

2023 年度山西北大碳基薄膜电子研究院

研发项目申请指南

G1. 电弧法合成碳纳米管中的直径调控

【研究内容】 面向碳基芯片的发展需求，开展高质量、高纯度SWCNTs的电弧放电法可控制备研究，深入理解催化剂组成与性质、反应条件（电流、电压、气氛的种类与压强等）等因素对SWCNTs直径的影响规律，具体研究内容包括：（1）催化剂的组成对电弧法制备SWCNTs的影响；（2）电流、气氛等条件对电弧法制备SWCNTs的影响。

【考核指标】 开发具有更小直径和更窄直径分布的SWCNTs制备方法和技术，初步建立SWCNTs产物的提纯方法，形成可以稳定供应碳基纳电子器件科研与生产的材料需求的路径方案。技术指标要求：（1）使用电弧放电法生长平均管径在1.4 nm 以下的 SWCNTs 样品（通过吸收光谱、透射电镜、拉曼光谱确定）；（2）每批次生长获得的碳管粗品不低于1 g，且其中SWCNTs含量不低于0.2 g（通过热重分析和吸收光谱两种方法同时确定）。

G2. 半导体碳纳米管提纯后的废弃原料再利用

【研究内容】 针对通常半导体碳纳米管提纯工艺中产生的废弃物碳纳米管原材料进行研究，开发其可再利用价值，提高原材料的利用率，降低半导体碳纳米管材料的成本，推进碳基电子技术的实际应用。具体研究内容包括：（1）高纯度半导体碳纳米管材料的高产率批量制备；（2）碳纳米管提纯废弃物的电子学再利用技术。

【考核指标】 （1）高产率的高纯度半导体碳纳米管提纯工艺，半导体碳纳米管的提纯效率超过30%；（2）发展出1-2种提纯废弃物的再利用方案，有效提升碳纳米管原材料使用价值。

G3. 规则排列悬空微孔支持膜规模化制备新技术

【研究内容】 结合微加工技术，自主开发规则排列规则悬空微孔支持膜规模化制备的新技术，推动国产化以及相应技术领域的发展。

具体研究内容包括：（1）用于悬空支持膜的新型碳基材料；（2）晶圆级规则排列悬空多孔支持膜的制备技术研究。

【考核指标】 基于新型碳基纳米材料和微加工技术，自主开发规则排列悬空多孔支持膜规模化制备的新技术，实现孔径、孔间距和膜厚的更高精度控制，提升支持膜的导电性和抗电子束辐照能力，推动和拓展规则排列微孔支持膜的应用。技术指标要求：（1）晶圆级规则排列多孔支持膜的制备技术，晶圆尺寸不小于2英寸，规则孔最小孔径不大于1 μm ；（2）开发出至少一种碳基材质悬空支持膜及其制备技术，对应机械强度和导电性优于现有主流技术。

G4. 基于超冷原子的碳纳米管量子模拟

【研究内容】 六角形状光晶格中冷原子的实现方法与原子装载方案、光晶格中量子态的制备方案；针对六角光晶格中具有强相互作用的超冷费米子系统，研究超冷原子的激发特性及高激发能带原子的相干保持特性，探索高激发能带高保真度装载的新方法，从而探讨对碳纳米管进行量子模拟的新思路。

【考核指标】 建立周期性势场中超冷原子动力学分析模型，围绕单轮实验时间低于20秒，简并原子温度优于100 nK的指标，模拟电子在六角形光晶格中不同能带的输运特性，研究晶格深度、原子相干特性以及不同能带对碳纳米管输运性能的影响。

G5. 碳纳米管精准成像中的超冷原子量子调控

【研究内容】 原子气体显微镜的单格点探测理论与方案设计；基于数字微镜阵列的特定格点原子调控与原子精确定位方法；光晶格中超冷原子与纳米管材料的相互作用物理过程及电磁力传感机制。

【考核指标】 利用超冷原子碳纳米管进行电磁力探针的新思路验证，碳管置于真空优于 $4 \times 10^{-9} \text{ Pa}$ 的腔体，通过操控原子，测量出纳米尺度上的微弱电磁力，灵敏度达到 10^{-26} N 。

G6. 碳基32×32阵列Micro-LED微显驱动系统

【研究内容】针对P型碳基薄膜晶体管驱动的 32×32 阵列Micro-LED微显示屏的智能显示需求，开发碳基P型Micro-LED的驱动电路新技术，基于FPGA的逻辑控制手段，设计碳基Micro-LED智能显示装置，实现供电、亮度调节、图形显示的功能。具体研究内容包括：（1）碳基Micro-LED的驱动电路新技术；（2）碳基Micro-LED特定的亮度调节技术；（3）基于FPGA控制的图形显示技术。

【考核指标】（1）可为碳基 32×32 阵列P型Micro-LED屏供电，提供必要的VDD端、DATA端、SCAN端、GND端电平，实现全亮全灭的显示；（2）显示亮度可调节，驱动电压可控，范围为：VDD端（+1.2V~+5V）、DATA端（-1.2V~-5V、+1.2V~+5V）、SCAN端（-1.2V~-5V、+1.2V~+5V）；（3）图形显示： 32×32 阵列的英文、汉字、黑白图片，刷新频率：64HZ。