

松山湖材料实验室 SiC 及相关材料团队关于采购晶圆内应力仪的需求论证和市场调研报告

1. 需求论证

1.1 购买该仪器或服务的原因

松山湖材料实验室 SiC 及相关材料团队目前正在承担高质量 SiC 同质厚膜外延技术研究项目。该项目为与株洲中车时代半导体有限公司合作的国家重点研发计划，其中需要开展外延层应力演化规律、晶圆应力控制方法、低应力厚膜外延生长工艺研发等的研究内容，而晶圆内应力仪是对衬底与外延层内应力及其方位角和空间分布测量、分析、研究的必备仪器设备，其关键的技术方法是基于偏振光应力双折射效应检测晶圆材料内部应力分布，涉及到大量的全口径的内应力图像和缺陷（如微管等）分布观测量测。

SiC 高功率器件制作需要质量较高的厚膜外延片，因此厚膜外延层质量的控制尤为重要，厚膜的应力控制则是其中重要技术环节。根据器件的击穿电压不同，外延片的规格参数也不同。中、低压的 SBD、JBS、MOS 等器件，SiC 外延片的厚度约 $< 30 \mu\text{m}$ ，厚度、浓度均匀性以及缺陷水平已相对较优；而大于 3.3kV 的高压器件制备，需要 $> 30 \mu\text{m}$ 以上厚度的外延片。晶圆内应力仪是一种重要的非破坏性测试方法，通过该设备分析厚膜外延前后的应力变化，可获得生长工艺对晶圆应力的影响规律。通过该设备还可以用于监控来料衬底的翘曲与应力的关系，从而建立适合生长出低翘曲厚膜外延片的衬底标准，以期实现批量的高质量低翘曲厚膜外延片生长。

另外，在承担项目的课题任务书中，设备费包含了晶圆内应力仪的采购预算。因此，为确保研发任务顺利推进，现需要采购一台碳化硅晶圆内应力仪设备。

1.2 主要技术指标和质量要求

对晶圆内应力检测设备的具体技术要求有：

1. 全口径内应力的分布测量，部分缺陷（如微管）的量测；
2. 最大 8 英寸碳化硅晶圆的量测；
3. 非接触样品表面；

4. 测量效率较高；

5. 输出项目：带光学延迟量、方位角相位差、内应力数值和分布图的测试报告。

2. 市场调研

2.1 相关行业分析

晶圆检测仪产业在近年来经历了显著的发展和变化。根据相关研究报告和市场分析，2023 年全球晶圆测量仪收入大约为数百万美元，预计到 2030 年将达到更高的金额。

随着中国半导体产业的不断发展，国产半导体检测设备市场规模有望接近 400 亿元人民币，未来有望实现国产替代。晶圆制造环节检测设备尚需技术积淀，而封测环节检测设备国产化正在加速。随着半导体产业的持续发展，该行业有望迎来更多的机遇和增长潜力。

2.2 产业发展状况

晶圈内应力检测仪广泛应用于半导体制造过程中，特别是在碳化硅晶圆的生产中，内应力分布对最终器件的良率有极其重要影响。新型光学检测设备用于三代化合物晶圆片、玻璃晶圆片、蓝宝石晶圆片等多种类型的晶圆检测，满足了半导体晶圆生产企业和制程工艺开发的需求。尽管市场前景广阔，但晶圈内应力检测仪产业仍面临技术积累和市场适应的挑战。

美国科磊在晶圆形貌检测、无图形晶圆检测、有图形晶圆检测领域具有绝对垄断优势。

专业光子晶体领域的日本 Photonic Lattice 开发了一种非接触式内应力检测系统，该系统通过激光源和偏光器实现高精度的应力测量，适用于玻璃工厂的研发或质量控制测量。

专业高精度三维光学检测设备的苏州瑞霏光电科技有限公司，面向第三代半导体晶圆行业，推出基于偏振光应力双折射效应检测晶圆材料内部应力分布的检测产品 StrainViewer 产品，已经在数家头部碳化硅衬底和外延厂商中供货销售，有望为解决三代半导体前道的瓶颈检测问题。

2.3 主要供应商

主要技术参数	苏州瑞霏光电科技有限公司	苏州瑞霏光电科技有限公司	南京谦视智能科技有限公司	Frontier Semiconductor
型号	SV50	SV200	谦视科技应力测试仪	FSM 128
检测尺寸	2 寸	2、4、6、8 寸	4、6、8 寸	4、6、8 寸
空间分辨率	40 μm	25 μm	50 μm	\
检测范围和精度	光程差范围 0-155 nm, 精度 1 nm; 方位角范围 0-180°, 精度 1.5°	光程差范围 0-155 nm, 精度 1 nm; 方位角范围 0-180°, 精度 1.5°	光程差范围 0-150 nm, 精度 1 nm; 方位角范围 0-180°, 精度 1°	基于晶圆翘曲数据采用 Stoney 公式计算, 精度较差
检测速度	<40 s	<40 s	<40 s	\
技术水平	光弹性法技术, 适用尺寸少, 空间分辨率低	光弹性法技术, 考虑了衬底偏角效应, 有碳化硅相关数据库进行优化, 空间分辨率高, 应力成像清晰, 还附有微管缺陷筛选功能	光弹性法技术, 未考虑衬底偏角效应, 应力成像较差	晶圆翘曲数据换算应力, 未考虑衬底偏角效应, 应力成像较差
价格	人民币 35 万元	人民币 53.6 万元	人民币 25 万元	美元 184.2 万元 (约人民币 1335 万元)
质保期	12 个月	12 个月	12 个月	12 个月

经综合对比, 苏州瑞霏光电科技有限公司的 SV200 型号晶格内应力仪更具优势。它基于双折射应力测量模型实现应力瞬时测量, 能够显示应力二维分布伪彩图。采用双远心检测光路, 内应力测量精度高, 并针对碳化硅晶圆做了相关参数优化。业界领先水平的内应力检测横向解析度, 可实现微小缺陷定位, 还附有微管缺陷筛选功能。可定制化样品托盘, 适应不同规格晶圆批量测试。在售后服务上, 苏州瑞霏光电提供验收后 12 个月的质保期以及 1 年内免费的测量技术支持。在满足性能要求基础上, 其产品售价更有有性价比。

2.4 满足需求的供应商及其设备/服务

对拟选择的供应商及其供应的仪器设备进行详细阐述，主要体现该供应商及其设备在技术指标、性能参数、产品售价、售后服务或技术支持等方面的优势。

供应商概述

苏州瑞霏光电科技有限公司是专业从事先进光学检测及成像系统研发与生产的高新技术企业，瑞霏光电的产品线涵盖自由曲面三维面型检测仪、晶圆翘曲薄膜应力测量仪、三维测量显微镜、内应力检测仪、镜面外观缺陷检测仪以及精密光学镜头等。这些产品广泛应用于精密光学制造、半导体晶圆、智能汽车电子等领域。苏州瑞霏光电科技有限公司不仅在国内市场有显著的影响力，还致力于国产替代，提供具有性价比的高端光学检测解决方案。

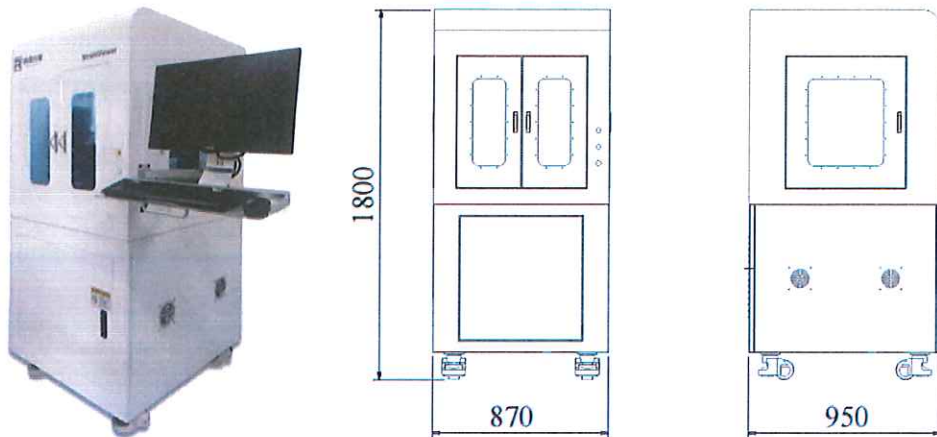
设备概述

晶圆内应力检测仪（Strain Viewer SV200）具备透光材料内应力分布测量及缺陷筛查功能，能高分辨率显现最大 8 英寸化合物晶圆的全口径内应力图像和部分缺陷（如微管等）分布。基于双折射应力测量模型实现应力瞬时测量，同时采用双远心检测光路，实现高精度相位延迟量测量。检测对象为 2-8 英寸三代化合物晶圆片、玻璃晶圆片或方片等，适用于化合物晶圆衬底加工及外延工艺。

检测原理

仪器系统基于偏振光应力双折射效应检测晶圆材料内部应力分布。晶体在生长过程中受温场非均匀等因素影响会导致晶格变形，对应产生晶圆内应力；同时晶体材料的微管等众多缺陷也会导致应力集中。晶圆内应力会导致应力双折射效应，偏振光透过晶圆时会发生偏振态调制，通过测量透射光的斯托克斯矢量推算出材料的应力延迟量，从而得到材料内应力分布。基于晶圆内应力高分辨率图像，基于自动识别深度学习模型可以开展晶圆内部缺陷自动缺陷识别和计数。

外观结构（晶圆内应力检测仪 SV200）



质保售后

Strain Viewer 是瑞霏公司自主研发、原装生产，符合国家、行业和生产者的质量检测标准、未使用过的全新产品，自设备装机完成并最终验收合格后，质保期 1 年。提供及时有效的技术支持及服务，满足 24 小时响应，48 小时解决，72 小时内到厂更换。质保期满后提供一次免费的整机维护服务，售后热线：400-069-8900（7*10 小时在线）

3. 化合物晶圆内应力检测设备采购方案

3.1 拟选购的设备信息

制造/生产/品牌商：苏州瑞霏光电科技有限公司

地址：江苏省苏州太仓市北京东路 88 号软件园东 G 一层

产品型号：晶圆内应力仪 SV200

技术指标：

样品测量口径	兼容 2-8 英寸晶圆（或 200*300mm 基片），可定制化样品载台
应力测量输出内容	相位延迟(°)及光学延迟(nm)，归一化延迟(nm/mm)，综合应力(MPa)及方位角
测量光源	630nmLED 光源，可选配其它光源
尺寸量测横向分辨率	25 μm

应力测量范围	0~155nm 光学延迟
方位角测量范围	0-180 °
测量重复性	0.5nm 光学延迟, 0.5 ° 方位角
测量准确性	±1nm 光学延迟, ±1.5 ° 方位角
应力图像解析度	1600 万像素 (@6 英寸晶圆)
单次测量时间	典型<35s (@6 英寸晶圆)
样品载台	电动 XY 位移台 (250*350mm) , 支持自动拼接
微管缺陷计数模块	可选配
其它	一体式机柜 870mm* 950mm* 1800mm, 可加装晶圆自动传片系统

3.2 拟采用的供货方案

代理商：无，同厂家直接采购

地址：江苏省苏州太仓市北京东路 88 号软件园东 G 一层

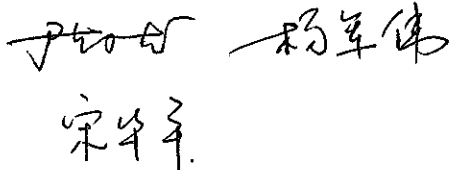
价格：53.6 万

特定的采购要求（比如供货时间，预付款等）：供货时间 6-8 周，预付 40%，货到验收后 50%，质保期后 10%。

（如拟采购的产品非为调研中已满足技术要求的供货商产品，需特别详细说明缘由）

4. 结语

经广泛调研，满足实验所需技术指标要求的晶圆内应力检测设备，目前有苏州瑞霏光电科技有限公司提供的 SV200 型号设备能满足我方要求，且优势明显。特此，拟申请采购苏州瑞霏光电科技公司 SV200 设备，预算为 53.6 万元。

采购需求部门论证签字（3 人以上，含部门负责人）：


附件：调研供应商产品报价单

年 月 日