

先进光场显示芯片与系统全国重点实验室

2026 年度开放课题资助方向

一、项目名称：面向激光显示的大面积微纳消散斑光学元件设计与制备技术研究

1.指南方向：微纳光学与显示技术

2.研究内容：针对激光显示系统中散斑效应导致画面质量下降的问题，研究基于几何相位原理的超构表面消偏振器件，实现 RGB 三色激光照明光偏振态的空间随机化分布，进而降低光束相干性、抑制散斑。重点开展大面积（ $\geq 6\text{ mm} \times 6\text{ mm}$ ）、大特征尺寸（ $\geq 2\text{ }\mu\text{m}$ ）超构表面结构设计，分区符合红、绿、蓝三波段工作需求；探索随机拓扑结构优化方法，在保证偏振调控效率的前提下提升最小单元特征尺寸，降低制备工艺难度与成本；开展器件制备工艺验证，系统研究特征尺寸、结构形貌、材料选择等对透过率、偏振度及散斑抑制效果的影响规律，形成具备量产可行性的微纳消散斑光学元件制备方案。

3.考核指标：器件有效面积（通光孔径） $\geq 6\text{ mm} \times 6\text{ mm}$ ；最小特征尺寸 $\geq 2\text{ }\mu\text{m}$ ；工作波段分区覆盖 RGB 三通道（ $465\text{ nm} / 530\text{ nm} / 641\text{ nm}$ ）；器件整体透过率 $\geq 85\%$ ；出射光偏振度降低至 40%以下；整机画面散斑对比度较原有水平降低 $\geq 20\%$ ；形成可量产制备工艺方案 1 套。

4.交付物：大面积超构表面消偏振器件样品（ $\geq 6\text{ mm} \times 6\text{ mm}$ ）1 件；随机拓扑结构设计及仿真报告 1 份；器件制备工艺

规范 1 份；性能测试与散斑抑制效果评估报告 1 份；发明专利 ≥ 2 项；学术论文 ≥ 2 篇（SCI 收录）。

5.资助资金：15 万元

二、项目名称：450 nm 毫瓦级 GaN-VCSEL 关键技术研究及芯片开发

1.指南方向：光电子器件与半导体激光技术

2.研究内容：面向激光显示和短距离光通信对蓝光光源的需求，开展 450 ± 20 nm 波段电注入 GaN 基 VCSEL 器件研究。结合材料外延与器件物理特性，建立光—电耦合分析模型，系统仿真谐振腔模场分布、增益谱匹配及载流子输运过程，完成 DBR 反射镜、有源区和电流限制层的结构与参数优化。针对器件制备中的关键工艺问题，重点突破低损伤刻蚀、高精度键合对准和低阻欧姆接触等技术，实现高反射率 DBR 与 InGaN 量子阱有源区的高质量匹配。围绕谐振腔光学损耗偏大、载流子注入效率不足及电流扩展与限制结构匹配不佳等问题，优化电流限制孔径的尺寸与位置，协调光场约束与电学注入之间的关系。最终制备低阈值、高效率电注入 GaN-VCSEL 器件，完成光电性能测试及初步可靠性验证，为器件阵列化发展及其在显示、通信系统中的集成应用奠定基础。

3.考核指标：室温条件下电注入激射波长 450 ± 20 nm；输出功率 ≥ 0.5 mW；发光孔径 ≤ 10 μ m；发散角 $\leq \pm 14^\circ$ 。

4.交付物：满足考核指标要求的芯片不少于 100 颗；满足考核指标要求的 GaN-VCSEL 设计及仿真报告 1 份；器件流片

工艺流程 1 份；器件性能测试报告 1 份；发明专利 ≥ 2 项；学术论文收录 ≥ 2 篇（SCI 收录）。

5.资助资金：15 万元

三、项目名称：LCoS wire-grid 和波片开发

1.指南方向：新型显示技术

2.研究内容：面向激光显示系统高对比度、高光效、偏振转换应用需求，研究线栅偏振片（wire grid）、偏振片、相位波片的偏振传输与角度色散特性，实现不同入射角度、工作波长、环境温度工况下偏振消光比、相位延迟特性的定量化表征；厘清线栅周期、金属层厚度、波片双折射、膜层结构、入射角等关键参数对器件偏振性能及系统对比度衰减的影响规律；开展器件加工与量产工艺研究，攻克产业化工艺难点，实现器件稳定制备，具备批量供货能力。

3.考核指标：wire-grid 指标要求：工作波长覆盖 450~650 nm、入射角范围 0~15°、工作温度 -40~200 °C； $T_p \geq 90\%$ 、 $T_s \leq 0.25$ 、 $R_p \leq 5.5\%$ 、 $R_s \geq 85\%$ 。偏光片指标要求：工作波长覆盖 450~650 nm、入射角范围 0~12°、工作温度 -40~200 °C；透过率（透过轴 $\geq 88\%$ 、吸收轴 $\leq 0.15\%$ ）；反射率（透过轴 $\leq 5\%$ 、吸收轴 $\leq 12\%$ ）。波片指标要求：二分之一波片、LCoS 补偿片，入射角范围 0~12°、工作温度 -40~200 °C；透过率 $\geq 98\%$ 。

4.交付物：LCoS 线栅（wire-grid）、偏光片、波片各 20 片、测试报告、可靠性试验报告，发明专利 ≥ 2 项或学术论文 ≥ 2 篇（EI 及以上）。

5.资助资金：15 万元

四、项目名称：基于 MEMS 的压电风扇

1.指南方向：新型散热技术

2.研究内容：针对阵列激光器的微型化、集成化散热应用需求，开展不同原理的微型压电风扇研究。研究不同压电片、单向阀、泵腔结构下压电风扇的膜片振动、腔内气流流动与主动/被动阀整流耦合行为，为小型化、低噪声、高排量压电风扇的结构选择提供理论依据；开展压电风扇多参数协同优化研究，形成不同压电风扇结构参数和气体排量的定量关系；开展不同压电风扇样机的加工与性能测试研究，为实现低噪声高排量的微型压电风扇奠定实验基础。

3.考核指标：压电风扇样机总厚度 < 3mm，排气量 > 0.5 L/min，功耗 ≤ 2 W。

4.交付物：压电风扇排气性能优化报告 1 份、加工与性能试验研究报告 1 份、压电风扇原型机 1 件、发表论文 1 篇（EI 以上）。

5.资助资金：15 万元

五、项目名称：基于全色激光显示的 PVG 全息光波导技术研究

1.指南方向：全息光波导器件研发

2.研究内容：面向消费级全色激光 AR 近眼显示的高色域、高亮度、低散斑显示需求，针对传统光波导适配 RGB 全色激光光源存在的光谱衍射不均、色偏严重、激光散斑明显、红绿蓝三色通光效率不一致、强光环境对比度衰减大等技术痛点，开

展适配全色激光显示体系的 PVG 偏振体全息光波导核心技术研究。基于液晶分子三维周期性螺旋排布机理与偏振选择性体布拉格衍射特性，重点研究红、绿、蓝三基色激光（465nm、525nm、638nm）波段下 PVG 光栅周期、倾角、折射率调制。探究全色激光入射条件下 PVG 偏振转换效应的调控规律，解决三色激光偏振响应差异导致的画面色彩失真、亮度不均衡问题。基于 PVG 全息光波导搭建全色激光光谱耦合仿真模型，分析不同激光波长、激光功率密度、入射角度对 PVG 光波导衍射效率、成像色差、色均匀性的影响，实现 RGB 全色激光衍射性能的协同均衡优化。针对激光显示固有散斑噪声问题，研究 PVG 体光栅微结构调制散斑抑制机理，结合偏振分集、空间扩展效应实现激光散斑的被动式抑制。攻克全色激光适配型多层 PVG 堆叠宽带扩色、大视场拼接关键技术，突破单波段 PVG 光栅色域覆盖不足、三色成像视场不匹配的瓶颈。优化全色激光专属全息干涉曝光制备工艺，解决宽光谱激光光源下器件衍射一致性差、批次色差偏移的量产难题，建立适配全色激光显示系统的 PVG 光波导设计、仿真、制备一体化技术体系，满足高动态、高色域激光 AR 显示的家用需求。

3.考核指标：光学性能：三基色激光（465nm、525nm、638nm）。全光谱透光率 $\geq 60\%$ ，视场角 $\geq 35^\circ$ ，眼盒尺寸 $\geq 12\text{mm} \times 11\text{mm}$ ，工作距 Eye Relief 15mm，效率 $\geq 1000 \text{ nit/lm}$ ；漏光比不低于 50:1，黑白画面对比度 60:1。

4.交付物：满足考核指标的 PVG 光波导 1 目；满足考核指

标要求的 PVG 光波导设计报告 1 份。发表论文 1 篇（SCI 以上）

5.资助资金：15 万元

六、项目名称：复合微镜芯片制备技术研究

1.指南方向：微纳光机电器件

2.研究内容：研究微纳结构多物理场调控机理，发展复合微镜芯片的自主可控制备工艺；围绕像素化微镜双层结构进行芯片设计、制备与测试，研究光场多参量耦合行为；优化结构参数，提高复合微镜芯片的良率，实现器件工艺稳定输出和高精度光场调控；提升芯片驱动电压和位移形变一致性，提高芯片响应灵敏度、分辨率等参数，完善芯片的整体使用性能。

3.考核指标：微镜芯片顶层镜面阵列：像素大小 $\leq 6\ \mu\text{m}$ ，反射率 $\geq 85\%$ ，填充率 $\geq 85\%$ ，垂直位移行程 $\geq 350\ \text{nm}$ ，像素数量 $\geq 100 \times 100$ 。

4.交付物：完整制备工艺报告 1 份；动态调控复合微镜芯片 ≥ 2 个。

5.资助资金：19 万元

七、项目名称：超小微镜阵列芯片释放工艺研究

1.指南方向：微纳光机电器件

2.研究内容：通过理论计算、仿真、测试结构设计验证、多参量实验设计（DOE）、长短流程相结合等方法，借助各种应力、形貌测试分析工具，研究牺牲层材料与微结构材料的沉积工艺兼容性和释放工艺兼容性，研究材料及工艺对镜面反射

率、平整度、填充率及释放良率的影响，研究光刻胶的化学、物理、温度特性，特别是光刻胶在经历多次薄膜沉积后的化学腐蚀特性，开发出以光刻胶作为牺牲层的超小微镜阵列的释放工艺，制备出性能指标和良率满足要求的超小微镜阵列芯片。

3.考核指标：微镜像素尺寸 $\leq 10\mu\text{m}$ ，镜面反射率 $\geq 85\% @ 650\text{nm}$ ，镜面填充率 $\geq 85\%$ ，镜面曲率半径 $\geq 300\text{ mm}$ ，像素数量 $\geq 100 \times 100$ ，单晶圆释放良率 $\geq 65\%$ 。

4.交付物：完整技术研制报告 1 份，包括仿真计算、测试结构设计与测试结果、DOE 设计与测试数据及分析、短流程工艺设计与实验细节及实验数据分析、全流程工艺设计与实验细节及实验数据分析、最优工艺流程及详细工艺参数等；阵列微镜芯片 ≥ 2 个。

5.资助资金：19 万元

八、项目名称：全彩高亮增强现实投影光机关键技术研究

1.指南方向：新型显示技术

2.研究内容：面向高亮度 Micro-LED 微型显示芯片与 X-Cube 合色棱镜的集成架构，研究全彩高亮增强现实投影光机的紧凑型光学系统设计方法。重点研究三片 RGB Micro-LED 与 X-Cube 合色棱镜的空间布局，实现 RGB 合色光路匹配与协同设计模型；研究在大视场角与超小体积约束下的透镜组面型、光焦度分配、光阑位置及像差校正方法，完成公差分析与杂散光抑制设计；研究三片 Micro-LED 与合色棱镜的高精度对准装配工艺，建立装调误差模型与测试评价方法，完成全彩投影光

机样机集成、装调与测试。

3.考核指标：全彩高亮增强现实投影光机的系统设计、显示分辨率 640×480 ，视场角 $\geq 40^\circ$ ，亮度 $\geq 1000\text{nit}$ ，光机体积 $\leq 0.6\text{cc}$ 。

4.交付物：完整光学设计报告 1 份；申请发明专利 2 项；搭配 Micro-LED 微型显示芯片和大视场角光波导形成样机 2 套。

5.资助资金：18 万元

九、项目名称：低阈值 GaN 基蓝光 VCSEL 先导可行性研究

1.指南方向：光电子器件

2.研究内容：针对 GaN 基蓝光 VCSEL 阈值电流高、腔内损耗大及电流光场限制难以协同等问题，开展 465nm 波段的低阈值 VCSEL 先导可行性研究。研究高反射率 DBR 与垂直谐振腔设计，优化腔模位置与 InGaN 量子阱增益谱的匹配关系；研究小孔径电流限制与载流子横向扩展特性，优化电流注入孔径、电极及透明导电结构，降低串联电阻和光学吸收损耗；研究光场限制、电流限制及腔内损耗对激射阈值和输出特性的影响机制，优化器件结构与工艺参数；完成 GaN 基蓝光 VCSEL 样品制备与性能验证，形成低阈值蓝光 VCSEL 技术路线及先导制备方案，为后续高性能像素化蓝光激光光源研制奠定基础。

3.考核指标：GaN 基蓝光 VCSEL：激射波长 $465\pm 10\text{nm}$ ，光谱线宽 $\leq 7\text{nm}$ ，阈值电流 $\leq 300\mu\text{A}$ ，输出光功率 $\geq 15\mu\text{W}$ @350 μA

4.交付物：完整设计方案 1 份；制备工艺报告 1 份；符合考核指标的样品 10 只。

5.资助资金：18 万元

十、项目名称：低阈值 GaN 基绿光 VCSEL 先导可行性研究

1.指南方向：光电子器件

2.研究内容：针对 GaN 基绿光 VCSEL 中高 In 组分 InGaN 量子阱应变及极化效应显著增强、载流子辐射复合效率下降、有效光学增益不足及激射阈值偏高等挑战，开展 530nm 波段的低阈值 VCSEL 先导可行性研究。重点研究绿光 InGaN 量子阱组分、厚度及有源区结构对应变、极化效应、载流子复合与光学增益的影响机制，优化有源区增益特性；研究高反射率 DBR 与垂直谐振腔结构，优化增益峰、腔模及 DBR 反射带之间的匹配效果；研究小孔径电流限制、光场限制及腔内损耗的协同调控机制，优化电流注入结构及腔内低损耗设计；开展关键结构与工艺参数优化，完成低阈值 GaN 基绿光 VCSEL 芯片制备及光电性能测试，验证绿光低阈值激射可行性并形成先导技术方案。

3.考核指标：GaN 基绿光 VCSEL：激射波长 $530\pm 15\text{nm}$ ，光谱线宽 $\leq 7\text{nm}$ ，阈值电流 $\leq 500\mu\text{A}$ ，输出光功率 $\geq 10\mu\text{W}$ @ $550\mu\text{A}$

4.交付物：完整设计方案 1 份；制备工艺报告 1 份；符合考核指标的样品 10 只。

5.资助资金：18 万元