《硅外延层载流子浓度的测试 电容-电压法》

国家标准编制说明(预审稿)

1. 工作简况
2. 立项目的和意义

硅外延片是半导体功率器件和部分IC集成电路的基础材料，硅外延层的片内、片间及批间的载流子浓度，都是硅外延片品质的重要衡量指标，直接影响供需双方的产品质量。

随着硅外延片直径的不断增大，硅外延片的应用领域不断向高端半导体产品延伸，硅外延片的品质要求越来越高，外延层载流子浓度做为硅外延片的关键技术指标，其准确性和一致性的规格要求更是不断被提升。在此基础上，近年来国内所有企业的硅外延层载流子浓度的汞探针测试技术方法和水平，都较GB/T 14146-2009颁布时有了很大的提升，亟待更新原标准，以提高测试的精确性与测试效率，提高标准的实用性、可操作性及先进性。

本次修订中增加了空气电容法无接触C-V测试方法，该项技术的应用可以有效规避传统汞探针与硅片接触导致的金属沾污，同时避免蒸气对超净间的环境污染和现场人员的健康影响，从环境友好的角度，还是从人员健康、测试成本、外延片的有效利用上均具有无可替代的优势。

1. 任务来源

根据《国家标准委关于下达2018年第四批国家标准制修订计划的通知》（国标委综合[2017]128号）的要求，由南京国盛电子有限公司与有研半导体材料有限公司等单位负责修订《硅外延层载流子浓度的测试 电容-电压法》，计划编号20173545-T-469，要求完成时间2020年。

1. 标准修订主编单位概况

南京国盛电子有限公司，是中国电子科技集团公司第五十五研究所全资子公司,专业从事半导体硅外延材料以及第三代半导体外延材料的研发与生产近30年。公司拥有世界一流的半导体外延工艺平台，其中硅外延、碳化硅外延、氮化镓外延材料的销售与产能能力，连续多年国内第一。公司技术力量雄厚，测试分析手段丰富，拥有多台套、国际先进、全系列的半导体外延材料测试设备，其中包括，2台手动动换汞的SSM-495汞探针CV测试仪、1台自动换汞的MCV530L汞探针CV测试仪、1台空气电容法ACV2200CV测试仪等硅外延层载流子浓度测试设备。公司于2012年成立了江苏省半导体硅外延材料工程技术研究中心，致力于半导体外延材料的测试分析与工艺技术创新研发。

1. 主要工作过程

立项之后，成立了标准修订小组，落实标准涉及范围、检测、和参与单位沟通等工作，于2018年9月初完成了讨论稿。2018年9月21日，由全国有色金属标准化技术委员会组织，在新疆乌鲁木齐召开《硅外延层载流子浓度的测试 电容-电压法》第一次工作会议，共有浙江金瑞泓科技股份有限公司、中国计量科学研究院、浙江省硅材料检验质量中心等\*\*家单位的\*\*名专家参加了会议，与会专家对标准的讨论稿认真地进行了逐字逐句的讨论，对该标准的技术要点内容和文本质量进行了充分的讨论，会议对本标准的范围、规范性引用文件、引用术语、干扰因素、试剂材料、测量步骤等提出了相应修改意见。根据新疆会议的要求，编制组对讨论稿进行了修改及相关内容的补充和完善，于2019年5月完成了预审征求意见稿，编制组广泛发函征求意见（详见意见汇总表）对本标准进行修改，形成了预审稿。

1. 标准编制原则及确定标准主要内容的依据
2. 编制原则

标准的编写格式按国家标准GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的统一规定和要求进行编写。查阅相关标准和国内外客户的相关技术要求，按当前生产发展需求修订试剂、材料及仪器设备等的要求。细化制样与测试要求，保证测量精确度。增加了无接触C-V测试技术。

1. 标准主要内容的主要依据

本标准根据行业内硅外延层载流子浓度的实际测试情况，结合我国半导体行业的发展现状制定而成。本标准修订了标准适用范围、标准引用，按测试方法的不同分别对“汞探针电容-电压法”和“空气电容电压法”加以说明。其中，原标准中的“汞探针电容-电压法”，主要修订干扰因素、增加臭氧表面处理等项；“空气电容电压法”，做为新增的载流子浓度测试方法，对该测试方法的原理、试剂材料、干扰因素、测量仪器、测试步骤、数据处理等详尽描述。

1. 具体修订情况
	1. 范围

根据目前该项测试技术的使用情况，在适用范围中增加了同质碳化硅外延片。

* 1. 规范性文件引用

根据目前该项测试技术的标准引用情况，增加了《GB/T 14264 半导体材料术语》、《GB/T 1551硅单晶电阻率测定方法》、《GB/T 6624 硅抛光片表面质量目测检验方法》、《GB/T 14141 硅外延层、扩散层和离子注入层薄层电阻的测定 直排四探针法》、《GB/T+6379 测量方法与结果的准确度（正确度与精密度）》的引用，删除了《GB/T 1552 硅、锗单晶电阻率测定 直排四探针法的引用》。

* 1. **汞探针电容-电压法**
1. 关于修订细化原标准4干扰因素说明：增加了对测试操作人的各项要求；在样品表面的沾污会造成测试误差和测试不良的基础上，增加了硅片表面处理不当对测试的影响；将“毛细管的沾污和损伤”改为“汞探针的汞柱沾污或装汞毛细管的沾污与损坏”；增加汞探针中与样品表面接触的那部分汞的洁净程度要求，建议定期更换或清洗汞探针中的水银；增加补偿电容标准片由于整片厚度不够均匀，对汞探针造成的有效接触面积误导；增加了补偿电容选取不当，对测试结果的影响；增加了测试系统串联电阻过大会造成测量电容的误差；增加了对日常监控样品的使用和管理要求；
2. 关于修改5试剂与材料的说明：外延片表面处理后，甩干或烘干不易造成沾污，有利于汞探针测量中的肖特基接触，因此增加“5.6外延片表面处理后的烘干或甩干的干燥设备”。
3. 关于修改 6 测量仪器与环境中自动测量仪器的内容说明：随著测量仪器的不断改进，目前已有自动换汞仪器，本次标准修订，需讨论是否增加该仪器，以及使用该类型仪器所带来的干扰因素。
4. 关于修改 6 测量仪器与环境中测量环境的内容说明：原标准中，没有对测量环境的照度要求，本次标准修订增加测试暗场的环境要求，即符合目前测试仪器的实际状况，也符合测试稳定重复的环境要求。
5. 关于7样品处理的内容说明：根据目前各家的操作情况，增加了臭氧处理硅片表面的处理方法。
6. 关于7样品处理的内容说明：增加样品处理后的表面目检要求，避免由于样品处理表面沾污导致的汞探针的汞与毛细管的沾污，从而影响测量结果。
7. 关于10精密度的内容说明：结合目前对硅片的质量要求，重新评判原标准的精密度规定
	1. **空气电容电压法**

空气电容电压法由于不接触硅片表面，不会对硅片造成损伤，可以提高硅片的利用率减少硅片因测量导致的损耗，越来越被广泛采用。本次修订将对空气电容电压法的测试原理、试剂材料、干扰因素、测量仪器、处理方法、测试步骤、数据处理等详尽描述。

三、标准水平分析

本标准为第三次修订，为推荐性国家标准，达到国内先进水平。

四、与现行法律、法规、强制性国家标准及相关标准协调配套情况

本标准是对GB/T 14146-2009《硅外延层载流子浓度的测试 电容-电压法》的修订和补充，仅修订测试技术内容和格式，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。

1. 重大分歧意见的处理经过和依据

在本标准（讨论稿）修订过程中，没有出现重大分歧意见。

1. 贯彻标准的要求和措施建议

本标准将作为推荐性国家标准实施。

1. 废止现行有关标准的建议

本标准颁布后，将代替GB/T 14146-2009《硅外延层载流子浓度的测试 电容-电压法》，原标准废止。

1. 其他应予说明的事项

本标准作为推荐性国家标准供大家使用，若对结果有疑义，以供需双方商议的测试方法为准。