

“十四五”国家重点研发计划“新型显示与战略性 电子材料”重点专项 2023 年度项目申报指南

(征求意见稿)

1. 新型显示材料与器件

1.1 宽工作温区的 Micro-LED 显示关键技术(共性关键技术类)

研究内容：开发宽工作温区、高发光效率的 Micro-LED 芯片，以及低损伤衬底剥离技术；研发高迁移率、宽工作温区条件下低漂移、高稳定的 TFT 背板技术；研究环境温度对键合材料热力学稳定性及机械性能的影响，开发 Micro-LED 芯片与 TFT 驱动基板的高效率巨量转移和高良率键合技术，开发缺陷检测和修复技术；突破高稳定性的 Micro-LED 显示驱动技术，研制宽工作温区的彩色 Micro-LED 车载显示模组。

考核指标：芯片尺寸 < 15 微米×25 微米，红绿蓝 Micro-LED 芯片的能量转换效率（85 摄氏度，0.5 安培每平方厘米）分别大于 10%、35%和 40%；彩色 Micro-LED 车载显示模组：尺寸≥9 英寸，峰值亮度≥2000 尼特，对比度≥1000000:1，寿命（峰值亮度的 80%）≥8000 小时；-40 摄氏度和 85 摄氏度环境条件下，亮度下降 < 50%，对比度下降 < 50%；申请发明专利≥20 件，其中 PCT 专利≥5 件。

有关说明：地方/企业配套经费与中央财政经费比例 $\geq 3:1$

关键词：Micro-LED，宽工作温区、车载显示、高稳定

1.2 印刷 OLED/QLED 柔性显示应用示范（应用示范类）

研究内容：集成国产化印刷 OLED/QLED 材料成果，开展印刷 OLED/QLED 墨水批量生产、墨水理化特性及墨水-印刷设备长期兼容性研究；研制 OLED/QLED 柔性屏；开发像素电路设计、氧化物靶材和 TFT 背板、薄膜封装及符合稳定性要求的模组等柔性面板技术及印刷制造技术；实现印刷 OLED/QLED 柔性显示的规模生产及应用。

考核指标：印刷 OLED/QLED 墨水实现批量化制备，完成产品化验证，导入产线规模化应用；印刷 OLED/QLED 柔性面板：氧化物 TFT 迁移率 ≥ 50 平方厘米/伏特·秒，屏幕尺寸 ≥ 27 英寸，像素密度 ≥ 240 像素点数每英寸，视角单侧 ≥ 45 度（亮度衰减到正视角度的 50%及色度视角偏差 ≤ 0.025 ），面板全白亮度达到 300 尼特，T95 寿命 ≥ 1000 小时（初始亮度 300 尼特），显示模组可靠性通过 240 小时（60 摄氏度和 90% 湿度）；建成柔性印刷 OLED/QLED 面板示范线，面板产能 $\geq 1K$ /月；申请发明专利 ≥ 30 件，其中 PCT 专利 ≥ 5 件。

有关说明：地方/企业配套经费与中央财政经费比例 $\geq 3:1$

关键词：印刷显示，批量制备，产品验证，规模应用

1.3 高性能红绿蓝激光外延材料、器件及应用研究（共性关键技术类）

研究内容：研究红绿蓝激光二极管（LD）外延材料缺陷抑制、组分调控和器件结构等核心技术，制备出高功率、高光效红蓝绿光 LD 器件；研究超晶格晶体生长、极化工艺及器件制备技术，实现高效率绿光输出；研究 GaN 基绿光 InGaN 量子阱的生长机理、有源区设计和器件制备技术，实现 VCSEL 绿光输出；研究大色域激光光源模组多芯片结构设计、器件制备与封装评测技术，实现高功率白光输出。

考核指标：红光 LD 功率 ≥ 5 瓦，波长 640 纳米 ± 5 纳米，绿光 LD 功率 ≥ 2 瓦，波长 530 纳米 ± 5 纳米，蓝光 LD 功率 ≥ 12 瓦，波长 455 纳米 ± 5 纳米；超晶格晶体周期 6.97 微米，占空比 $50\pm 0.5\%$ ，超晶格绿光激光功率 ≥ 12 瓦；GaN 基绿光 VCSEL 输出功率 ≥ 1.8 毫瓦；白光激光模块功率 ≥ 85 瓦，色域达到 100%BT2020；申请发明专利 ≥ 20 项，其中 PCT 专利 ≥ 5 件；制定国家/行业/团体标准 ≥ 2 项。

有关说明：地方/企业配套经费与中央财政经费比例 $\geq 3:1$

关键词：三基色激光，LD 材料器件，超晶格材料，垂直腔面激光器

1.4 柔性显示 TFT 卷对卷印刷关键技术（共性关键技术类）

研究内容：开展柔性显示 TFT 卷对卷印刷关键技术与墨

水研究，开展 TFT 阵列有源层、绝缘层、栅极和源漏极的卷对卷连续套印工艺验证，开发具有自主知识产权的高精度卷对卷 TFT 阵列数字化印刷工艺套印装备，实现低成本 TFT 阵列卷对卷印刷制作。

考核指标：卷对卷印刷基板幅宽 ≥ 350 毫米，基板张力波动 $< \pm 5\%$ ，套印精度优于 10 微米；TFT 阵列器件迁移率 ≥ 10 平方厘米/伏特·秒，开关比 $\geq 10^6$ ，像素密度 ≥ 100 像素点数每英寸，器件均一性 $< 5\%$ ；申请发明专利 ≥ 10 件，其中 PCT 专利 ≥ 2 件。

有关说明：地方/企业配套经费与中央财政经费比例 $\geq 3:1$

关键词：卷对卷，TFT 阵列，连续套印，阵列数字化

1.5 新型柔性传感与光感应显示微系统（应用示范类）

研究内容：研究高透明、高折射率、高耐磨树脂材料及其面向屏下光感应器件的应用；研究面向柔性显示屏下摄像、屏下 3D 人脸识别的原理技术和设计方案，开发适用于屏下摄像与面部识别传感系统的柔性显示屏、柔性驱动的工艺和集成技术，实现产品批量化生产及应用验证。

考核指标：高折射率高透过率树脂折射率 ≥ 1.72 ，可见光范围的透过率 $\geq 95\%$ （@100 微米厚度），摩擦系数范围为 0.05 ~ 0.11。屏下摄像区屏体物理像素密度 ≥ 400 像素点数每英寸，屏体透过率 $\geq 40\%$ ；屏下 3D 传感的屏下识别区透过率 $\geq 25\%$ ；屏下 3D 模组认假率 $< 0.002\%$ ，拒真率 $< 2\%$ ；柔

性传感显示微系统 85 摄氏度、85%相对湿度下 240 小时无异常；屏下摄像和屏下 3D 传感的显示屏导入生产，量产出货显示模组数量 ≥ 1 万。制定国家/行业/团体标准 ≥ 2 项，申请发明专利 ≥ 30 件，其中 PCT 专利 ≥ 5 件。

有关说明：地方/企业配套经费与中央财政经费比例 $\geq 3:1$

关键词：柔性传感、光感应，屏下摄像、屏下识别

1.6 高效环保型发光及光提取关键材料与器件研究（共性关键技术类）

研究内容：利用机器学习、高通量计算等技术开发高效稳定的无重金属钙钛矿量子点材料和 QLED 器件；开展 OLED/QLED 正面出光耦合增强的高折射率普适性材料研究，开发器件出光效率提升的光提取微纳结构与关键工艺；开发无重金属钙钛矿 QLED 与 TFT 背板，光提取结构和 OLED 工艺集成技术，研制高性能全彩 OLED/QLED 柔性显示屏。

考核指标：无重金属钙钛矿 QLED 器件的外量子效率 $\geq 25\%$ @CIE-x ≥ 0.70 （红色）、 $\geq 30\%$ @CIE-y ≥ 0.77 （绿色）、 $\geq 15\%$ @CIE-y ≤ 0.14 （蓝色），在 100 坎德拉/平方米条件下 T50 寿命分别大于 10,000 小时、10,000 小时、400 小时；增加光提取结构后，OLED/QLED 器件正面出光效率提升 $\geq 15\%$ ；红绿蓝 OLED 器件效率分别达到 75、190、9.5 坎德拉/安培。AMQLED 样机尺寸 ≥ 3.5 英寸，像素密度 ≥ 120 像素点数每英寸，亮度 ≥ 300 坎德拉/平方米；全彩 AMOLED/QLED

柔性显示屏尺寸 ≥ 6 英寸，30度色度视角偏差 ≤ 0.014 ，环境信赖性 ≥ 240 小时@85摄氏度和湿度85%。申请发明专利 ≥ 20 件，其中PCT专利 ≥ 5 件。

有关说明：地方/企业配套经费与中央财政经费比例 $\geq 3:1$

关键词：钙钛矿量子点，铅替代，光提取，柔性显示

1.7 8K 激光显示控制芯片及激光显示配套材料与器件研发（共性关键技术类）

研究内容：研究面向8K超高清激光投影显示的高速传输、多通道接口、视觉无损压缩、兼容和扩展技术，开发高性能控制芯片；研究激光显示核心材料集成融合、表征评估，开发激光显示超高清大色域的配套材料与器件；研究8K激光显示控制芯片及配套材料与器件的应用关键技术。

考核指标：8K/12bit激光显示控制芯片，支持多通道DisplayPort接口；超高清镜头投射比 < 0.2 ，光学屏幕尺寸 > 120 英寸，增益系数 ≥ 1.5 ，支持激光显示样机达到分辨率8K和3500流明以上光通量输出，屏幕中心亮度 ≥ 450 尼特，色域达到100%BT.2020；制定国家/行业/团体标准 ≥ 2 项，申请发明专利 ≥ 15 件，其中PCT专利 ≥ 3 件。

有关说明：地方/企业配套经费与中央财政经费比例 $\geq 3:1$

关键词：激光显示，超高清，大色域，显示材料器件

1.8 拉伸显示材料与器件（共性关键技术类）

研究内容：研究新型柔性显示用透明自愈合基板材料、高韧性封装薄膜等拉伸显示材料和工艺；研究 TFT 和发光器件设计以及相关工艺技术，突破背板晶体管、发光系统、封装技术以及显示器件集成关键技术方案，研制拉伸显示原型样机。

考核指标：柔性拉伸基板材料自愈合效率 $\geq 90\%$ ，拉伸高韧性封装薄膜撕裂强度 ≥ 20 千牛顿/米，50%应变拉伸回复率 $\geq 99.5\%$ ；拉伸背板单轴拉伸量 $\geq 20\%$ ，器件迁移率 ≥ 10 平方厘米/伏特·秒，拉伸 1000 次后迁移率变化率 $< 5\%$ ，拉伸发光系统单轴拉伸量 $\geq 20\%$ ，拉伸 1000 次后像素无收缩，发光效率变化率 $< 5\%$ ；拉伸显示样机尺寸 ≥ 6 英寸，像素密度 ≥ 100 像素点数每英寸，亮度 ≥ 100 坎德拉/平方米；申请发明专利 ≥ 20 件，其中 PCT 专利 ≥ 5 件。

有关说明：地方/企业配套经费与中央财政经费比例 $\geq 3:1$

关键词：拉伸显示，拉伸材料，自愈合，器件集成

1.9 柔性 OLED 光医疗材料及器件研究和应用（共性关键技术类）

研究内容：针对重大增龄退行性疾病及肿瘤的精准光疗需求，研发特定波段 OLED 器件；探讨柔性 OLED 用于重大增龄退行性疾病、体表/体腔肿瘤及其癌前病变等重大疾病治疗的生物学效应及其作用机制；开发具有高发光均匀、高适

形性、剂量可控的医疗用柔性适形光疗体，研制无创光疗用穿戴式光疗仪，开展可穿戴 OLED 用于重大增龄退行性疾病的临床应用示范；开发用于肿瘤靶向光动力治疗的高光功率密度柔性 OLED 器件及原理样机；形成 OLED 用于光医疗的技术方法。

考核指标：无创光疗用有机穿戴式光疗仪工作寿命 ≥ 2000 小时，有机柔性适形光疗体发光均匀性 $\geq 80\%$ （有效发光面积 ≥ 1000 平方毫米），厚度 ≤ 1.5 毫米，最小弯曲半径 ≤ 15 毫米；肿瘤靶向光动力疗法器件光功率密度 ≥ 50 毫瓦/平方厘米；研制 OLED 医疗健康创新应用设备 2 台、原理样机 1 台；开展 ≥ 4 种细胞的无创光疗效应验证；开展 ≥ 2 种动物模型的肿瘤靶向光动力治疗；开展临床应用示范 2 项；形成 OLED 面向光医疗的技术标准 1 项，申请发明专利 ≥ 10 件。

有关说明：地方/企业配套经费与中央财政经费比例 $\geq 3:1$

关键词：OLED 光医疗，特定波段，OLED 穿戴光疗仪，OLED 靶向光

1.10 单片集成 GaN 基可调控 Micro-LED 发光器件研究（青年科学家）

研究内容：开展新型 GaN 显示集成器件结构设计，研究多层 GaN 功能薄膜外延和芯片制造工艺，以及外延界面及掺杂控制技术，突破全 GaN 电子器件和发光器件的单片集成关键技术；研究集成器件的电学性能和发光特性调控机制，研制低电压小电流控制驱动的新型发光器件。

考核指标：集成器件尺寸 < 50 微米×100 微米，发光面积占比≥80%，电流增益≥100，器件单位面积发光功率≥1 瓦/平方厘米@3 安培/平方厘米；申请发明专利 3 项。

关键词：单片集成，GaN，性能调控，发光器件

1.11 量子点材料新型微流控合成技术（青年科学家）

研究内容：开发具备高性能量子点合成能力与高通量筛选特性、多段自动投料及固体与液体连续滴加、防止返混功能的新型微流控量子点合成方法，突破复杂体系量子点合成条件优化瓶颈问题；建立合成参数与发光峰位和半峰宽的高维相图与数据模型；优化量子点高通量合成和纯化工艺，研发量子点材料及其发光性能检测技术，建设基于新型微流控高通量合成方法和多种表征手段的研究平台。

考核指标：新型微流控合成的单个反应消耗反应液体积 ≤200 微升；全自动采样监测功能单次最小采样体积 < 50 纳升，采样体积相对误差 < 5%；输出优化特定量子点结构体系的性能关系，成功合成在 100 瓦/平方厘米光强激发下 T90 寿命≥100 小时的高性能复杂体系量子点材料；申请发明专利 ≥3 件。

关键词：量子点，微流控，合成与纯化，高通量筛选

1.12 流体型高速响应柔性电子纸研究（青年科学家）

研究内容：研究电场及磁场响应的反射式显示流体的组成、光响应特性、运动与形变的动力学规律，建立柔性显示

器件的设计理论模型；研究柔性显示薄膜中流体剪切与扰动控制的关键技术，制备抗弯折的柔性像素结构；研究灰阶精准调控驱动方案，图形化显示的印刷制备技术，以及柔性显示面板的制程工艺，研制满足视频响应的柔性电子纸样机。

考核指标：视频响应柔性电子纸样机 ≥ 5 英寸，开关响应 < 50 毫秒，灰阶 ≥ 16 阶，户外对比度 $\geq 15:1$ ，功耗 < 3 毫瓦/平方英寸。申请发明专利 ≥ 3 件。

关键词：柔性电子纸，流体型，高速响应，视频显示

2. 第三代半导体材料与器件

2.1 面向智能电网的万伏千安级超大功率碳化硅电力电子器件及模块研究（共性关键技术类）

研究内容：研究超厚 SiC 材料外延生长和缺陷控制技术；研究电压控制型 SiC 电力电子器件电流提升机理与芯片设计技术，研究提升高耐压 SiC 器件可靠性的新型终端结构；开发高耐压大电流 SiC 器件关键工艺，研究芯片良率提升技术并实现全流程工艺整合；研究 SiC 模块耐高压、耐高温、低寄生参数并联封装技术，研究万伏千安级 SiC 模块可靠性评估与失效分析方法；进行万伏千安级 SiC 模块在智能电网装备中的应用验证。

考核指标：高耐压 SiC 电力电子器件用外延材料厚度 ≥ 100 微米，致命缺陷密度 < 1 /平方厘米；SiC 电力电子器件耐压 ≥ 10 千伏，电流 ≥ 40 安培，良品率 $\geq 10\%$ ；全 SiC 二极管

模块和开关管模块耐压 ≥ 10 千伏，电流 ≥ 1000 安培，通态压降 < 7 伏特；实现万伏千安级 SiC 模块在直流断路器功率单元中的应用验证，器件最高工作结温 ≥ 175 摄氏度；申请发明专利 ≥ 10 件，编制国家/企业/团体标准 ≥ 1 项。

关键词：碳化硅，超大功率，智能电网，电力电子器件

2.2 面向宇航应用的抗辐照氮化镓基功率电子材料与器件研究（共性关键技术类，揭榜挂帅）

研究内容：研究总剂量效应和单粒子效应对 Si 衬底 GaN 基功率电子材料的作用机理及材料性质的变化规律；研究空间粒子辐照对 GaN 基 HEMT 器件的损伤机理，研究器件性能退化与材料缺陷演化和器件结构的关联规律，研究器件辐照损伤的表征评估方法；研究宇航用 GaN 基 HEMT 器件抗辐照加固结构设计及工艺技术；研究高效率、高功率密度航天电源模块的设计与封装技术，并实现宇航应用验证。

考核指标：掌握总剂量效应和单粒子效应对 GaN 基功率电子材料性质的影响规律；宇航用 Si 衬底 GaN 基 HEMT 器件额定电压 ≥ 450 伏特，额定电流 ≥ 25 安培，导通电阻 < 25 毫欧，器件抗辐射总剂量 ≥ 300 千拉德硅，抗单粒子烧毁能力线性能量传输值 ≥ 75 兆电子伏特·平方厘米/毫克，抗单粒子烧毁能力阻断电压 ≥ 300 伏特；抗辐射 DC-DC 电源模块输入电压 ≥ 100 伏特，功率等级 ≥ 100 瓦，功率密度 ≥ 100 瓦/立方英寸，最高工作效率 $\geq 93\%$ ；申请专利 ≥ 10 件，编制国家/企业/团体标准 ≥ 1 项。

相关说明：航天五院为用户代表。

关键词：单粒子效应，总剂量效应，抗辐照 GaN 基功率电子器件，高功率密度宇航电源

2.3 面向新一代移动通信的氮化镓基射频电子材料与器件研究（共性关键技术类）

研究内容：研究面向亚毫米波射频器件的 SiC 衬底超薄势垒层 GaN 基异质结构的外延生长，研究面向毫米波射频器件的低射频损耗 Si 衬底 GaN 基异质结构的外延生长；面向 6G 移动通信需求，研究深亚微米 SiC 衬底 GaN 基 HEMT 器件和电路的建模、设计和关键制备工艺，研制亚毫米波射频器件和功率放大电路；研制 Si 衬底 GaN 基毫米波射频器件和射频前端电路；研究 SiC 衬底 GaN 基太赫兹 SBD 器件和倍频器。

考核指标：SiC 衬底超薄势垒层 GaN 基异质结构方阻不均匀性 $<2.5\%$ ，Si 衬底 GaN 基异质结构方阻不均匀性 $<3.0\%$ ，射频损耗 <0.5 分贝/毫米@26 吉赫兹（GHz）；亚毫米波 SiC 衬底 GaN 基 HEMT 电流增益截止频率 ≥ 220 吉赫兹，最高振荡频率 ≥ 520 吉赫兹，功率放大电路工作频率 ≥ 220 吉赫兹，输出功率 ≥ 20 分贝毫瓦；Si 衬底 GaN 基 HEMT 电流增益截止频率 ≥ 100 吉赫兹，最高振荡频率 ≥ 330 吉赫兹，射频前端电路输出功率 ≥ 36 分贝毫瓦@26 吉赫兹；SiC 衬底 GaN 基太赫兹 SBD 截止频率 1.5 太赫兹，二倍频器连续波输出功率 ≥ 20 分贝毫瓦@340 吉赫兹；申请发明专利 ≥ 15 件。

关键词：6G，Si 衬底 GaN，亚毫米波，太赫兹，射频前端电路，GaN SBD，倍频器

2.4 铝镓氮基深紫外发光二极管电光转换效率提升关键技术研究（基础研究类）

研究内容：研究 AlGaN 基深紫外新型量子限域结构及外延生长的精细调控方法和动力学规律，研究提升载流子辐射复合效率及发光偏振度的途径；研究 AlGaN 基量子结构中轨道工程调控及改善空穴和电子平衡注入的方法；研究 AlGaN 基量子结构中光子和电子相互作用规律及其调控方法，研究超构表面等提升光提取效率的新结构和新途径；研究 AlGaN 基深紫外 LED 芯片制备关键工艺，探索器件工作电压、光功率协同调控的新方法。

考核指标：掌握高质量深紫外 AlGaN 基量子结构的外延生长方法，实现 280 纳米及以下峰值波长的量子阱内量子效率 $\geq 85\%$ ，发光偏振度 $\geq 30\%$ ；Al 组分 $\geq 50\%$ 的 n 型 AlGaN 电子浓度 $\geq 1.0 \times 10^{19}$ /立方厘米；Al 组分 $\geq 50\%$ 的 p 型 AlGaN 电导率 ≥ 1.2 西门子/厘米，透光率 $\geq 85\%$ （270-280 纳米波段）；实现 280 纳米或以下峰值波长深紫外 LED 电光转化效率 $\geq 15\%$ ；申请国家发明专利 ≥ 10 件。

关键词：AlGaN，深紫外 LED，量子限域结构，电光转换效率

2.5 面向短距离高速通信用氮化镓基激光器材料与芯片研究（共性关键技术类）

研究内容：研究高质量、低缺陷密度 GaN 基蓝、绿光激光器(LD)材料外延生长技术，研究高载流子注入效率的外延结构和掺杂技术；研究缺陷、界面和应力等对激光器性能的影响规律，研究 GaN 基激光器的光学灾变损伤（COD）机制，设计制备抗 COD 的激光器腔面膜；优化器件 P 电极结构设计，开发激光芯片封装技术，改善热阻与老化特性，研制大功率、长寿命蓝、绿光激光器及光源模组；研究 LD 器件结构与通信调制速率的关系，研制短距离、高速通信模组，研究模组的光谱技术、调制技术和阻抗匹配技术。

考核指标：2 英寸蓝光激光器结构光荧光波长均匀性 $<\pm 3$ 纳米，蓝光激光器激射波长 450 ± 5 纳米，器件斜率效率 ≥ 1.8 瓦/安培，光功率 ≥ 5 瓦，寿命 $LT_{50}\geq 20000$ 小时；2 英寸绿光激光器结构光荧光波长均匀性 $<\pm 5$ 纳米，绿光激光器激射波长 520 ± 10 纳米，器件斜率效率 ≥ 0.8 瓦/安培，光功率 ≥ 1.5 瓦，寿命 $LT_{50}\geq 20000$ 小时；激光器通信模组的 3dB 带宽 ≥ 3 吉赫兹(GHz)，在自由空间中通信距离 ≥ 10 米，通信速率 ≥ 10 吉比特/秒(Gbps)，误码率 $< 3.8\times 10^{-3}$ ；申请发明专利 ≥ 10 件。

关键词：GaN 基激光器，光功率，寿命，可见激光通信

2.6 氮化物半导体的范德华外延生长及其光电器件应用研究（基础研究类）

研究内容：研究氮化物半导体与二维材料的界面物理和

外延生长动力学，发展大尺寸氮化物半导体范德华外延技术；研究高质量 GaN 厚膜材料范德华外延技术和大面积剥离技术；研究 AlN 在金属衬底上的范德华外延技术，探索其低热阻器件应用；研究基于范德华外延技术的柔性发光器件及面阵；研究高质量氮化硼薄膜范德华外延技术，探索其量子光源器件。

考核指标：范德华外延制备的 GaN 材料尺寸 ≥ 4 英寸，位错密度 $< 1 \times 10^6$ /平方厘米，实现厚度 ≥ 300 微米的剥离技术；金属衬底上范德华外延 AlN 材料尺寸 ≥ 2 英寸，应力 < 0.5 吉帕斯卡；基于范德华外延的 GaN 基柔性 Micro-LED 显示面阵发光波长 460 ± 5 纳米，芯片尺寸 < 10 微米，像素间距 < 50 微米，弯曲半径 < 20 毫米，显示面阵亮度 ≥ 3000 坎德拉/平方米；范德华外延 BN 材料尺寸 ≥ 2 英寸，拉曼峰半高宽 < 12 厘米，实现 BN 片上单光子发射器件，二阶关联函数 $g^{(2)}(0) < 0.1$ 。申请专利 ≥ 8 项。

关键词：范德华外延，氮化镓，氮化铝，氮化硼

2.7 第三代半导体用高端金属有机源与耐高能量密度封装材料产业化技术（共性关键技术类）

研究内容：研究低硅、低氧三甲基铝 MO 源的纯化关键工艺和产业化技术，开发超低有机硅和氧杂质浓度的检测方法；开发与高耐压、大电流 SiC 功率电子器件相匹配的高温互联、高性能封装材料的批量制备关键技术，研究封装互联材料与芯片及基板之间的异质烧结行为及烧结性能；面向

UVC 波段 LED 对高透光率封装材料的需求，研制耐深紫外光、高折射率的光电器件封装胶。

考核指标：三甲基铝 MO 源产品中有机硅杂质<百万分之 0.2，氧杂质<百万分之 0.2，低硅、低氧三甲基铝年产能 ≥ 2 吨；高耐压、大电流 SiC 功率电子器件用封装材料烧结温度<300 摄氏度，导热率 ≥ 300 瓦/(米·开尔文)，烧结层耐受温度 ≥ 450 摄氏度；深紫外封装胶透光率 $\geq 80\%$ @275 纳米；申请发明专利 ≥ 20 件，编制国家/企业/团体标准 ≥ 2 项。

关键词：三甲基铝 MO 源，封装材料，封装胶

2.8 新能源汽车用碳化硅功率器件和充电装备产业化关键技术及其示范应用（应用示范类）

研究内容：针对新能源汽车产业对充电设备高效、高可靠和低成本的需求，研究 1200 ~ 1700 伏碳化硅场效应晶体管（MOSFET）电磁兼容技术、可靠性设计和产业化制造技术；基于碳化硅器件，研究双向充电拓扑和效率提升技术，研究充电站充储一体化设计和制造技术，推进基于碳化硅功率器件的充电装备示范应用；针对碳化硅功率器件及其充电模组，建立国家级体系化、网络化检测能力，开展检测实验室能力比对；研究典型应用环境、拓扑电路下，碳化硅功率器件及其充电模组性能及可靠性评价方法、相关技术规范和标准。

考核指标：碳化硅 MOSFET 芯片容量分别 ≥ 1200 伏/100 安、1700 伏/100 安；双向充电模组容量 ≥ 40 千瓦，双向最高

效率 $\geq 97\%$ ，充电桩容量 60 ~ 480 千瓦，最大配套储能容量 ≥ 200 千瓦时， 55°C 环境下充电模组连续满功率运行 ≥ 3000 小时；在 3 个或以上城市的典型应用场景示范应用充电桩数量 ≥ 3000 台；建立碳化硅功率器件动静态参数、可靠性及寿命评估的公共测试服务平台，组织 3 家及以上检测实验室的测试方法和测试结果比对 ≥ 1 次；申请发明专利 ≥ 10 件，形成国家/行业/团体标准 ≥ 2 件。

有关说明：拟定向委托国家第三代半导体技术创新中心组织实施。

关键词：碳化硅，功率电子器件，充电桩，储能

2.9 5G 移动通讯基站有源阵列用声波滤波器材料、器件及其产业化技术（应用示范类）

研究内容：开展应力可控的铝钽氮压电薄膜和平整度可控的钽酸锂复合薄膜等滤波器用关键材料产业化制备技术研究；开展高频、大功率体声波滤波器和低插损、大带宽表面声波滤波器及双工器等器件设计技术研究；开展频率一致性控制、晶圆级封装及测试、制造执行系统排产调度等产业化关键技术研究；面向 5G 基站有源阵列对滤波器小尺寸、高性能的需求，研究声波滤波器功率、损耗、带宽等关键性能提升技术，提升批量生产成品率，实现规模应用。

考核指标：铝钽氮压电薄膜钽浓度 $\geq 20\%$ ，体声波滤波器频率覆盖范围 2.5 ~ 5 吉赫兹，带宽 160 ~ 200 兆赫兹，最大功率 ≥ 2 瓦，最小插损 < 1 分贝，抑制度 ≥ 50 分贝；钽酸锂复合

薄膜平整度 $\geq 98\%$ ，表面声波滤波器频率覆盖范围 0.6~3 吉赫兹，温漂 < 5 百万分之五每摄氏度，品质因数 ≥ 3000 ，最大功率 ≥ 1 瓦，最小插损 < 1 分贝，抑制度 ≥ 40 分贝；双工器最小插损 < 2 分贝，隔离度 ≥ 55 分贝；声波滤波器和双工器年产能 ≥ 1000 万只，频率均匀性偏差 $< 0.1\%$ ，晶圆级封装剪切力 ≥ 90 牛顿；申请发明专利 ≥ 10 件，形成国家/行业/团体标准 ≥ 1 件。

有关说明：拟定向委托国家第三代半导体技术创新中心组织实施。

关键词：铝钽氮压电薄膜，钽酸锂复合薄膜，声波滤波器，双工器，5G 基站有源阵列

2.10 超宽禁带氧化物超构薄膜及光电探测应用研究（青年科学家）

研究内容：研究氧化物超宽带隙功能材料光电参数（带隙、折射率）、晶相、组分间协同调控规律；研究基于超宽禁带氧化物超构功能基元谐振模式、耦合效应及光场响应机制；研究超宽禁带氧化物超构薄膜精准化、规模化制备工艺；构建基于超宽禁带氧化物超构薄膜材料的紫外探测系统。

考核指标：获得基于超宽禁带氧化物的超构薄膜材料及其紫外光电探测系统，工作波段 400-250 纳米，光学带隙 ≥ 3.2 ，折射率 ≥ 1.5 ；超构透镜透过聚焦效率 $\geq 80\%$ ，数值孔径 $NA \geq 0.7$ ，面阵微纳结构单元数量 $\geq 10^6$ ；超构紫外探测系统视场范围 $\geq 40^\circ$ ，光学传递函数 $MTF \geq 0.4$ （奈奎斯特频率 $40 \text{ lp}\cdot\text{mm}^{-1}$ ），峰值探测率 $\geq 2 \times 10^{11}$ 琼斯，响应时间 < 20 毫秒；

申请发明专利 ≥ 5 件。

2.11 基于氮化镓基强量子限制结构的量子光源与光信息感知器件研究（青年科学家）

研究内容：研究 GaN 基强量子限制结构的设计及制备技术；研究 GaN 基强量子限制结构中激子产生、输运、复合机制及其与光子、表面等离激元的相互作用；探索利用强量子限制结构拓展 GaN 基材料发光、探测波长范围新方法；发展基于 GaN 基强量子限制结构的新型发光与探测器件。

考核指标：实现 GaN 基强量子限制结构电注入红光发光器件，波长 ≥ 630 纳米，器件发光元面积 < 500 纳米 $\times 500$ 纳米；窄带日盲紫外探测器峰值工作波长 < 280 纳米，响应谱半峰宽 < 10 纳米，探测率 $\geq 10^{12}$ 琼斯；申请发明专利 ≥ 5 件。

关键词：GaN 基量子限制结构，新型发光器件，新型探测器件

2.12 新型钪基氮化物铁电半导体材料研究（青年科学家）

研究内容：研究纤锌矿结构高质量、高 Sc 组分 ScAlN 材料的外延生长及其缺陷、应力的演变机制和调控方法；研究 ScAlN 材料中铁电极化调控的物理规律及其失效机制和可靠性提升方法；研究高二维电子气密度、高迁移率 ScAlN/GaN 异质结构的外延生长及其输运性质。

考核指标：ScAlN 外延材料 Sc 组分 $\geq 40\%$ ，极化保留时

间 $\geq 10^7$ 秒，电疲劳极限 $\geq 10^7$ 次；揭示 ScAlN 材料中铁电极化调控的物理规律；ScAlN/GaN 异质结构二维电子气密度 $\geq 3 \times 10^{13}$ /平方厘米，迁移率 ≥ 1300 平方厘米/(伏特·秒)；申请发明专利 ≥ 5 件。

关键词：ScAlN，铁电极化，ScAlN/GaN 异质结，二维电子气

2.13 基于超表面调控的氮化镓基发光器件研究(青年科学家)

研究内容：研究超表面与 GaN 基光电器件相结合实现有源光场调控的机理与设计方法；研究一体化、集成式多光学参量调控的有源光子器件的外延生长与制备方法；研究调控辐射光场波长、相位、振幅、偏振等参量的物理机理与方法；研究基于超表面的有源光子器件及其光电特性，探索在微显示与有源光子芯片领域的应用。

考核指标：GaN 基激光器出光圆偏振度 ≥ 0.9 ， 450 ± 5 纳米圆偏振光功率 ≥ 70 毫瓦， 520 ± 5 纳米圆偏振光功率 ≥ 50 毫瓦；GaN 基激光光束偏折调控角 ≥ 10 度，功率 ≥ 50 毫瓦；实现 GaN 基 Micro-LED 定向辐射调控，调控角度 ≥ 20 度；申请发明专利 ≥ 5 件。

关键词：超表面，氮化镓，光电器件，光场调控，圆偏振

3. 大功率激光材料与器件

3.1 大尺寸非线性光学晶体及器件制备与应用研究（基础研究类）

研究内容：研究深紫外/紫外及中远红外用非线性光学晶体生长机理，开发大尺寸、高光学质量晶体生长技术和方法；研究非线性光学晶体中晶格对折射率色散关系的影响和调控规律，开发中红外光参量啁啾脉冲放大器件和远红外频率转换器件；研究晶体对强激光的非线性响应机理，支撑毫焦耳级脉冲能量深紫外激光、高功率钕离子激光四倍频输出和中远红外高效输出。

考核指标： $\text{KBe}_2\text{BO}_3\text{F}_2$ （KBBF）棱镜耦合器件 ≥ 30 毫米 $\times 10$ 毫米 $\times 2.2$ 毫米，177.3 纳米激光单脉冲能量 ≥ 2 毫焦，脉冲宽度 < 10 纳秒，重复频率 < 10 赫兹；CLBO 晶体口径 $\geq \Phi 100$ 毫米，器件尺寸 ≥ 7 毫米 $\times 7$ 毫米 $\times 40$ 毫米，吸收系数 $< 0.0002/\text{厘米}@1064$ 纳米，光学均匀性优于 1×10^{-5} ，266 纳米激光输出功率 ≥ 20 瓦； $\text{La}_3\text{Ga}_{5.5}\text{Nb}_{0.5}\text{O}_{14}$ (LGN)晶体口径 $\geq \Phi 100$ 毫米，光学均匀性优于 1×10^{-5} ，光学参量啁啾脉冲放大（OPCPA）器件尺寸 ≥ 75 毫米 $\times 75$ 毫米 $\times 20$ 毫米，损伤阈值 ≥ 10 吉瓦/平方厘米 $@1$ 微米 $\& 5$ 纳秒； BaGa_4Se_7 晶体尺寸 $\geq \Phi 50$ 毫米 $\times 150$ 毫米，器件尺寸 ≥ 15 毫米 $\times 15$ 毫米 $\times 50$ 毫米，吸收系数 $< 0.009/\text{厘米}@2$ 微米，损伤阈值 ≥ 6 焦耳/平方厘米 $@1$ 微米 $\& 5$ 纳秒，长波红外激光输出功率 ≥ 3 瓦 $@10$ 微米。申请发明专利 ≥ 10 件，制定国家/行业/企业标准 ≥ 2 件。

关键词：人工晶体材料，激光技术，非线性晶体，非线性频率变换。

3.2 光纤激光器用关键无源光纤器件(共性关键技术类)

研究内容：研究大芯径双包层、三包层光纤传输光模式分布、化学刻蚀制备包层光滤除技术；研究低信号插损高功率光纤合束器器件结构参数对合束光模式分布影响、器件结构设计对放大增益的调控、低损耗低形变器件结构参数设计和器件制备技术；研究耐受高功率的小色散量与大色散量啁啾光纤光栅的设计、制作与色散测量技术。

考核指标：双包层和三包层光剥离器：衰减系数 ≥ 40 分贝，可承受功率 ≥ 2 千瓦；双包层和三包层光纤合束器：信号光插损 < 0.1 分贝，泵浦光反向隔离 ≥ 10 分贝，单臂承受功率 ≥ 3 千瓦；小色散啁啾光纤布拉格光栅：带宽 ≥ 10 纳米，二阶色散 0.2~1.0 皮秒/纳米，反射率 $\geq 10\%$ ；大色散啁啾光纤布拉格光栅：带宽 ≥ 10 纳米，二阶色散 20~50 皮秒/纳米，反射率 $\geq 60\%$ ；申请发明专利 ≥ 10 件。实现在光纤激光器上不少于 5000 只应用。

有关说明：自筹经费与国拨经费比例不低于 1:1。

关键词：激光技术，光纤激光，合束器，光剥离器，光栅。

3.3 高功率半导体激光器关键技术研究（共性关键技术类）

研究内容：开展高功率半导体激光外延材料设计、波长稳定、非吸收窗口、激光合束研究，攻克高质量外延材料生长、芯片内置光栅、波长调谐、自动化制造等关键技术，研究波导结构、光栅构型对光学模式的调控特征。开展 766、780 纳米等新波长激光器以及 905 纳米、1550 纳米脉冲激光器研究；研究极低发散角光子晶体面发射激光技术，开展极低发散角面发射激光器可靠性及失效机理研究，研制长寿命器件。

考核指标：766、780、796、852 纳米半导体激光器单管连续功率 ≥ 10 瓦；915、976 纳米光纤耦合泵浦源模块功率 ≥ 1 千瓦，光纤芯径 200 ± 10 微米，数值孔径 < 0.22 ；808 纳米 VCSEL 阵列，准连续功率 ≥ 1 千瓦；905、940 纳米 VCSEL 阵列峰值功率 ≥ 1 千瓦@脉宽 < 10 纳秒；905 纳米边发射激光器峰值功率 ≥ 300 瓦@脉宽 < 10 纳秒，1550 纳米峰值功率 ≥ 60 瓦@脉宽 < 10 纳秒，芯片国产化达 60%以上；940 纳米高光束质量低发散角面发射激光器，单管峰值功率 ≥ 20 瓦@脉宽 < 10 纳秒，无准直下发散角 < 0.3 度，寿命 ≥ 5000 小时，模块峰值功率 ≥ 150 瓦@脉宽 < 10 纳秒。申请发明专利 ≥ 10 件，制定国家/行业/企业标准 ≥ 3 件。

有关说明：自筹经费与国拨经费比例不低于 1:1

关键词：半导体激光器，垂直腔面发射激光器(VCSEL)，

光子晶体激光器

3.4 高功率长脉冲绿光激光器技术（共性关键技术类）

研究内容：研究百纳秒调 Q 激光振荡技术、多模光束匀化技术、激光脉冲 Gate 控制技术以及脉冲稳定性保持技术，研制高功率绿光激光器工程样机；研究高功率半导体侧面泵浦源散热设计、真空回流无空洞硬焊料封装技术以及漫反射腔泵浦匀化技术，制作出高功率侧面泵浦激光模块；研究高性能 IGBT 背面退火应用中激光参数对退火深度、激活率以及退火均匀性的影响，支撑高功率绿光激光在大规模集成电路退火领域应用。

考核指标：高功率绿光激光器波长 532 纳米，重复频率 3-10 千赫兹，双路合成功率 ≥ 200 瓦，脉宽 150-250 纳秒，脉冲稳定性 $< 1\%$ ，光束质量 (M^2) 7-18，光斑尺寸 5-7 毫米，指向稳定性 < 20 微弧度；侧面泵浦激光单模块输出功率 ≥ 400 瓦@1064 纳米，荧光分布均匀性 $\geq 92\%$ ，电光效率 $\geq 22\%$ ，泵浦源激光芯片 100%自主可控；IGBT 背面退火深度 0~3 微米，激活率 $\geq 95\%$ ，退火均匀性 $< 1\%$ 。申请发明专利 ≥ 5 件。

有关说明：自筹经费与国拨经费比例不低于 1:1

关键词：激光技术，全固态激光器，非线性频率变换，激光退火

3.5 超宽带、多模式、快速调谐飞秒光学参量振荡器（青年科学家）

研究内容：研究光学参量振荡器非线性机理和模式调控方法，突破传统光学参量振荡器输出模式难以实现超宽带快速调控的限制，研制超宽带快速调谐飞秒光学参量振荡器。

考核指标：波长切换时间 <10 毫秒，工作波长范围620-950 纳米且输出激光平均功率 ≥ 1.5 瓦，输出光斑模式可在高斯、矢量、涡旋光场间切换。

关键词：激光技术，超快激光技术，光学参量振荡器

3.6 长荧光寿命纳米悬浮颗粒激光材料研究（青年科学家）

研究内容：研究 Nd_2O_3 等纳米悬浮介质的荧光淬灭机制和透过率/荧光寿命的协同调控机理；研究长荧光寿命的纳米悬浮介质的制备方法；研究纳米悬浮介质激光输出性能。

考核指标： Nd_2O_3 等纳米悬浮颗粒材料透过率 ≥ 0.95 /厘米，荧光寿命 ≥ 100 微秒，激光斜率效率 $\geq 50\%$ 。

关键词：纳米材料，激光材料，激光技术

4. 前沿电子材料与器件

4.1 基于 PN 结的 NLED 关键材料与器件研究（基础研究类）

研究内容：研究电致发光型高性能纳米 PN 结和量子结

构的器件结构、成分与性能调控技术，研究纳米 PN 结的发光机理和 NLED 器件的工作机制；研制高发光性能纳米 PN 结材料及其制备工艺；研究低串扰低压驱动技术和纳米 PN 结型 NLED 制备技术，研制纳米 PN 结型的红绿蓝三基色 NLED 单色原型器件。

考核指标：制备 5 种电致发光型纳米 PN 结材料，纳米 PN 结径向尺寸 < 800 纳米；纳米 PN 结型红绿蓝三基色 NLED 单色原型器件像素密度 $\geq 10,000$ 像素点数每英寸，驱动电压 < 20 伏特，发光亮度 $\geq 3,000$ 坎德拉/平方米；申请发明专利 ≥ 20 件，其中 PCT 专利 ≥ 4 件。

关键词：NLED，PN 结，可控制备，原型器件

4.2 显示应用中薄膜晶体管及有机发光二极管器件工艺仿真技术（共性关键技术类）

研究内容：研究材料、结构和工艺对器件性能影响的仿真方法、模型和边界条件，开发多物理尺度的显示器件仿真工具；研究曝光、沉积、刻蚀、离子注入等工艺参数对材料质量和器件特性影响规律的仿真模型，开发应用于显示生产的工艺仿真工具；研究显示器件的有限元建模和高性能优化方法，以及异构集群上有限元软件的高效求解器和硬件加速算法模型，开发硬件加速原型系统。

考核指标：器件仿真工具支持漂移扩散方程、玻尔兹曼方程、泊松方程、量子限域分析、非准弹道传输、缺陷捕获与释放分析及载流子渗流输运方程，在变温，应力，光照等

多物理场下仿真结果与实测性能误差 $<10\%$ ；工艺仿真结果与G6及以上产线量产性能误差 $<20\%$ ；有限元求解器支持百万网格高效求解，并行效率 $\geq 50\%$ ，求解精度与传统求解器差 $<3\%$ ；硬件加速器对求解器关键算法步骤的加速比 ≥ 4 ；申请发明专利 ≥ 20 件，其中PCT专利 ≥ 4 件。

关键词：器件仿真，工艺仿真，有限元求解器，硬件加速器

4.3 面向多维光电感知的新型光电限域材料及关键技术研究（基础研究类）

研究内容：面向具有多维光电感知能力的下一代新型电子材料，聚焦低耗能、低成本、高效率的多维度光电感知关键技术研究，设计和制备具有光场、偏振、波谱以及波前信息综合感知和转换能力的光电限域材料及结构；发展光场、角度、波谱等多参量感知手段，揭示光电转换、波谱等多维信息识别与重构过程中的物理机制；实现材料制备、结构设计、原型器件的重大突破；支撑小型化、轻量化、多维度感知理论、方法和技术的创新发展。

考核指标：新型光电限域材料或结构 2-3 种；高速高灵敏多维度光电探测器件单元面积 2-120 平方微米；器件响应度 >1 安培/瓦，响应时间 <1 毫秒；响应波长涵盖 0.4-10 微米多个波段，偏振态检测数 ≥ 4 个，多光谱识别数 ≥ 6 。

关键词：光电感知，量子限域材料，多维信息重构，光电转换

4.4 光场 3D 智能手机显示关键技术及器件研究（共性关键技术类）

研究内容：研究光场 3D 智能手机显示屏的结构设计，开展 2D/3D 显示切换技术、眼球追踪技术和 3D 信息处理方法研究，研发超薄精密视角调控器件和关键技术，建立匹配视觉感知特性的光场 3D 手机显示关键性能参数测试评价及优化方法，开展光场 3D 手机显示系统集成和工程化技术研究。

考核指标：视点数为 4×4 ，3D 图像深度 ≥ 20 厘米，水平垂直视角 $\geq \pm 30^\circ$ ，2D/3D 可切换；实现 3D 图像转换算法及播放，实现单人眼球实时追踪，追踪到图像显示完成时间 ≤ 16.7 毫秒@60 赫兹；光场 3D 手机显示质量视觉感知模型拟合优度 ≥ 0.8 ，3D 显示亮度 ≥ 500 坎德拉/每平方米，整机厚度增加 ≤ 2 毫米。申请发明专利 ≥ 20 件，其中 PCT 专利 ≥ 4 件。

关键词：光场显示、光场 3D 手机显示、眼球追踪、2D/3D 切换

4.5 基于短沟道双栅 IGZO 晶体管的 2T0C DRAM 技术研究（青年科学家）

研究内容：研究 IGZO 半导体中各组分对缺陷态和载流子的调节机制，研制低缺陷高迁移率的 IGZO 半导体材料；研究尺寸微缩时双栅晶体管特性变化规律，通过建立器件结构-工艺-性能的协同优化策略，实现高性能超短沟道的双栅 IGZO 晶体管；基于双栅 IGZO 晶体管，研究新型 2T0C DRAM

存储单元集成方案，实现大规模 DRAM 阵列集成。

考核指标：制备高性能短沟道双栅 IGZO 晶体管器件，满足沟道长度 $\leq 15\text{nm}$ ，开态电流 $\geq 1000\mu\text{A}/\mu\text{m}$ ，关态电流 $\leq 10\text{-}13\text{A}/\mu\text{m}$ ，亚阈值摆幅 $\leq 80\text{ mV}/\text{dec}$ ；基于上述双栅器件，设计并实现新型 2T0C DRAM 存储单元，满足存储单元只有一条位线，并通过晶体管栅极控制实现信号读取，保持时间 $\geq 1000\text{s}$ ，写入电压 $\leq 1\text{V}$ ，写入时间 $\leq 10\text{ ns}$ ；实现 DRAM 阵列规模 $\geq 1\text{K}\times 1\text{K}$ 。

关键词： IGZO，DRAM，薄膜晶体管，集成技术

4.6 结合高 k 栅介质的二维氧化物半导体薄膜晶体管界面改善与器件应用研究（青年科学家）

研究内容：研究低缺陷高迁移率的新型二维氧化物半导体材料；研制低功耗、高性能、高可靠性的二维氧化物半导体薄膜晶体管器件；探索二维氧化物半导体与高 k 栅介质的界面缺陷态起源并提出针对性改进方案；探究二维氧化物薄膜晶体管的热分布并优化器件热管理技术。

考核指标：研制尺寸大于 4 英寸、厚度均匀性大于 99%、点缺陷面密度小于 $10^{13}/\text{cm}^2$ 的新型二维氧化物半导体材料；薄膜晶体管场效应迁移率 ≥ 40 平方厘米/伏特·秒，阈值电压绝对值 ≤ 2 伏特，栅压应力下阈值电压漂移 ≤ 0.5 伏特 @ $V_{\text{gs}}=10$ 伏特 @ 100 度，获得/申请发明专利 ≥ 20 件。

关键词： 二维氧化物材料，高 k 介质，缺陷态，晶体管

4.7 无结纳米像元发光材料与器件研究（青年科学家）

研究内容：建立无结型纳米材料的载流子输运和复合发光模型，研究无结纳米半导体材料的生长条件、掺杂、晶型调控和表面构型的优化方法，研发高量子效率、窄半峰宽的纳米发光材料；研究纳米发光薄膜的制备工艺、纳米像元发光器件的结构设计与制备方法，以及低串扰低压调控驱动技术，研制低功耗、高光效的红绿蓝单色无结型纳米像元发光器件。

考核指标：无结型半导体纳米发光像元尺寸 < 800 纳米，驱动电压峰值 < 30 伏特，发光效率 $\geq 10\%$ 。申请发明专利 ≥ 3 件。

关键词：纳米像元，无结发光材料，无结发光器件，无结发光机理