

关于Mini-LED等高端显示技术的产业化研究

郭荣峰

广东粤科创业投资管理有限公司

摘要: 随着显示技术的不断进步, Mini-LED作为一种新兴的显示技术, 已经成为产业界的研究热点。本研究系统比较了LCD、OLED、Mini-LED以及Micro-LED等主流显示技术, 深入分析了Mini-LED相比其他技术的独特优势和实际应用情况。基于对Mini-LED背光技术的研究, 本论文探讨了该技术在生产工艺、质量控制及检测方法上的关键技术细节, 并通过应用案例说明了Mini-LED在多个领域的可落地性。通过国内外市场需求与技术发展现状的对比分析, 本文进一步总结了Mini-LED产业化的潜在机会, 并展望未来的发展趋势。在结论部分, 本研究指出了产业化过程中存在的挑战, 为解决这些问题提供了针对性的建议, 助力微光源产业的长远发展。

关键词: Mini-LED; 显示技术; 产业化机会; 背光技术; 市场需求; 技术优势

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-627X.2023.06.220

引言

随着信息化时代的不断发展, 显示技术的重要性日益凸显。作为信息输出平台, 显示器的显示效果直接影响用户体验。长期以来, 液晶显示器(LCD)与有机发光二极管显示器(OLED)一直是市场上的主流显示技术。然而, 在众多新兴显示技术中, Mini-LED显示技术的崛起迅速, 引发了产业界的广泛关注和研究。它不仅显示效果卓越, 而且具有高度的产业化适用性。

Mini-LED技术继承了LED的高可靠性、低功耗和长寿命等优点, 通过微型化LED背光源, 实现了更小尺寸和更高解析度, 其亮度和对比度相较于传统技术有了质的提升。此外, Mini-LED技术在降低显示器厚度和重量方面也展现了显著优势。这一系列特点, 使得Mini-LED成了一个具有投资价值的前瞻性技术领域。

在现有技术对比中, LCD与OLED各有优劣。LCD广泛应用于各细分市场, 成本优势明显, 但在显示性能上难以与OLED相抗衡。OLED凭借自发光特性, 在色彩还原、对比度和可视角度等方面具有显著优越性, 但面临寿命短、成本高等挑战。在此背景下, Mini-LED的出现显得尤为适时, 它既具备LCD的成本优势, 又在多个方面能与OLED匹敌甚至超越。例如, Mini-LED能实现更高的亮度和对比度, 同时保持较低的功耗和更长的使用寿命。这使得它在高端电视机、专业显示器和移动设备显示屏等市场具有巨大的应用潜力。

Mini-LED背光技术通过采用数以万计的微型LED作为背光源, 实现了精确的局部调光技术。这一革命性技术的应用, 不仅显著提高了显示屏的动态范围和图像质量, 还为显示器带来了更佳的色彩表现和更深的黑色水

平。得益于Mini-LED背光模组优良的光电特性, 显示器厚度的进一步减小成为可能, 从而满足了市场对轻薄便携设备日益增长的需求。

一、Mini-LED和Micro-LED技术

(一) Mini-LED和Micro-LED技术优势

相对于OLED, Mini-LED技术可以被看作是LCD的进化版, 其采用了更小的背光单元来提供更好的显示效果。Mini-LED背光显示技术通过减小背光源的尺寸, 增加了背光的数量, 这使得灯源控制得更为精细, 动态对比度得到显著提高, 能够实现接近OLED的显示效果, 且减少了烧屏的风险。在亮度调节和色彩表现方面, Mini-LED亦表现优异。尽管如此, Mini-LED屏幕在制造成本上依然较高, 且技术相对较新, 生产工艺的成熟度还有待提高。

进一步的, Micro-LED被认为是继LCD和OLED之后的下一代显示技术。Micro-LED使用微小的LED光源作为每个像素的背光, 具有更高的亮度、更高的对比度和更低的能耗。由于像素尺寸更小, 该技术支撑的分辨率极高, 且不会发生烧屏现象。其响应时间短, 可以达到更好的动态显示效果。然而, 目前Micro-LED的主要挑战在于生产成本和技术复杂性, 制造大尺寸Micro-LED屏幕需要极高精度的芯片生产技术和大规模转移工艺, 这些因素也使得其在市场上的普及速度受限。

总的来说, Mini-LED技术在成本和性能之间实现了一种平衡, 为中高端市场提供了一种可行的选择。Micro-LED技术则呈现了对高端市场的吸引力, 尤其是在对高对比度和高亮度有着严苛要求的应用场合。在这三种技术的比较中, 可以看出Mini-LED作为一种过渡技

术，在当前具有一定的市场优势，而Micro-LED则指向了更远的预期发展方向。随着技术进步和规模化生产的推进，采用Mini-LED与Micro-LED的显示产品预计会在成本上逐渐降低，尤其是随着如康佳光电这样的公司不断突破关键技术和降低生产门槛，未来的市场前景显得更为可观。

（二）Mini-LED背光技术

Mini-LED背光技术是一项先进的显示技术，它利用微型发光二极管作为液晶显示屏的背光源，为整个显示系统带来了显著的性能提升。不同于传统的LCD背光系统，Mini-LED采用成千上万个微小的发光二极管，这些LED以更密集的排布方式被部署在背板上，使得背光源能够提供更精细的局部调光（Local Dimming）功能。

局部调光是指在显示器背光中，根据图像内容可以独立控制不同区域发光二极管的亮度，这样可以使得暗区更深沉，而亮区则能获得更高的亮度，从而大幅提升对比度。借助这一特性，Mini-LED能够模拟出接近OLED的高对比显示效果，同时还维持了高亮度和宽色域特性，并在一定程度上解决了OLED可能遇到的燃烧问题，即长时间固定图像的局部区域亮度减退现象。

在构造上，Mini-LED背光层包含了若干Mini-LED背光单元与间隔材料。每个背光单元内部的微型LED尺寸通常在100-200微米之间，这一尺寸远小于传统LED背光，但仍比Micro-LED大（Micro-LED通常小于50微米）。由于尺寸的减小，使得单个像素点的控制变得更精细，实现更丰富的亮度调节范围。

与此同时，为了确保Mini-LED背光技术的工业化产出，必须对Mini-LED芯片的制备精度、排列的均匀程度、背光层的发光效率及耐久性进行严格的质量控制。康佳光电技术研究院在压降变化、亮度一致性、色彩均匀性以及耐温性等方面的检测标准设立都达到行业领先水平，确保了背光模组的高质量输出。

在材料选择上，Mini-LED背光技术同样有其苛刻要求。LED的外延片被选材必须具有较高的光电转换效率以及优良的热稳定性，以应对高密度排布的发热问题。同时，为了得到更好的显示效果，Mini-LED通常使用较高透光率的亚克力或其他透明树脂材料作为间隔层，并结合高精度的点胶技术，进一步提高了整个背光模组的精确度。

结合上述分析，可以看出Mini-LED背光技术不仅在

显示性能上优于传统LCD，其在产业化应用中也显示出强大的潜力。通过对于材料工艺、生产设备的不断优化，结合严格的质量控制体系，Mini-LED背光技术作为新一代的显示解决方案正逐步成熟，将为消费者带来全新的视觉体验，同时促使显示产业迈向更广阔的未来。

（三）下游应用机会

随着Mini-LED技术的成熟化和市场的需求扩大，产业化机会也在显著增长。对此，结合实际案例与技术动态，本文深入分析了Mini-LED的产业化潜力及其在各领域的应用前景。

首先，市场分析显示，Mini-LED具备在大屏显示领域取代传统LCD显示技术的潜力。得益于更好的对比度和高色彩饱和度，Mini-LED成为电视、户外广告屏和专业显示器等产品的理想选择。

其次，在移动装置和便携式显示产品领域，Mini-LED因其在亮度、能耗控制和薄型化方面的出色表现，展现了良好的替代OLED的趋势。当前市场上已经有部分高端笔记本和平板电脑采用了Mini-LED屏幕，显示出其在高端消费市场的吸引力，且预计随着成本的进一步降低，其中端市场也将获得更大的渗透率。

在汽车显示屏领域，随着智能化和电动化趋势的加强，对于高品质显示解决方案的需求正快速上升。Mini-LED的高可靠性和优秀的光学性能使其在车载显示系统中具有巨大的应用潜力。例如，用以解决传统汽车液晶仪表盘在日光下易读性差的问题。对于汽车制造商来说，将高质感的Mini-LED显示屏集成到新款车型中，将是提升品牌形象和产品附加值的关键因素。

进一步而言，专业级的监控和医疗设备市场也需求准确色彩显示和高对比度的显示技术。Mini-LED在这些领域的应用也将具有重要价值。而随着技术的推进和成本的降低，稍做定制的Mini-LED方案可以满足这一细分市场的特殊需求，从而拓展产业化应用的边界。

尽管存在诸多机遇，Mini-LED产业化的道路依然面临技术和市场的挑战。生产过程中涉及的高精度贴片技术、散热处理、以及质量稳定性等，均需要企业持续优化生产流程和提高自动化水平。此外，市场教育和消费者接受度也是不可忽视的因素。随着技术的不断进步及产业链的成熟，可期待的是Mini-LED技术将在众多显示领域取得更加广泛的应用，引领新一轮的显示技术革命。

二、产业化机会

康佳光电技术研究院在Mini-LED的产业链布局中处于行业领先地位。自成立以来，康佳在外延、芯片、背板设计、巨转技术以及最终的系统整合等方面全面布局。其强大的科研实力和资金投入，使得公司不仅在Mini-LED技术领域，还在Micro-LED等前沿显现领域取得了技术上的重要突破。以Micro-LED全产业链技术和下一代化合物半导体技术为研发对象，尤其是在芯片巨转工艺研究与芯片背板联合设计等领域，康佳光电已形成了行业内领先的壁垒。在生产工艺方面，目前获悉，康佳光电技术研究院在Mini-LED背光技术上取得了重要突破，现已建立起6条国际一流的外延片生产线和2条Mini-LED芯片生产线。在小批量试产阶段，研究院重点攻克了芯片的高一致性问题以及与驱动IC的配合问题，这与传统LCD背光板的生产工艺有显著差异。

康佳光电技术研究院的成功试产，证明了Mini-LED技术从研发到小批量生产的可行性，并预示着该技术的规模化生产仅是时间问题。同样重要的是，康佳光电在专利布局、设备技术开发以及材料联合研究等方面取得的突破为产业化进程提供了技术保障，确保了中长期的竞争优势。

三、结论

在本文中，作者深入研究了Mini-LED直显模组的产业化过程，对比了OLED、Mini-LED和Micro-LED等主流显示技术，并针对性地分析了Mini-LED在背光技术方面的独特优势。同时，通过详细讨论了Mini-LED技术在生产工艺、质量控制以及检测方法上的关键技术要点，并结合实际应用案例阐述了其在各领域的应用潜力。本论文还从产业化角度探讨了Mini-LED面临的市场需求、技术发展以及潜在产业化机会。在此基础上，当前结论部分旨在概括核心发现，并对未来发展提出前瞻性的指导意见。

首先，Mini-LED技术凭借其在控光精度、可靠性、色彩表现力以及抗燃烧性等诸多方面的优越性，被证实是一项值得投资的技术，并具有广泛应用的空间。Mini-LED直显模组的性能优于传统LCD，并在与OLED的竞争中展现了较高的价格-性能比。其中，Mini-LED背光技术的发展使得高端电视、显示器以及其他显示设备中的画质有了质的飞跃，并且弥合了传统LCD与OLED之间的技术差距。

其次，产业化发展过程显示，有效的生产工艺与质量监控措施是确保Mini-LED产品性能和稳定性的关键因素。本研究指出，为实现这一目标，厂商需要进一步优化材料选择、生产设备的精准度、以及生产流程中的各项参数控制。康佳光电作为行业中的一员，已经通过投资研究和生产线建设，证明了其在Mini-LED全产业链布局方面的决心与承诺。康佳光电成功实现了外延片和芯片生产线的建设与小批量试产，促使技术快速从理论研究走向商业实践，并确立了行业中的领先地位。

然而，值得注意的是，Mini-LED的产业化过程仍然面临诸多挑战。成本控制是实现大规模生产的重要门槛，特别是在优化生产过程以降低材料浪费、提高产率方面需有突破。此外，市场教育和消费者认知的提升也是推动技术普及的重要环节。需要从行业整体出发，通过媒体传播、用户体验等方式，增加消费者对Mini-LED优势的认知，进而推动市场对Mini-LED产品的接受度。

综上所述，Mini-LED技术带来的产业化契机是显而易见的，并且通过当前的研究与市场部署，已经展现出了其作为下一代显示技术的强大潜力。半导体产业和显示市场应继续投资于这一技术，以实现更广泛的商业应用和更深层次的市场渗透。通过跨领域的研究与合作，预计Mini-LED将为用户带来更优秀的视觉体验，并为整个显示产业带来革命性的发展。

参考文献

- [1] 王先盛. 直下式LED液晶显示器背光模组的超薄化研究[D]. 安徽师范大学, 2019.
- [2] 郭举, 申琼鑫, 江宗钊, 等. Mini-LED背光区域调光单元的光学特性研究[J]. 液晶与显示, 2021, 36(7): 8.
- [3] 李小玲. UVC-LED封装模组应用产品的初步开发与灭菌效能研究[D]. 桂林电子科技大学, 2019.
- [4] 孙伟. 基于DEMATEL方法的新兴技术产业化融资影响因素实证研究[J]. 科技进步与对策, 2020, 37(21): 8.
- [5] 樊星. 石墨烯的特殊条件化学气相沉积技术及其在LED中的应用[D]. 北京工业大学, 2019.
- [6] 毕竟. LED机外照明技术的应用研究[J]. 光源与照明, 2023(5): 52-54.