

关于“低成本高效的去背光源化可穿戴智能眼镜”成果公示

成果名称	低成本高效的去背光源化可穿戴智能眼镜
完成单位	广东省科学院半导体研究所,中山大学,东莞市中镓半导体科技有限公司,深圳纳德光学有限公司
研究人员	龚政,刘召军,贾传宇,陈志涛,黄朝辉,刘宁炀,张志清,王君君,古志良,任远,贺龙飞,张佰君,刘熹,彭灯,陈伟杰,罗睿宏,张国义,殷淑仪,翟永鹏,曹厚华,彭华军
简介	一、课题来源与背景 根据广东省光电显示产业和可穿戴产业的发展趋势和市场需求,为促进移动互联应用和智能设备发展,广东省科学技术厅下发相关应用型科技研发计划,广东省半导体产业技术研究院积极组建“广东省微显示产业技术创新联盟”,申报了“低成本高效的去背光源化可穿戴智能眼镜”,并获得广东省科学技术厅认可立项(项目编号:2015B010129010)。Micro-LED是由微米级半导体发光像元组成的阵列显示器件,是集新型显示、LED、半导体等三者的技术特征于一体的复合集成技术,其具有自发光、高效率、低功耗等优点,被认为是最有前途的下一代新型显示与发光器件。以智能手表为代表的可穿戴设备将成为Micro-LED的首个需求引爆点,VR/AR设备、室内大屏显示、以及长期的智能手机、平板、电视等也是目前最具可行性和开发潜力的市场。全世界目前投入Micro-LED研究的单位已经超过100多家,微LED显示技术取得了一些进展,但仍有诸多不足,比如显示分辨率不高,显示颜色为单色等。早期微LED显示系统主要采用被动寻址方式(passive matrix),这种相对落后的驱动方式造成显示芯片虽小,但驱动单元体庞大的窘境。把Micro-LED阵列通过先进封装技术集成到CMOS或TFT面板,可以实现功能化、微型化、高度集成化的单片GaN基微LED显示模块,大幅度缩小系统体积、降低寄生参数、简化封装结构。因此,开发GaN基微LED与驱动控制电路的单片集成技术,实现微LED显示模组的小型化和紧凑化,对推动微LED在微显示等领域的进一步发展和实用化具有重要价值。 二、技术原理及性能指标 通过本项目立项,我们按照项目进度要求,围绕Al₂O₃/AlN复合衬底及外延、Micro-LED芯片、智能化驱动设计、单颗三维Micro-LED制备与表征、以及微显示光路设计等重点研究内容,开展了大量科研工作。具体研究成果总结如下: (1) 技术原理:我们利用SiO₂掩膜和ICP刻蚀来实现GaN的阵列图形化,采用正性光敏型聚酰亚胺在曝光区胶膜由于光化学得易溶解,在显影时被溶解除去,留下非曝光区溶解性较差的胶膜,形成图案,实现LED器件间沟道的平整化。设计包括两个p-MOS晶体管和1个电容(2T1C)的驱动电路,通过在device像素上形成钢盘,回流之后形成均匀的In凸点,利用flip-chip bonder,施加压力,同时对有凸点的device进行加热,直至凸点熔化,然后快速凝固,从而实现了Micro-LED到驱动基板的集成。采用了3片透镜的光学结构,中间

	一片透镜为中等折射率、高色散的塑胶材料的负透镜设计了光学系统。 (2) 性能指标: 经 ICP 刻蚀的微 LED 方形阵列尺寸为 $75*75\text{ }\mu\text{m}^2$, 阵列表面洁净光滑无可见损伤, 阵列分隔沟道宽度 $10\text{ }\mu\text{m}$, GaN 材料侧壁陡直, 各向异性刻蚀效果良好, 沟道底部无 GaN 残留。平坦化工艺完成后对目标区域进行多次测量, 绝缘填充层在 GaN 表面的起伏高度差为 $1.65\text{ }\mu\text{m}$, 金属互连线能够完好覆盖在平缓的表面, 确保微 LED 器件工作正常, 无串扰及断路现象。经广州赛西标准检测研究院有限公司鉴定, 我们设计的驱动采用基于晶向(100)硅基片的 2T1C 主动驱动电路板分辨率为 $400*240$, 像素间距为 $30\text{ }\mu\text{m}$, 驱动基板的局部显微图像清晰。单个驱动的单元驱动电流 20 mA 以上, 整体电路可达 1 A 以上, 器件正向开启电压为 3 V, 总体功率 3 W。经检测和计算, 器件最快响应时间可达 $2\text{ }\mu\text{s}$, 刷新频率可达到 1250 Hz。单颗微米尺度 GaN 基蓝光 LED 的电流-电压 (I-V) 特性开启电压为 2.7 V, 最小工作电流 $2.0\text{ }\mu\text{A}$。设计的智能眼镜与国内外同类产品的对比, 具有“超清晰、超轻巧、不晕眩”等优势性能, 并新增了六轴陀螺仪, 支持观看 360° 全景视频, 让用户的视角更加广阔。 三、技术的创造性与先进性 利用 SiO_2 掩膜和 ICP 刻蚀实现了一次干法刻蚀 GaN 外延层实现完全电学隔离, 采用铁电薄膜和聚酰亚胺复合绝缘层来实现高密度 LED 阵列的表面平坦化, 实现高可靠性的 p 电极和 n 电极隔离, 提高可靠性。通过集成移位寄存器, AC/DC converter, 级联存储器等方式实现微型 LED 阵列的智能一体化, 大大减少引线数量, 提高稳定性并低封装成本。利用微 LED 像素发光特性, 结合眼镜视网膜的结构原理, 设计开发定制化的光路与智能眼镜系统; 针对微 LED 像素的发光场形进行光路设计, 提高光的利用率并降低杂散光; 采用非球面透镜设计, 可有效减小图像光学畸变和像差, 获得高画质的显示效果; 针对微 LED 显示阵列, 采用小封装、低功耗的驱动方案, 实现整机系统结构紧凑、低功耗, 进一步实现商品化。 四、技术的成熟程度, 适用范围和安全性 通过本项目的研发, 相关技术已达到商业程度。本项目研发了基于镓氮微 LED 阵列技术的去背光源化智能眼镜, 显著降低了功耗和提高寿命, 将推动可穿戴设备产业快速健康发展, 从而使其具有更广阔的产业化前景。预计智能眼镜设备将会首先出现在媒体、VR/AR、医院、学校, 甚至制造工厂、户外高位环境光等不同应用场合。本项目开发的技术通过优化的制备工艺, 保证了生产过程的安全性。开发的技术及相应的产品符合国家规定的质量安全准则, 保证了产品使用的安全性。 五、应用情况及存在的问题 项目完成时, 基于该项目的书和产品新增产值超过 600 万元。但目前的技术主要应用单色产品, 还需进一步研制全彩化的高分辨率显示技术, 克服巨量转移, 检测技术, 坏点修复等难题。
--	--