和材料标准化技术委员会材料分会组织，《半导体晶片近边缘几何形态评价 第1部分：高度径向二阶导数法（ZDD）》国家标准第一次工作会议（讨论会）在江苏省徐州市召开，参会有新昇、江苏中能硅业科技发展有限公司、中国电子科技集团公司第四十六研究所等一个单位名专家。与会专家们经过认真充分讨论后，取得了征求意见稿的修改共识及意见，标准编制组会后据此对征求意见稿进行修改，形成了标准预审稿。

二、 标准编制原则和确定标准主要内容的依据

1. 编制原则

1) 本文件编制主要依据 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》、GB/T 20001.4-2015《标准编写规则 第4部分：试验方法标准》的原则进行起草。

2) 标准编制过程中，引用了 GB/T 14264《半导体材料术语》、GB/T 25915.1-2010《洁净室及相关受控环境 第1部分：气洁净度等级》的相关内容。

2. 主要内容及依据

2.1 本文件参照了 SEMI M68-0720 的技术内容，规定了适用于大直径晶圆片近边缘几何形态的评价方法之一：近边缘曲率评价方法。这里大直径主要指直径 300mm 及大于 300mm 的抛光或外延片。目前主要用于 300mm 硅抛光片和外延片，但原则上也可以用于其他半导体材料以及更大尺寸的晶圆片；对于所有的晶圆片，如果能够利用软件将晶片进行扇形划分并得到每一扇形区域内的一系列表面高度或厚度数据，利用本文件中给出的公式，也可以得到 ZDD 的定量评价。而对于 8 英寸以下的更小尺寸，国内外都没有对近边缘几何形态的评价需求。

2.2 为了方便标准的使用者，本文件只给出了近边缘曲率 **near-edge curvature; ZDD (radial double derivative of z (height))** 这一条密切相关的术语，其他涉及近边缘的术语均在 GB/T14264 中。

2.3 本文件的基本原理是将晶片按照不同的半径和圆心角划分为若干扇形区域，选取每个扇形区域中高度数据阵列，逐一计算沿半径方向的二阶导数，从而定量评价半导体晶片的近边缘几何形态。

2.4 本文件参考 SEMI 标准，涵盖了 SEMI 标准的技术内容和要求。同时结合

设备要求以及测试和评价过程中出现的问题，对于干扰因素从人、机、料、法、环方面考虑并做出识别，对测试环境条件、仪器设备提出了要求。

2.5 本文件原则上不涉及晶片的测试设备，根据试验数据处理里的扇形分割要求和计算公式，利用任何满足要求的数据阵列都可以得到 ZDD 的评价。换言之，利用已经得到的一系列晶片上高度或厚度测试数据即可进行定量计算、评价。至于数据阵列是用什么方法、什么设备测的，本文件不涉及。

2.6 为了满足数据的采集，对测试数据的设备提出了分辨率、数据阵列间距等要求，同时对与边缘去除、在数据阵列采集区域中可能出现的晶片夹持、激光标识、切口区域等要求去除的功能进行了要求。

2.7 根据国家标准的编写要求，将利用极坐标和直角坐标系进行去除区域设置的内容作为资料性附录内容。

三、标准水平分析

本标准修订过程中参照国外标准的同时，也结合多年来的实践，在标准中融入了多年来测试、校准的经验，给供需双方提供了依据，也为国内设备商对设备的研制提供了参考。本标准达到 先进水平。

四、与我国有关的现行法律、法规和相关强制性标准的关系

本次修订与现行的法律、法规及国家标准、国家军用标准、行业标准没有冲突，不涉及知识产权纠纷。

五、重大分歧意见的处理经过和依据。

编制组根据起草前确定的编制原则进行了标准起草，标准起草小组前期进行了充分的准备和调研，并做了大量调查论证、信息分析和试验工作。标准在主要技术内容上，行业内取得了较为一致的意见，标准起草过程中未发生重大分歧意见。

六、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议

建议本标准作为推荐性国家标准发布实施。

七、代替或废止现行有关标准的建议

本标准是首次制定标准，无代替或废止现行标准的建议。

八、贯彻国家标准的要求和措施建议

本标准的实施与现有的其他标准没有冲突之处。本标准的制定和推广，能积

极有效地规范国内半导体晶片近边缘形态的评价方法,有利于半导体行业的发展,从而更好地满足半导体产业发展的需要。标准发布后建议组织标准宣贯推广会,促进标准的实施。

九、 其他需要说明的事项

本标准是目前大直径硅片生产、科研中应用广泛和实用的标准。为了更好地发挥该标准的作用,使该标准在尽可能短的时间里在生产及使用单位得到应用,该标准发布实施后应及时进行宣贯。

标准编制组