

附件

2024年度福建省科学技术奖 提名项目（人选）公示内容

项目名称：微纳低维功能材料与器件关键技术及其产业化

提名奖种：福建省科学技术进步奖

提单位：泉州市科学技术局

项目简介：在福建省“十三五”规划期间，针对泉州地区的《集成电路规划》部署中，我们提出的项目有望使石墨烯量子点在集成电路产业方向获得重大应用，扩展应用研究方向，加快占领研究制高点，为福建地方的电子信息产业提供知识与技术储备，解决石墨烯产业化中遇到的关键瓶颈问题。具体而言，这些挑战包括石墨烯量子点的高成本问题，以及在固态下易发生的荧光淬灭现象；石墨烯超透镜变焦机制的实现、色差校正难题，以及器件的精密加工与性能表征技术；石墨烯量子点制备高性能官能化石墨烯过程中洗涤效率低、膜纯化困难；石墨烯在高性能铜复合材料应用中的均匀和定向分布问题。本项目紧跟光电与半导体产业融合发展的前沿趋势，由泉州师范学院等三家核心单位协同作战，聚焦于微纳光子材料的创新制备、微纳光学元器件的精巧设计、制造及其工程化应用，共同攻克了一系列技术难关。通过不懈努力，我们成功研发出（芯片热管理）高性能导热膜用氧化石墨烯及浆料和高导电石墨烯铜复合材料等创新产品，并积极推进科技成果的转化应用。

（一）主要创新技术内容：

①为了能宏量制备石墨烯量子点，我们先基于实验室的反应参数，研究反应温度、溶液浓度及反应时间对石墨烯量子点形貌和荧光的影响，从而确立最佳的生产工艺参

数。除了尺寸，石墨烯量子点溶液的pH值也会影响其荧光性能，我们通过对制备过程中碱以及溶剂进行调控，能制备出发光不同的石墨烯量子点，从而满足各种应用要求。

②将石墨烯量子点溶液和 MF 预聚体溶液在室温下混合均匀后置于 95℃的水浴锅中搅拌加热，以形成 GQD-MF 微球。三聚氰胺和多聚甲醛生成的 MF 微球能有效阻止石墨烯量子点相互间存在的较强的 $\pi-\pi$ 堆积，避免其在固态下发生荧光淬灭。

③结合迂回位相调控技术提出新型超薄石墨烯/氧化石墨微结构超透镜器件，设计并实现了横向拉伸变焦成像石墨烯超透镜器件的设计加工与表征，实现无需纵向移动就可实现超大变焦能力的石墨烯超透镜器件。针对石墨烯超透镜存在色差进而影响成像质量的问题，我们从物理层面上，提出基于平面多环结构瑞利-索末菲衍射原理的多波长消色差石墨烯超透镜的设计方法，完美地解决了在可见光波段石墨烯超透镜消色差成像的问题。

④将石墨烯量子点作为前驱体合成具备极佳亲水性能官能化石墨烯，并作为氧化石墨烯浆料中核心助剂，有力调控氧化石墨烯的浆料粘度和稳定性，改善涂布质量，实现氧化石墨烯膜的高质量组装；将石墨烯量子点作为成核点，结合 CVD 生长工艺获得高质量多层石墨烯，采用 SPS 叠层热压等工艺，构造满足电子高速运动的铜-石墨烯-铜界面和高速通道，获得了高导电石墨烯铜复合材料。

(二)技术创新程度与知识产权情况：

授权专利10项（发明10），论文著作3项。

(三)应用推广效益：

常州第六元素材料科技股份有限公司推出了高性能导热膜用氧化石墨烯产品及高导电石墨烯铜复合材料，产品广泛应用于便携式电子产品（手机、平板电脑等）、先进芯片封装（热界面材料）、新能源驱动电机等领域。产品有力促进了中国石墨烯产业的健康发展，推动了石墨烯产业技术的实际落地，并在关键技术领域建立了中国

的核心技术和产业优势。近三年来，常州第六元素材料科技股份有限公司在氧化石墨烯产品和高导电石墨烯铜复合材料领域销售收入达2.78亿元。

主要完成单位：泉州师范学院、常州第六元素材料科技股份有限公司、深圳大学

主要完成人及其贡献：

- 1、向斌：项目负责人，技术工作构思。对创新点 1、2 做出了创造性贡献，投入该项目工作量占本人工作总量的 70%，发明专利 1-5。
- 2、瞿研：完成人对本项目主要创新点 4 做出了创造性贡献，投入该项目研发工作量占本人工作量 60%。发明专利 6-10。
- 3、魏仕彪：完成人对本项目主要创新点 3 做出了创造性贡献，投入该项目研发工作量占本人工作量 60%。代表性论文专著目录 1-3。
- 4、颜少彬：完成人对本项目主要创新点 1 做出了创造性贡献，投入该项目研发工作量占本人工作量 60%。发明专利 1、2、3、5。
- 5、陈泽强：完成人对本项目主要创新点 2 做出了创造性贡献，投入该项目研发工作量占本人工作量 60%。发明专利 4。

主要知识产权目录：

序号	知识产权类别	授权专利名称	授权号	国（区）别	权利人	发明人	状态（有效/无效）
1	发明专利	一种黄绿色荧光石墨烯量子点的制备方法	ZL201910168821.9	中国	泉州师范学院	张璐、颜少彬、廖廷俤、郑玲玲、吴琦、朱星群、崔旭东、向斌	有效
2	发明专利	一种双色荧光石墨烯量子点及其制备方法	ZL201910295448.3	中国	泉州师范学院	颜少彬、廖廷俤、郑玲玲、张璐、吴琦、朱星群、崔旭东、向斌	有效
3	发明专利	一种水溶性蓝绿色荧光石墨烯量子点的制备方法	ZL201910166243.5	中国	泉州师范学院	颜少彬、廖廷俤、张璐、郑玲玲、吴琦、朱星群、崔旭东、向斌	有效
4	发明专利	一种绿色荧光的石墨烯量子点粉末的制备方法	ZL202010889926.6	中国	泉州师范学院	陈泽强、张璐、向斌、崔旭东、廖廷俤	有效
5	发明专利	一种荧光性能可调的	ZL201910166320.7	中国	泉州师范学	朱星群、颜少彬、	有效

	利	石墨烯量子点的制备方法			院	廖廷佛、张璐、郑玲玲、吴琦、崔旭东、向斌	
6	发明专利	高固含量的氧化石墨烯浆料及其制备方法	ZL202210422088.0	中国	常州第六元素材料科技股份有限公司	吴艳红、唐润理、方钢、耿飏、张婧、瞿研	有效
7	发明专利	增强有色金属板及其制备方法	ZL201810134257.4	中国	常州第六元素材料科技股份有限公司	徐采云、赖建平、葛明、瞿研	有效
8	发明专利	石墨烯复合金属及其制备方法	ZL201810133543.9	中国	常州第六元素材料科技股份有限公司	徐采云、赖建平、葛明、瞿研	有效
9	发明专利	一种氧化石墨烯的制备方法	ZL202211117958.X	中国	常州第六元素材料科技股份有限公司	纪磊、钱程、孙旭冉、唐润理、瞿研	有效
10	发明专利	一种氧化石墨烯膜的制备方法	ZL202210422081.9	中国	常州第六元素材料科技股份有限公司	方钢、唐润理、瞿研	有效

代表性论文专著目录：

序号	刊名	论文(专著)名称	影响因子	年卷页码	发表时间	SCI/EI 收录情况	他引次数	作者：排序/姓名
1	Photonics Research	High tolerance detour-phase graphene-oxide flat lens	6.6	2021,9(12):2454-2463	2021	SCI	16	Wei S , Cao G, Lin H, et al
2	ACS nano	A varifocal graphene metalens for broadband zoom imaging covering the entire visible region	15.8	2021,15(3): 4769-4776	2021	SCI	120	Wei S , Cao G, Lin H, et al
3	Laser & Photonics Reviews	Multi - Wavelength Achromatic Graphene Metalenses for Visible, NIR, and Beyond	9.8	2024:2401542	2024	SCI	2	Cao G, Wei S （通讯作者），

								Wang S, et al
--	--	--	--	--	--	--	--	------------------

其他支撑材料目录：

序号	评价材料名称	提供时间	提供单位
1	成果鉴定意见	2020 年 12 月	福建省发改委石墨烯 技术专项项目专家组
2	产品检测报告	2020 年 10 月	四川省新材料研究中 心
3	光学世界媒体报道	2024 年 12 月	光学世界媒体官网
4	江苏省重点推广应用的新技术 新产品目录	2023 年 12 月	江苏省新技术新产品 推广应用工作联席会 议办公室
5	产品应用证明材料 产品使用报告	2022 年 4 月 30 日 2024 年 3 月 4 日	常州富烯科技股份有 限公司
6	用户报告	2021 年 12 月 20 日	深瑞墨烯科技（福建） 有限公司
7	“ COMING OF AGE: Twenty years after the highly publicized discovery of graphene, the atom-thin carbon sheets are finding their place”	2024 年 10 月 11 日	Science