

《中华人民共和国统计法》第七条规定：国家机关、企业事业单位和其他组织以及个体工商户和个人等统计调查对象，必须依照本法和国家有关规定，真实、准确、完整、及时地提供统计调查所需的资料，不得提供不真实或者不完整的统计资料，不得迟报、拒报统计资料。

表 号：CG002
制定机关：科学技术部
批准机关：国家统计局
批准文号：国统制（2022）11号
有效期至：2025年1月

科技成果登记表

（应用技术类科技成果）

成果名称：六英寸碳化硅晶圆高温氧化炉多片机研发

第一完成单位：
（盖章）中山大学

研究起始日期：2021年09月09日

研究终止日期：2025年12月31日

推荐单位：
（盖章）广东省教育厅

批准登记单位：广东省未来预测研究会

批准登记号：

批准登记日期：年 月 日

中华人民共和国科学技术部制定

中华人民共和国国家统计局批准

2022年

应用技术类科技成果

表 号： CG002
制定机关： 科学技术部
批准机关： 国家统计局
批准文号： 国统制（2022）11号
有效期至： 2025年1月

批准登记号：

批准登记日期：

推荐单位： 广东省教育厅 2026年

一、成果概况											
1. 成果名称	六英寸碳化硅晶圆高温氧化炉多片机研发										
2. 关键词	碳化硅			高温氧化炉			氧化工艺				
3. 成果体现形式	新产品										
4. 成果属性	原始性创新										
5. 成果所处阶段	成熟应用阶段										
6. 成果水平	未评价										
7. 合作形式	与企业合作										
8. 学科分类											
9. 中图分类											
10. 战略性新兴产业	高端装备制造										
11. 所属高新技术领域	先进制造										
12. 成果主要应用行业	制造业										
二、立项情况											
1. 课题来源	地方计划										
2. 课题来源单位	广东省科学技术厅										
3. 课题立项名称	六英寸碳化硅晶圆高温氧化炉多片机研发										
4. 课题立项编号	2021B0101300005										
5. 经费实际投入额（万元）											
总计	国家投入	部门投入	地方投入				基金投入	自有资金	银行贷款	国外资金	其他
			合计	省级投入	地级投入	县级投入					
2348.33	0	0	1000.00	1000.00	0	0	0	1348.33	0	0	0
三、评价情况											
1. 评价方式	验收										

2. 评价单位	广东省科学技术厅		
3. 评价日期	2026-04-30		
4. 评价报告编号	2021B0101300005		
四、知识产权状况			
1. 知识产权形式	发明专利，软件著作权		
2. 专利状况	已受理专利，已授权专利		
3. 已受理专利项数	14		
4. 已授权专利项数	7		
5. 已授权专利情况	专利类型	授权公告号	名称
	发明专利	ZL 202111133298. X	基于图像处理与机器学习的MO CVD腔内状态识别方法
	发明专利	ZL 202210968280. X	一种MOCVD设备生长结果异常溯源方法及系统
	发明专利	ZL 202210223214. X	优化半导体沟槽形貌的双相刻蚀工艺方法
	发明专利	ZL 202210978074. 7	一种MOS器件的沟道迁移率和光刻变化量的检测方法
	发明专利	ZL 202211664731. 7	化学气相沉积设备及碳化硅外延层制备方法
	发明专利	ZL 202210181637. X	倒片装置、半导体工艺设备及开关门体的控制方法
6. 已受理专利情况	专利类型	专利申请号	名称
	发明专利	202211226619. 5	一种MOCVD加热元件
	发明专利	202210223817. X	倾斜超级结器件的侧壁离子注入优化工艺方法
	发明专利	202311218516. 9	SiC外延托盘
	发明专利	202311376611. 1	碳化硅外延及其生长缺陷控制方法
	发明专利	202211501597. 9	安装装置和安装方法
	发明专利	202310389590. 0	工艺腔室和半导体工艺设备
	发明专利	202311319684. 7	碳化硅功率器件及其制备方法
	发明专利	202311740538. 1	一种可控制氧化均匀性的碳化硅高温氧化炉
	发明专利	202311740535. 8	一种碳化硅器件高温氧化工艺方法
	发明专利	202311740536. 2	一种碳化硅高温氧化炉
	发明专利	202311783833. 5	一种MOCVD半导体外延设备的喷淋匀气结构
	发明专利	202410011469. 9	一种高均匀性碳化硅高温氧化炉

	发明专利	202410868048.8	降低SiO2/4H-SiC界面态密度的方法及应用		
	发明专利	202411114799.7	方石英栅氧介质层及其制备方法和应用		
7. 获得软件著作权情况	软件著作权登记号	软件著作权名称			
	2024SR0796697	SiC高温氧化炉上位控制软件			
五、成果转移转化情况					
1. 应用状态	产业化应用				
2. 应用效果	进口替代，填补国内空白，降低成本				
3. 转化方式	自我转化				
	合作转化方式				
4. 转移途径					
5. 自我转化效益(万元)	收入	净利润	实交税金	出口创汇	节约资金
	3692.04	500.00	603.84	0	1000.00
6. 合作转化收入(万元)			其中：技术入股股权折价(万元)		
7. 技术转让与许可收入(万元)			其中：知识产权技术转让收入(万元)		
8. 已转让单位数(个)					
9. 转化的政府支持					
10. 单位转化政策支持					
11. 转化的奖励和报酬					
12. 项目研发人员状态	项目组基本完整保持				
13. 未应用的主要原因					
14. 停用的主要原因					
六、成果转化需求					
1. 转化需求意向	近期内有转化需求				
2. 转化意向与范围	仅限国内转让				
3. 拟采取的转化方式	股权融资				
4. 成果转化联系人	杨晶晶	电话	13763312526		
5. 电子邮箱	yangjj86@mail.sysu.edu.cn				

七、成果完成单位情况

第一完成单位名称	中山大学				
组织机构代码	455863144				
统一社会信用代码	121000004558631445				
通讯地址	广东省广州市海珠区广州新港西路135号	邮政编码	510275		
网址	www.sysu.edu.cn	传真	020-84037549		
单位联系人	胡菁	电话	020-84114560		
电子信箱	kjcgxkb@mail.sysu.edu.cn				
单位属性	大专院校	企业所有制属性			
科研机构转制型企业		其他			
所在省市	广东省	上级主管单位			
成果合作完成单位情况					
序号	单位代码	通讯地址	邮政编码	联系人	联系人电话
1	中国科学院半导体研究所	北京市海淀区清华东路甲35号	100083	刘兴昉	010-82304101
2	北京北方华创微电子装备有限公司	北京市经济技术开发区文昌大道 8 号	100176	安丽娜	19901292458
3	广东汇成真空科技股份有限公司	广东省东莞市大岭山镇颜屋龙园路2号	523830	黄淑娴	13825758820
4	浙江大学	浙江省杭州市西湖区浙大路38号浙江大学玉泉校区北门	310027	王珩宇	18768115837
5	广东中科半导体微纳制造技术研究院	广东省佛山市南海区狮山镇科教路1号（近桃园东路与科教路交叉口）	528225	于敞	15603643086

单位负责人：郑跃 统计负责人：王钢
填表人：王钢 联系电话：13501515275 报出日期：2026年07月15日

批准登记单位意见

同意登记

批准登记单位：负责人：

(盖章)

批准登记日期：

年

月

日

605068485020

附件一：应用技术类成果登记材料一览表

评价方式	鉴定	验收	行业准入	评估	机构评价	知识产权	
材料名称						专利（发明、实用新型）	软件著作权
科技成果登记表	★	★	★	★	★	★	★
客观评价证明文件（复印件）	★鉴定证书	★验收报告	★审查证明	★评估报告	★评价报告	★专利授权证书	★软件著作权证书

注：“★”表示需要提交的材料，提供复印件或者提供原件的PDF文件。

附件二：“成果简介”、“成果完成人员名单”和“评价委员会名单”填报格式

成果简介（不少于500字，不超过2000字）
1. 课题来源与背景： 项目来源于广东省重点领域研发计划项目“芯片、软件与计算”专项，其中省专项经费1000万元（已到账800万元），项目组自筹1348.33 万元。 SiC因其其在高温、高压、高频等条件下的优异性能表现，成为当前最受关注的半导体材料之一。然而，SiC基MOS器件的非理想型界面制约着FET的反型沟道迁移率和介质可靠性的提升，这根本上与MOS界面缺陷和近界面陷阱有直接关联性，因此，氧化炉装备的关键指标直接决定着SiC基MOS栅介质的缺陷闭合调控作用。另一方面，高温氧化处理将极大降低SiC外延材料中的深能级缺陷密度，这将大幅降低SiC基IGBT器件的导通损耗，提升器件的开关特性。因此，氧化炉装备的极限性能指标决定着SiC双极型器件的寿命调控机制。 为满足第三代半导体SiC器件的需求，国内几乎全部SiC高温氧化设备是从国外进口。其中，德国Centrotech公司Oxidator150型SiC高温氧化设备代表着国际先进水平，其氧化温度可以达到1350℃，批处理能力到达50片（6”）。国内主要由季华实验联合北方华创进行SiC高温氧化炉的研发，目前与国际先进设备制造厂家还有一定差距。 本项目正是在这一背景下提出，研发高温氧化炉装备，研究降低MOSFET栅介质SiO2与SiC之间的界面态密度的技术，研究混合型IGBT的寿命调制技术，从而降低器件的功耗，取得技术突破，水平达到国际先进国内领先。 2. 技术原理及性能指标 技术原理： 项目以6 英寸碳化硅（SiC）晶圆高温氧化炉多片机为研究载体，开展高温氧化工艺设计与开发。对完成氧化工艺后的 SiC 测试图形，采用电学测试表征手段，开展电容 - 电压（C-V）与电流 - 电压（I-V）特性测试；从测试曲线中提取界面态密度、沟道迁移率等核心器件参数。通过分析关键参数与氧化工艺温度、工艺时间等条件的关联规律，迭代优化高温氧化工艺参数，最终完成 6 英寸 SiC 晶圆高温氧化炉多片机的氧化工艺能力验证。 性能指标： （1）六英寸碳化硅晶圆高温氧化炉多片机整机的研制完成，机台工艺温度最高可达1500℃，温度稳定性≤±1℃；可在1350℃下长期工作，加热速率达到9.91℃/分钟，具有报警及连锁保护功能；支持2”、3”、4”和6”晶圆的批量氧化加工容纳晶圆数量≥50片,可使用O2/N0/N2O/湿氧进行氧化；通过客户使用验证，MTBF≥500h，MTTR≤8h。 （2）6英寸SiC晶圆裸片界面态密度可达$1E+11cm^{-2}eV^{-1}$以下，SiO2介质层击穿场强平均值达11.09MV/cm，载流子迁移率可达$61.2255cm^2/Vs$，氧化层均匀性达到0.91%。 3. 项目主要创新点： （1）氧化炉内多场耦合协同模拟技术 （2）超高均匀性多温区精准加热技术 （3）高可靠机电一体化自动化控制技术 （4）高性能 SiC 氧化层界面钝化生长技术 （5）三维沟槽 SiC 器件氧化工艺与电学验证技术 4. 技术的成熟程度 本项目技术就绪度已达到9级，北方华创已批量化生产具有自主知识产权的六英寸碳化硅晶圆高温氧化炉多片机（VERIC 06151A），技术指标达到任务书要求，功能、性能在用户使用中得到充分验证，满足用户需求。 5. 应用情况 通过项目实施，促进北方华创和广东汇成极大提升了SiC功率半导体关键工艺装备和磁控溅射镀膜设备的研发能力，并借助公司产业基地的生产能力，可为公司带来上亿的销售增长，赢得直接、可观的经济收益。项目实施期间，实现新增销售收入3,692.04万元，新增利税603.84万元。 在某客户端由六英寸碳化硅晶圆高温氧化炉多片机制备的某型号SiC MOSFET器件阈值电压Vth、导通电阻Ron、迁移率等各项电学指标均符合SPEC要求，与国外同类设备处于同一水平。该项目为未来成功实现8吋SiC主流产线提供了技术积累，支撑国内SiC MOS器件制造国产化的持续发展，推动中国本土SiC MOS器件高端装备行业的发展及工艺技术的进步，进一步提高我国SiC MOS器件制造装备的整体水平,突破国外关键半导体设备的技术封锁。同时，培养我国具有自主创新能力的关键设备制造企业，并带动SiC MOS器件产业上下游产业链的发展，形成了我国集成电路产业发展的坚强支柱，可以给5G通讯、高压输运和航空航天等领域提供高质量的器件，为下一代SiC MOS器件设备的发展奠定良好的基础。

填写内容要求：

- ①课题来源与背景；
- ②技术原理及性能指标；
- ③技术的创造性与先进性；
- ④技术的成熟程度，适用范围和安全性；
- ⑤应用情况及存在的问题；
- ⑥历年获奖情况；
- ⑦成果简介要向社会公开，请不要填写商业秘密内容。

605068485020

成果完成人员名单

（此表涉及到的知识产权问题由填报单位负责）

序号	姓名	性别	出生年月	技术职称	文化程度	是否留学 归国	工作单位	对成果创造性贡献
1	王钢	男	1968-11	正高	博士研究生	是	中山大学	整体统筹
2	李健	男	1983-06	副高	博士研究生	否	中山大学	数值模拟
3	费泽元	男	1991-05	其他	博士研究生	否	中山大学	工艺调试
4	陈伟驱	男	1989-08	其他	博士研究生	否	中山大学	材料表征
5	王杰	男	1993-02	中级	博士研究生	否	中山大学	实验设计
6	罗铁城	男	1995-07	其他	本科	否	中山大学	算法优化
7	何宜聪	男	1997-12	其他	本科	否	中山大学	数据分析
8	申占伟	男	1988-06	中级	博士研究生	否	中国科学院半导体研究所	器件研发
9	刘兴昉	男	1975-05	副高	博士研究生	是	中国科学院半导体研究所	器件研发
10	闫果果	女	1985-07	初级	博士研究生	否	中国科学院半导体研究所	薄膜沉积
11	赵万顺	男	1978-10	中级	本科	否	中国科学院半导体研究所	设备调控
12	王雷	男	1979-05	中级	本科	否	中国科学院半导体研究所	设备维护
13	崔宁	女	1995-04	其他	本科	否	中国科学院半导体研究所	材料分析
14	赵晨峰	男	1996-07	其他	本科	否	中国科学院半导体研究所	电学测试
15	李旭刚	男	1971-07	正高	本科	否	北京北方华创微电子装备有限公司	设备研制
16	陈志兵	男	1986-05	中级	硕士研究生	否	北京北方华创微电子装备有限公司	机械研制

17	王博	男	1991-07	其他	硕士研究生	否	北京北方华创微电子装备有限公司	软件开发
18	苏冠华	男	1993-12	其他	硕士研究生	否	北京北方华创微电子装备有限公司	电气设计
19	王昭辉	男	1992-03	其他	硕士研究生	否	北京北方华创微电子装备有限公司	工艺设计
20	李志荣	男	1979-05	正高	大专	否	广东汇成真空科技股份有限公司	设备研制
21	李迎春	男	1968-01	正高	本科	否	广东汇成真空科技股份有限公司	设备验证
22	罗军文	男	1972-03	正高	大专	否	广东汇成真空科技股份有限公司	机械设计
23	冯晓庭	男	1988-02	正高	本科	否	广东汇成真空科技股份有限公司	机械设计
24	刘江江	男	1985-04	其他	本科	否	广东汇成真空科技股份有限公司	工艺开发
25	杨钊	男	1994-05	初级	硕士研究生	否	广东汇成真空科技股份有限公司	工艺开发
26	盛况	男	1974-10	正高	博士研究生	否	浙江大学	工艺研发
27	王珩宇	男	1991-11	中级	博士研究生	否	浙江大学	工艺测试
28	高子健	男	1997-01	其他	本科	否	浙江大学	电学测试
29	邵方格	女	1998-06	其他	本科	否	浙江大学	工艺开发
30	赵德胜	男	1980-02	正高	博士研究生	否	广东中科半导体微纳制造技术研究院	材料分析
31	张璇	女	1978-09	副高	博士研究生	否	广东中科半导体微纳制造技术研究院	材料测试分析

32	曾春红	女	1981-03	正高	硕士研究生	否	广东中科 半导体微 纳制造技 术研究院	工艺优化
33	鞠涛	男	1984-10	正高	博士研究生	否	广东中科 半导体微 纳制造技 术研究院	设备设计优化
34	林文魁	男	1984-11	中级	硕士研究生	否	广东中科 半导体微 纳制造技 术研究院	工艺测试分析
35	冯玉昆	男	1992-10	其他	硕士研究生	否	广东中科 半导体微 纳制造技 术研究院	器件工艺
36	张立国	男	1988-07	其他	本科	否	广东中科 半导体微 纳制造技 术研究院	设备调试
37	杨挺	男	1988-12	其他	本科	否	广东中科 半导体微 纳制造技 术研究院	材料测试
38	王哲明	男	1994-10	其他	博士研究生	否	广东中科 半导体微 纳制造技 术研究院	器件工艺测试
39	焦婧一	女	1996-11	其他	博士研究生	否	中国科学 院半导体 研究所	SiC氧化工艺
40	赵思齐	女	1997-11	其他	本科	否	中国科学 院半导体 研究所	SiC材料测试
41	李云凯	男	1999-03	其他	本科	否	中国科学 院半导体 研究所	SiC材料生长
42	魏默予	女	2000-08	其他	本科	否	中国科学 院半导体 研究所	SiC结构分析
43	裴羿成	男	1998-11	其他	本科	否	中国科学 院半导体 研究所	SiC缺陷表征
44	钮应喜	男	1982-05	中级	博士研究生	否	中国科学 院半导体 研究所	氧化栅工艺
45	汪久龙	男	1997-06	其他	本科	否	中国科学 院半导体 研究所	外延生长

46	郭宁	男	1997-07	其他	本科	否	中国科学院半导体研究所	外延生长工艺
47	陈俊宏	男	1996-10	其他	本科	否	中国科学院半导体研究所	外延结构及生长
48	杨尚宇	男	1997-04	其他	本科	否	中国科学院半导体研究所	外延材料特性及测试
49	罗国良	男	1995-03	中级	硕士研究生	否	广东汇成真空科技股份有限公司	工艺研发
50	庞桥英	男	1991-02	初级	大专	否	广东汇成真空科技股份有限公司	机械设计
51	盛延东	男	1979-02	其他	本科	否	广东汇成真空科技股份有限公司	机械设计
52	易超	男	1997-05	其他	本科	否	广东汇成真空科技股份有限公司	工艺研发
53	江磊枫	男	1998-12	其他	硕士研究生	否	广东中科半导体微纳制造技术研究院	表征与测试
54	黄林扬	男	1998-07	其他	硕士研究生	否	浙江大学	工艺开发
55	张奎喜	男	1999-05	其他	本科	否	浙江大学	工艺开发
56	金荣溪	男	2000-01	其他	本科	否	浙江大学	电学测试
57	胡子健	男	1997-01	其他	硕士研究生	否	浙江大学	工艺开发
58	宛江彬	男	1998-11	其他	硕士研究生	否	浙江大学	工艺开发
59	金淼燕	女	1987-08	其他	本科	否	浙江大学	财务管理
60	顾晓燕	女	1985-10	其他	本科	否	浙江大学	项目管理
61	陈虎	男	1998-09	其他	本科	否	浙江大学	工艺开发
62	王策	男	1997-02	其他	硕士研究生	否	浙江大学	工艺开发
63	林超彪	男	1996-11	其他	硕士研究生	否	浙江大学	工艺开发
64	江崇瑜	女	1998-08	其他	本科	否	浙江大学	测试
65	张龙	男	1988-04	其他	本科	否	浙江大学	工艺开发

66	罗宏泰	男	1987-04	其他	硕士研究生	否	中山大学	材料外延
67	卢颖	女	1985-04	中级	本科	否	中山大学	财务管理
68	谭欣	男	1972-08	其他	其他	否	中山大学	设备管理
69	杨晶晶	女	1987-07	其他	本科	否	中山大学	项目管理
70	刘敏	女	1987-09	中级	本科	否	中山大学	财务管理
71	杨光	女	1968-02	其他	本科	否	中山大学	项目管理
72	曲恒绪	男	1986-09	其他	本科	否	中山大学	材料外延
73	陈俊豪	男	2001-10	其他	硕士研究生	否	中山大学	材料表征
74	罗稼宏	男	1997-01	其他	硕士研究生	否	中山大学	材料表征
75	胡田雨	男	1994-12	其他	硕士研究生	否	中山大学	工艺调试
76	黄琛泓	男	1998-05	其他	硕士研究生	否	中山大学	材料外延
77	蔡彬荻	男	1998-02	其他	本科	否	中山大学	外延工艺
78	涂雨佳	男	1997-11	其他	硕士研究生	否	中山大学	材料外延
79	邓郁馨	女	1999-01	其他	硕士研究生	否	中山大学	材料表征
80	张志鹏	男	1998-06	其他	本科	否	中山大学	材料表征
81	吴志盛	男	1975-11	中级	硕士研究生	否	中山大学	设备管理
82	廖正一	男	1999-06	其他	本科	否	中山大学	材料外延
83	原维隆	男	1996-11	其他	本科	否	中国科学院半导体研究所	高温氧化工艺验证
84	王于洋	男	2001-05	其他	本科	否	中国科学院半导体研究所	氧化工艺可靠性测试验证
85	赵涵雨	男	2000-09	其他	本科	否	中国科学院半导体研究所	氧化工艺可靠性测试验证

填写说明：

按贡献大小排序填写（如表格空间不够，可另附纸）。其中：

职称：按正高、副高、中级、初级、其他分别填写。如完成人具有院士资格，加填院士，并写明是中科院院士还是工程院院士。

文化程度：按博士研究生、硕士研究生、本科、大专、中专、其他分别填写。

是否留学归国：按“是”、“否”填写。

工作单位：按本成果研发期间完成人所属的工作单位填写。

对成果创造性贡献：根据完成人在成果研发过程中发挥的主要作用、做出的主要贡献填写，不超过100字。

605068485020

评价委员会名单

序号	评价委员会职务	姓名	性别	工作单位	所学专业	从事专业	技术职称
1	委员	黄洁霞	女	广东博厚会计师事务所（普通合伙）	财务管理	审计会计	正高
2	主任委员	张波	男	华南理工大学	电力电子与电力传动	电力电子与电力传动	正高
3	委员	伍三忠	男	季华实验室	机电工程	半导体装备研发	正高
4	委员	张杨	男	暨南大学	微电子学与固体电子学	半导体光电集成及微纳制造	正高
5	委员	罗东向	男	广州大学	材料物理与化学	光电材料与器件、氢能、燃料电池、光催化	正高

填写说明：

指在以验收、评审等形式对本成果进行评价过程中发挥咨询、评价作用的专家委员会的成员。
其中：

评价委员会职务：按在评价委员会中担任的职务——主任委员、副主任委员、委员择一填写。

工作单位：指本成果评价时专家所在工作单位。

所学专业：指专家个人获得最高学历学习期间的专业。

从事专业：指专家在现工作单位从事的专业。

职称：按正高、副高、中级、初级、其他分别填写。如评价专家具有院士资格，加填院士，并写明是中科院院士还是工程院院士。