

附件 3:

建材行业计量技术规范项目建议书

建议项目名称	半导体用在线监测痕量水分析仪校准规范		
制定或修订	☒ 制定 ☐ 修订	被修订计量技术规范号	
计量技术规范性质	☐ 检定规程 ☒ 校准规范	计量技术规范类别	☒ 重点 ☐ 基础
主要起草单位	中国电子工程设计院股份有限公司		
联系人	郭凯	联系电话	15801448190
任务年限	2 年	申请经费	10W
参加单位	铠爱分析仪器（上海）有限公司		
目的、意义和必要性	一、目的和意义 我国半导体工厂建设过程，对氮气、氢气、氧气、氩气、氦气等气体的供应和输配纯度要求较高，通常气体通过纯化器送达工艺设备时纯度达到 99.99999%以上，且对其中痕量水分杂质的要求为 1nmol/mol。此类气体作为半导体工厂建设过程的原料或辅料，其纯度和稳定性对产品良率的提升和生产安全有直接影响。 目前，半导体工厂在线监测系统 100%配置在线痕量水分析仪，因此该仪器校准的准确性就尤为重要，一方面，保证了用气在线监测数据的准确、可靠，支撑用户产品良率和安全生产；另一方面，推动国产设备及相关配套产业的技术进步。 二、必要性 (1)国家政策大力支持半导体产业的技术攻关与标准体系建设 认证认可、检验检测是国家质量技术基础的重要组成部分，是国家治理体系的重要工具和技术支撑。习近平总书记在十九届三中全会上作出的“推进质量认证体系建设”重要论述，为认证认可检		

检验检测工作提供了根本遵循。国务院印发《关于加强质量认证体系建设促进全面质量管理的意见》(国发(2018)3号)中,检验检测认证服务业列入国家战略性新兴产业分类,在国民经济和社会发展中发挥重要作用。2026年3月12日,十四届全国人大四次会议表决通过《国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》中明确提出,对集成电路产业关键技术环节攻关和全产业链替代的核心目标,要求全链条推动集成电路等重点领域关键核心技术攻关并取得决定性突破、一体推进标准研制。

(2) 匹配先进制程行业刚需

现阶段,我国半导体及高端显示器产业已进入高速成长阶段,气体作为其生产的关键性介质,其输配系统的安全性、可靠性,准确性和稳定性直接关系到生产安全和工艺的运行。

目前半导体工厂通常是在纯化器前后端配备气体品质在线监测系统,其中配置的气相色谱仪对气体中的CO、CO₂、CH₄、NMHC、N₂、Ar、H₂等杂质含量和变化趋势进行连续在线监测,并通过对杂质含量和变化趋势的精确监测支撑产品质量控制体系。对于纯化器后的气体纯度一般要求大于等于99.9999999%(9N/10⁻⁹),这就要求杂质不得高于1nmol/mol。

(3) 在线监测用痕量水分析仪无校准规范,溯源难度极大

目前国家没有相应的校准规范或检定规程。国内现行针对水分分析仪的校准规范为JJG 499-2021《精密露点仪》,其局限性是只针对umol/mol级的高浓度痕量水分杂质,对于(50~1000)nmol/mol级别水分测量目前没有系统、明确的校准方法,导致在半导体工厂建设过程中气体供应质量、纯化器性能、输配系统洁净度监测中水分含量的测量准确性无法得到有效保障。因此,如何有效解决监测用痕量水分析仪量值溯源,已成为迫在眉睫的问题。

因此,亟需制定一部专门针半导体用气体在线监测痕量水分析仪的校准规范,在保证标准物质和在线稀释的可溯源的前提下,实现在线(50~1000)nmol/mo浓度的精确校准,为检测、验收工作提供更为详细、更具可操作性和更符合验收实施过程的技术支撑,

	为半导体工厂气体系统的安全性、可靠性和稳定性做好把关工作。
产业链应用	本项目深度覆盖半导体全产业链，面向工程建设单位、电子大宗气生产企业、分析检测设备制造企业等上下游主体提供标准化计量技术支撑。项目可将在线气相色谱仪的校准能力提升至 nmol/mol（ppb）级别，实现计量标准与国际先进水平对标接轨，为行业高质量发展筑牢计量根基。 在电子大宗气生产端，规范统一的校准体系能够保障产品研发、量产全流程中氮、氢，氩，碳氧化物、烃等各类痕量杂质检测结果精准可靠，有效把控气体产品品质，助力企业持续优化生产工艺、提升产品良率与市场竞争力，保障高纯电子气体稳定供应。 在半导体工程与生产端，依托量值准确、数据一致的检测设备，可实现生产用气在线监测、实时管控，精准把控工艺气体品质，减少因气体杂质超标引发的晶圆缺陷、工艺异常等问题，全面提升半导体生产线整体良品率，降低生产损耗与运营成本。 在检测仪器制造端，专项校准规范的落地将为等离子气相色谱仪的研发、测试、定型提供统一技术依据，引导国产仪器开展性能迭代与技术升级，补齐高端分析仪器产业短板。同时推动建立全行业统一的设备验收、计量校准与性能评价标准，规范市场秩序，加速高端气体分析仪器国产化替代进程，构建自主可控的产业链配套体系
范围和主要 计量特性	1. 本规范适用于采用光腔衰荡光谱、电化学、石英晶振等技术原理的，且测量范围在（50~1000）nmol/mol 痕量水分析仪的校准。 2. 计量特性：①测量范围及精度，（0.1~1000）nmol/mol 量程下$\pm 3\%$或 0.1nmol/mol，②响应时间$\leq 15\text{s}$（达到 90%读数）0.7L/min ③零点漂移$\leq 3\text{nmol/mol/24h}$；④重复性$\leq 1\%$（测量 100nmol/mol 标准气样）。 3. 主要测量标准技术指标：①精密临界流锐孔，流量控制精度$< 0.25\%$（流量设定值）；②恒温箱控制精度 0.1°C，控温范围 $5\text{--}200^\circ\text{C}$，温度波动度$\pm 0.1^\circ\text{C}$；③带有内吹扫的电子压力控制器（EPC），压力控制范围 $0\text{Psig}\sim 145\text{Psig}$，控制精度 0.01Psig。 4. 主要计量项目技术原理：通过水分标准物质+ 动态稀释仪实现现场校准问题，将 10ppm 水分标物稀释至 50ppb，从而可以对痕量氧分析仪进行准确校准。
水平	☐ 国际先进 ☒ 国内先进

国内外情况 简要说明	1. 国内半导体用在线监测水分析仪配套的计量校准体系存在根本性空白，计量溯源体系不完善、行业管控乱象突出。其一，国内现行针对水分析仪的校准规范为 JJG 499-2021《精密露点仪》，其局限性是只针对 $\mu\text{mol/mol}$ 级的高浓度痕量水分杂质，对于 $(50\sim1000)\text{ nmol/mol}$ 级别水分测量目前没有系统、明确的校准方法，无国家级统一计量校准规范约束下，各地法定计量机构、第三方检测机构只能自行编制非标校准方案、自主选定校准参数、自制评定规则，校准点位、水分标物选型、检出限核算、不确定度评定口径完全不统一，直接造成不同机构、不同实验室、不同品牌设备检测数据无法互认、可比性极差，既无法满足半导体电子特气出厂核验、进厂复检、在线质控的数据一致性要求，也制约仪器招投标验收、周期溯源、司法鉴定全流程规范化开展。 2. 国外电子气体在线监测设备校准方法参考 EEMUA《Code of Practice Calibration and validation of process analysers》和 SEMI 相关标准，能够满足 10^{-3} nmol/mol 级的计量溯源，但是核心技术对国内屏蔽。 3. 海外标准适配欧美本土气源工况、仪器制式、实验室环境，计量单位、溯源层级、杂质基体匹配规则与我国国家计量体系不兼容，直接套用会造成量值偏差，无法对接国内国家量值溯源体系，难以合规用于国内半导体项目验收、气体产品资质判定、仪器法定溯源工作。
推荐意见	本规范填补国内半导体用在线监测水分析仪检测校准空白，解决电子高纯气体痕量水溯源难题，助力半导体、电子气体等行业高纯气体质量控制具有重要支撑作用，建议立项。

主要 起草 单位	(签字、盖公章) 月 日	技术 委员 会	(盖公章) 月 日	部委托 支撑 单位	(盖公章) 月 日
----------------	---------------------	---------------	------------------	-----------------	------------------

填写说明：1.表中第 2，3，10 行，请在选定的内容上填写 “■” 的符号。

4. 填写制定或修订项目中，若选择修订则必须填写被修订计量技术规范号。