

国家计量技术规范  
硅片轮廓测量仪校准规范

编制说明

规范起草小组

2024年10月

## 《硅片轮廓测量仪校准规范》编制说明

### 一、 规范制定的必要性

硅片轮廓测量仪广泛应用于新型显示、柔性电子、集成电路等工业领域，可以实现硅片轮廓测量、手机行业形状检测、电子元器件形貌测量、航空器表面粗糙度测量等。其具有的高分辨率，对表面反射、倾斜、杂散光等因素不敏感的特点，特别适用于工业现场的在线检测，应用前景广泛，在中国智能制造 2025 愿景的实现过程以及先进制程突破中起到了愈加重要的作用。

硅片轮廓是集成电路全周期制造加工流程中的重要参数之一。在光刻过程中，硅片轮廓质量会导致焦点深度的变化，从而影响图案的清晰度；在化学机械抛光过程中，硅片轮廓质量会导致 CMP 过程中的不均匀抛光，从而造成表面粗糙和残留应力；在薄膜沉积过程中，凸凹的硅片在沉积过程中可能会导致沉积薄膜厚度的不均匀；在硅片装载过程中，凸凹的硅片可能在自动装载过程中导致硅片损坏。

硅片轮廓测量仪是一种基于同轴双光学位移传感器的无图形硅片面型测量设备，主要用于硅片厚度、总厚度变化量 (TTV)、弯曲度 (Warp)、翘曲度 (Bow)、平坦度等参数的测量。为了打破国外垄断，推动国内先进制程集成电路产业的发展，制定国内硅片轮廓评价标准，硅片轮廓测量仪计量评价需求逐渐增加。但是，国内尚没有合适的标准文件规范校准硅片轮廓测量仪的方法和行为。因此，作为具有代表性的光学式硅片轮廓测量方法，建立硅片轮廓计量标准装置及校准方法便成为十分必要的了。

建立硅片轮廓计量校准方法，将更为明确不同类型的硅片轮廓测量仪的校准方法和相关的技术要求，满足硅片轮廓测量仪硅片厚度/轮廓量值传递和溯源的

需求，提升完善硅片轮廓校准技术方法，满足相关产业发展的需求。

## 二、任务来源

2024年，中国计量院牵头，向全国几何量长度计量技术委员会申请制定《硅片轮廓测量仪校准规范》，2024年，国家市场监督管理总局发布计量函【《市场监管总局计量司关于国家计量技术规范制定、修订及宣贯计划有关事项的通知》，将本规范纳入国家计量技术规范制定计划，由全国几何量工程参量计量技术委员会组织制定，中国计量科学研究院和重庆市计量质量检测研究院等作为主要起草单位承担具体制定任务。武汉精测电子集团股份有限公司、广州计量检测技术研究院等参加起草。

## 三、规范编制的主要原则及技术依据

### 1、编制原则

起草小组在制定该规范的过程中，力求按以下原则完成规范的起草工作：

(1) 参照国际标准和国家相关法律法规，并尽量与国家标准保持一致，保证规范的先进性和可行性；

(2) 在检测用标准器的选择上，既要保证参数完整，性能可靠，又要考虑经济性、便捷性、实用性；

(3) 在检测方法的设计上，在保证精度的基础上，兼顾测量方法的可行性、经济适用及操作方便等要求。

### 2、技术依据

规范编制过程中重点参考了以下标准、规程、规范：

JJF 1001-2011 通用计量术语及定义技术规范。

JJF 1094-2002 测量仪器特性评定。

JJF1071-2010 《国家计量校准规范编写规则》

JJF1001-2010 《通用计量术语及定义》

JJF1059.1-2012 《测量不确定度评定与表示》

ISO25178-602 Geometrical product specifications(GPS)-Surface texture:Areal- Part 602:Nominal characteristics of non-contact(confocal chromatic prob) instruments

GB/T 29507-2013 硅片平整度、厚度及总厚度变化测试 自动非接触扫描法

GB/T 32280-2022 硅片翘曲度和弯曲度的测试自动非接触扫描法

#### 四、 规范制定计划

##### 1、 起草小组筹备和组成

起草小组于 2024 年 01 月开始筹备，考虑参编单位组成应包括计量技术机构和研发制造应用单位。相关的计量技术机构应在硅片轮廓测量仪计量校准方面有较好的技术基础和经验积累；相关的研发制造单位其产品在国内有较广泛的推广和应用，产品技术性能得到行业认可。

2024 年起草小组筹备完成。主要起草单位为中国计量院和重庆市计量质量检测研究院，参与起草单位有南京市计量监督检测院、武汉精测电子集团股份有限公司、广州计量检测技术研究院、深圳市中图仪器股份有限公司。

##### 2、 起草过程

1) 规范起草小组于 2024 年启动规范编写工作，中国计量科学研究院于 2024 年 5 月完成了草案稿规划设计，就规范的框架，项目管理原则和分工，工作进度，试验安排，起草的重点和难点等内容进行了讨论和安排。

2) 2024 年 6 月-7 月，起草组完成了初稿编写，同时进行了相关测量试验，对规范草案逐条进行了分析研究和讨论，对试验方法、试验结果，规范草案稿进

行总结和修改；

3) 2024年8月-10月，起草小组对草案稿再次进行了逐条的认真分析和修改，对行文中的名词术语、描述、表达、数据处理方法进一步规范化，对引用的图示及原理图进行三维模型绘制，完成规范征求意见稿初稿。

## 五、 编制主要技术内容

硅片轮廓测量仪校准规范的主要内容包括：封面，扉页，目录，引言，范围，引用文件，术语和计量单位，概述，计量特性，校准条件，校准项目和校准方法，校准结果表达，复校时间间隔，附录（校准记录参考格式，校准证书内页参考格式，测量结果不确定度评定示例）。

## 六、 规范内容说明

- 1、 按“JJF 1071-2010 国家计量校准规范编写规则”的要求，确定规范结构，包括目录、引言、范围、引用文件、概述、计量特性、校准条件、校准项目和校准方法、校准结果的表达、复校时间间隔及附录等。
- 2、 规定了具体的校准环境条件以及配套设备的技术参数要求。
- 3、 关于本规范的校准项目，主要考虑两个方面的因素：在硅片测量原理方面，不同的加持方式会导致不同原理仪器在测量过程中硅片的状态无法保持统一；在结果输出方面，不同仪器的原理虽然不同，但均是通过获取硅片的表面轮廓信息，对其进行数据处理计算输出不同的参数。综合考虑，本校准规范规定了“中心点厚度示值误差”、“平均厚度示值误差”、“厚度变化量示值误差”、“翘曲度测量重复性”、“平整度测量重复性”。
- 4、 在标准器具的选择方面，主要考虑集成电路领域的特殊性，待测样品

例如硅片、碳化硅、金刚石等表面均是连续渐变的，采用台阶高度样品进行校准并不是适合所有类型的测量设备，例如基于平面干涉的平坦度测量仪。因此，选择了满足实际应用场景需求的高质量硅片等作为计量器具。

- 5、 规定了硅片轮廓测量仪相关计量特性的校准方法和数据处理方法。
- 6、 复校时间间隔由送校单位根据实际使用情况自主决定，一般建议复校时间间隔不超过 1 年。
- 7、 在附录 A 给出了校准记录参考格式，附录 B 给出了测量结果不确定度评定示例。