

探索 Micro LED 巨量转移技术破冰之旅

——专访厦门大学物理科学与技术学院副院长&厦门市未来显示
技术研究院副院长黄凯教授

本刊编辑部 杨小慧



2023年5月,在国际信息显示学会(SID)主办的全球最大显示展会“SID Display Week 2023”上,厦门大学、厦门市未来显示技术研究院与合作单位共同展示了研发的激光巨量转移技术成果。

由福建省厦门市政府牵头,依托厦门大学建立的厦门市未来显示技术研究院已被纳入嘉庚创新实验室一体建设,总投资高达6亿元。这显示出福建省政府对新型显示产业的高度重视,不吝巨资,希望新型显示产业成为福建省的新经济龙头。

为深入了解这个领域的最新动态,本刊专访了厦门大学物理科学与技术学院副院长&厦门市未来显示技术研究院副院长黄凯教授。研究院院长由厦门大学党委书记张荣教授兼任。

黄凯教授和南京颇有渊源,本硕博均毕业于南京大学,在南京生活了9年,在学术泰斗郑有焯院士的实验室度过了研究生阶段的学习和生活,师从施毅教授。现在,在郑院士的持续指导和帮助下,继续从半导体材料和器件方向开展光电显示融合的研究,以期Micro LED关键技术的发展开辟国产化路线。

我们的专访是从参观未来显示技术研究院开始的。研究院位于厦门大学翔安校区能源材料1号楼,拥有超一千平方米的超净间。研究院现有团队百余人,包括外延、芯片、表征测试、柔性电子、科技

项目管理、成果转化等方向的双聘高端人才,以及主要来自国内外显示龙头企业的全职工程师团队。研究院目前已建成了一条从人工智能辅助设计、芯片制造、转移集成、可靠性评估等完备的Micro LED智能制造创新链,其设备国产化率超过50%。研究院规模之大、之先进远超一些科研院所,在高校中颇不常见,这显示了厦门市政府和厦门大学在新型显示战略研究和产业化方面的决心。

据黄凯教授介绍,未来显示技术研究院于2021年2月份通过建设方案论证,研究院旨在发挥政府产业引领优势,将整个显示产业链甚至跨产业的资源整合在一起,形成合力,下大力气集中攻关,以突破Micro LED显示技术产业化瓶颈问题。未来显示技术研究院作为新型研发机构,目标是攻克整套技术难题,并转移至企业实现技术落地量产。

对于Micro LED,业界一直聚焦其中的关键技术难点——巨量转移技术。将数千万只微米级的LED按照指定排布从晶圆转移到驱动背板,是一件极具挑战的工作,科研人员为此想出的办法已经穷尽人类智慧。黄凯教授介绍了目前巨量转移技术的四条路线:精准抓取技术、自组装技术、选择性释放技术以及转印技术,同时指出,目前影响巨量转移量产的关键因素在于成本,即转移效率、良率以及修复成本。

在各项技术线路中,选择释放技术中的图案化激光技术由于较高的转移效率受到了大家的认可,被视为可能实现量产的路线。然而,在转移效率之外,对于量产技术而言,转移良率是一个不可忽视的问题。目前,液晶显示屏的良率几乎已经达到百分之百,4K屏幕的2 400万个像素中几乎没有坏点。



这就引出了 Micro LED 技术巨量转移中需要攻克和解决的关键问题——像素高效修复问题。厦门市未来显示技术研究院已经通过激光巨量转移和自研原位修复技术,打通了高良率、高效率的激光巨量转移全链条工艺,并于2022年底成功点亮了单色、全彩芯片阵列。



图1 厦门市未来显示技术研究院超净间

Micro LED 被誉为新型显示领域的革命性技术,它推进第三代半导体技术进入到显示产业中。鉴于我国在液晶显示方面的巨额投资——以亿万计,拥有高世代生产线数十条,并且液晶显示性价比极高,我国已经成为全球最大的显示制造国。那么在国家政策层面上,支持 Micro LED 进入主流显示市场的切入点在哪里呢?黄凯教授解答了这个疑问。首先,在消费电子领域,液晶显示性价比极高,Micro LED 不会像当初液晶以全方位优势取代 CRT 那样取代液晶,但是 Micro LED 在性能上确实比液晶有更大的优势,包括对比度、亮度、色域等,将给消费者带来更极致的观感。其次,我国在 Micro LED 研发上和国外相比,起跑线基本一致。和液晶显示产业至今材料设备不能完全自主的情况不同,Micro LED 产业的发展,自主知识产权占了很大一部分,能够尽量少地受制于人。再次,每个行业或者说每种技术在初创时期成本都是很高的,面临的技术都是很复杂的。正如液晶显示能够随着每一步技术进步达成成本下降,Micro LED 也有同样的可能。另外,Micro LED 在大屏应用方面相对液晶具有成本优势,这是因为其成本的高低与像素数的关系远远大于和面积的关系。业内有共识,Micro LED 可能从一些液晶显示很难覆盖到的领域介入市场,特别是在 3 m 以上大屏领域。因为 5 m 屏和 1 m 屏驱动背板成本差距不大,而在同等分辨率(2K、4K、

8K 乃至更高)的情况下,芯片数量则是相同的,因此,LED 大屏的成本并不会随面积的增大而大幅增加。甚至随着面积增大,由于技术更为成熟,Micro LED 显示屏成本还会更低。最后,与液晶显示技术相比,Micro LED 显示技术具有更高的亮度和分辨率、更低的功耗、更长的使用寿命和更快的响应时间等优点,这些优势使得 Micro LED 技术在微型显示应用领域更具有竞争力。综上,Micro LED 技术的未来发展值得期待。Micro LED 会先以特殊的应用场景介入市场,推动技术进步,降低成本,再逐步渗透到消费级产品。

厦门市未来显示技术研究院将发挥目前已建成的全球首条 G2.5 (370mm×470mm) 代 Micro LED 巨量转移工艺示范线的优势,进一步针对巨量转移的共性和关键性技术问题进行攻关,从而推动产业技术的进步。

结合之前对福州大学国创中心严群教授的专访可以看出,福建省巨资投入光电产业特别是新型显示产业,将之视为新的经济增长点,让我们在和日韩竞争激烈的显示领域获得了强大支持,可谓眼光长远。相信我们的新型显示在第一显示制造大国的基础上,能在 Micro LED 领域完成技术攻关,不但实现破冰之旅,而且能够扬帆起航。

本次专访得到了厦门市未来显示技术研究院赵春风等老师的帮助,在此一并致谢。