

DOI: 10.19816/j.cnki.10-1594/tn.2020.02.001

5G时代新型先进显示技术发展及趋势

——访中国科学院院士欧阳钟灿

张莹^{1,2}, 杜春玲^{1,2}

(1.《微纳电子与智能制造》杂志社有限公司 北京 100009; 2.北京市电子科技情报研究所 北京 100009)

摘要:进入21世纪,新型显示技术成为继软件、集成电路之后的电子信息产业的核心技术,是战略性高科技的基础和最具活力的电子信息产业。历经十几年的发展,我国显示产业已经成为全球重要一极。我国液晶显示产业从“缺芯少屏”走向全球领先,已经取得绝对优势地位;在OLED产业,我国也实现了快速突破,核心竞争力与日俱增。《微纳电子与智能制造》有幸采访到中国科学院院士、中国科学院理论物理研究所研究员、原所长欧阳钟灿,为读者讲述我国显示技术发展的重要历程、产业发展动态以及显示领域的技术发展趋势,并对技术和产业发展以及人才的评价等提出建议。

关键词:新型显示;LCD;OLED;5G;柔性显示

中图分类号:TN27

文献标识码:A

国家标准学科分类代码:510

The development and trend of new advanced display technology in the 5G era

ZHANG Ying^{1,2}, DU Chunling^{1,2}

(1. Micro/nano Electronics and Intelligent Manufacturing Magazine Co., Ltd., Beijing 100009, China);

2. Beijing Institute of Electronic Information, Beijing 100009, China)

Abstract: In the 21st century, new display technology has become the core technology of the electronic information industry after software and integrated circuits. It is the foundation of strategic high-tech and the most dynamic electronic information industry. After more than ten years of development, the display industry of our country has occupied an important position in the world. The liquid crystal display industry of our country has gone from "lack of cores and few screens" to global leadership, and it has achieved an absolute dominant position. In the OLED industry, our country has also achieved rapid breakthroughs, and its core competitiveness has been increasing. We were fortunate to interview the academician of the Chinese Academy of Sciences, Ouyang Zhongcan. He told the readers the important history of China's display technology development, industrial development trends and technical development in the field of display trends, and made recommendations on technology and industry development and talent evaluation.

Keywords: new display; LCD; OLED; 5G; flexible display



欧阳钟灿,1968年清华大学自控系毕业,1981年清华大学物理系固体物理专业获硕士学位,1984年获光学专业理学博士学位。1985~1986年在理论物理所做博士后,1986年获西德洪堡奖学金到柏林自由大学师从扭曲液晶显示发明人W.Helfrich从事合作研究,1989年任理论物理所副研究员,1992年晋升为研究员。1997年被增选为中科院院士,曾任理论物理研究所所长,现任理论物理所战略发展委员会主任。

主要工作及成果:1993年获海外华人物理学会首届亚州华裔物理学杰出成就奖,1994年获首届中国博士后“国氏奖”,1995年获中科院自然科学一等奖,1996年被国家人事部评为中青年有突出贡献专家,1999年获周培源奖及国家自然科学二等奖。2003年当选第三世界科学院院士,2004年获何梁何利科技进步奖,2015年被选为日本应用物理学会国际会士。

研究领域:主要从事液晶显示、液晶生物膜理论、DNA生物大分子弹性性质及蛋白质折叠研究,此研究方向是物理、化学、生物学的交叉领域。

1 显示技术发展的重要历程

欧阳钟灿院士首先详细讲述了显示技术发明和发展的几个重要节点。他表示,移动通信是信息时代的技术核心:2012~2016年的工程诺贝尔奖——美国工程院最高奖德瑞珀奖均授予以液晶显示带头全部与智能手机相关的发明:显示屏、网络、可充电电池、背光源及信号编码。

1.1 显示技术的发明与创新

2012年德瑞珀奖分别授予为液晶显示做出贡献的Heilmeyer,他发明了动态散射模式(DSM)LCD,主要用于手表、计算器、传呼机;Helfrich、Schadt,他们发明了扭曲向列(TN)模式液晶显示,应用于手机,TV,PC平板显示;Brody,发明了AM驱动阵列LCD,开启了现代TFT液晶显示大门。

2013年德瑞珀奖分别授予为手机做出贡献的Cooper、Engel、Frenkiel、Haug和Okumura,他们为世界上的首批移动电话(大哥大)及蜂窝网络做出了开创性的贡献。

2014年德瑞珀奖授予为锂离子电池做出贡献的Goodenough、Nishi、Yazami、Yoshino,其中Goodenough与Yoshino还获得2019年诺贝尔化学奖。

2015年德瑞珀奖授予5位为发光二极管(LED)做出贡献的先驱者:Akasaki(1987年创造了第一个

蓝光LED),Craford(1972年发明了第一个黄光LED),Dupuis(1977年开发金属有机化学气相沉积MOCVD,使高亮度LED实现生产),Holonyak Jr(1962年发明了第一个红光LED),Nakamura(1992年,开发出了基于GaN的高亮度蓝光LED),其中Akasaki与Nakamura还获得2014年诺贝尔物理奖。正是三原色LED的发现才有用于手机背光源。

2016年德瑞珀奖授予了Viterbi以奖励他在发展维特比算法方面的杰出贡献,此算法被广泛应用于CDMA和GSM数字蜂窝网络、拨号调制解调器、卫星、深空通信和802.11无线网络中解卷积码。

1987年,邓青云博士发明了OLED,被誉为“OLED之父”,期待他因OLED的发明在不久的将来为手机发明再次斩获德瑞珀奖。

“从以上奖项的授予可以看出,显示技术和信息技术密切相关。不管是过去、现在,还是未来的5G时代,显示技术都是关键技术,是最前端的技术。因为人接受信息60%靠眼睛,显示屏是核心”,欧阳院士介绍,“比如手机,关键的核心技术除了芯片,就是显示屏,目前显示屏的成本约占整部手机成本的30%左右,十分关键。将来的5G智能手机、平板电脑、笔记本电脑、台式一体机、便携电视、智能电视、商务/医疗/教育用显示器、视频墙等,都需要应用显示技术”。

1.2 我国显示技术的发展

作为信息产业重要构成部分的显示技术在信息技术的发展过程中一直起着十分重要的作用。CRT、LCD和OLED分别成为球面屏、平面屏以及未来的柔性屏时代的标志性产品。特别是LCD和OLED,目前已经成为产业界和学术界投资与研究的重点。

经过十几年的投入和研发,我国已经从最初的显示屏幕完全靠进口发展到目前较高的自给率,并且国产屏幕的成绩不仅体现在屏幕自给率上,像京东方更是在电脑显示屏、电视显示屏、平板显示屏、显示器显示屏、手机LCD屏等细分领域上排名第一。近些年来,屏幕成为中国在高科技领域进步最快的科技产品之一。

欧阳院士对LCD屏和OLED屏发展过程中重要的突破进行了详细的叙述。

(1) LCD屏的发展

在2009年之前,国内所面临的“缺芯少屏”的难题严重影响了我国彩色电视产业的发展,由于屏幕主要依赖进口,电视产品的价格居高不下。2009年前后,京东方开始布局薄膜晶体管液晶显示器(thin film transistor liquid crystal display, TFT-LCD)的研发和生产。京东方收购了韩国的第3代TFT-LCD生产线,在此基础上转型,建设了第5代TFT-LCD生产线。2005年进行量产,实现了中国大陆自主生产液晶显示屏零的突破。与此同时,其他的显示企业如华星光电、天马微电子也开始建厂并布局TFT-LCD的生产。

继北京5代线、成都4.5代线后,京东方进一步完善TFT-LCD产业布局。2009年,国内首条可用于电视大尺寸的第6代TFT-LCD生产线在合肥京东方开始建设。2010年开始量产,这是中国大陆液晶显示产业一个极其重要的里程碑,填补了国内中大尺寸液晶电视显示屏制造的空白,打破了国外对彩电液晶显示屏的垄断。

(2) OLED屏的发展

OLED与LCD相比,其最大的特点就在于自发光,无需背光源,该特点带来了许多优点:自发光带来的色域控制、视角控制都优于LCD;由于不需对光

路进行偏振,因此发光效率也显著提高,响应时间快,对比度高,功耗低;去除了背光源,有效降低质量、减薄厚度;而且现在的技术可以将电路板涂布在柔性薄膜上,将整个OLED显示屏柔性化,这是LCD所不能做到的。这些性能的优势可以满足许多新兴出现的消费需求,使得OLED成为发展迅猛的新一代显示技术。

由于OLED除拥有出色的画质和设计优势,还可以实现卷曲、透明、折叠、极致轻薄的外观设计,所以成为电竞游戏手机、折叠手机的必选,在可穿戴设备、智能车载、电视等领域,OLED屏幕也逐渐成为产品创新的关键之处。

欧阳院士介绍,在科研方面,我国对OLED的科研起步较早,1996年清华大学就成立了OLED项目组。2001年,在此项目组的基础上,维信诺公司在北京成立,直接进行OLED显示技术的自主研发;在产业布局方面,以京东方、华星光电、天马微电子等代表的企业都在加紧部署OLED产业。

随着三星公司于2010年在全球首次推出Super AMOLED,并将其配置在自家的Galaxy S系列智能手机上,在全球掀起了AMOLED的热潮,中国大陆企业紧跟发展潮流,天马微电子于2013年在上海投资建设第5.5代AMOLED生产线,维信诺于2014年建成中国大陆第一条专业5.5代AMOLED大规模生产线。

2017年,国内首条,也是世界第二条的第6代柔性AMOLED生产线在成都京东方实现量产。该生产线应用全球最先进的蒸镀工艺,并采用柔性封装技术,可实现显示屏幕弯曲和折叠。此生产线的成功量产不仅开启了我国柔性显示新纪元,也预示着中国企业开始在新型显示时代引领全球AMOLED产业发展。

京东方、华星光电、天马微电子、维信诺等显示器企业,相继增设OLED生产线,OLED成为显示行业火热的投资领域,OLED显示屏重要性不断加强。

近10年来,以京东方为首的这些显示企业的发展带领中国大陆显示产业实现了从无到有、从有到大、从大到强,打破了日本、韩国以及中国台湾地区面板制造业长期的“铁三角”格局,形成“三国四地”

新格局。

2 5G时代显示产业柔性 AMOLED 的发展

液晶面板在中国走强,但是 AMOLED 的发展还面临一系列问题,整个 OLED 显示技术和材料仍不成熟。欧阳院士说道,中国大陆投资了不少 AMOLED 产线,每一条都在数百亿元,但是如何突破 OLED 的关键技术瓶颈,并实现最终的量产才是关键。他指出了目前我国 AMOLED 发展所面临问题,并针对这些问题提出了相应的建议。

(1)量产工艺有待提高。目前掌握 AMOLED 产线量产工艺的企业是韩国的三星,其 OLED 产线均在 2008 年左右开始进入量产,我国 OLED 产业量产进程起步较晚,直到 2014 年才有产线点亮,与韩国企业 OLED 量产化进程存在近 10 年的差距。因此存在新技术研发储备不足,新工艺掌握仍有欠缺,新产品量产进程滞后等问题。

(2)研发投入不足。我国显示产技术研发在液晶领域后来居上,但 AMOLED 核心技术的积累缺乏,企业正处于项目建设期、爬坡期,财务经营压力大,持续的高强度研发投入困难较大。2017 年国内 4 家具有点亮产线的面板企业研发投入共计 103 亿元,不足韩国三星的 15%。

(3)产业配套对外依赖严重。国内仍未掌握 AMOLED 关键设备及系统化技术,仅能提供少数后道检测和辅助设备。曝光机、蒸镀机、激光退火设备及备件完全由日本、美国等企业掌握;材料方面,中国的显示产业大而不强,关键核心材料被国外材料供应商长期垄断和封锁,荧光材料、磷光材料、基板材料、掩膜板几乎全靠进口,或者存在专利问题,所以掌握自主核心技术是重中之重。

(4)无序投资涌现。地方政府和企业对 AMOLED 生产线建设投资热情高涨,导致 AMOLED 投资区域从原先的省会级城市向周边城市转移,参与 AMOLED 产业投资的城市数量快速增加。这种不考虑市场需求、产业基础和配套条件,投入巨资上马 AMOLED 产线,不仅破坏了原有的战略布局,同时分散了人才和设备供给,导致我国 AMOLED 投资主体和区域不断分散,产业集聚效应减弱,对我国刚

刚起步的 AMOLED 产业恐带来危险的前景。

欧阳院士表示,OLED 由于具有全固态结构、高亮度、全视角、响应速度快、工作温度范围宽、可实现柔性显示等一系列优点,目前已经成为极具竞争力和发展前景的下一代显示技术。中国正大力投资建设 AMOLED 生产线,近几年全球 AMOLED 产业格局将会变化,中国产能将如 LCD 后来居上。他建议我国应稳健发展 AMOLED,目前应将主要精力用于生产线产能的发挥,良率提升,以及新品的开发和市场的扩展上。应加大研发投入,注重具有自主知识产权的新生产工艺技术、关键上游材料和设备的开发。

3 未来发展趋势——5G时代多种显示并存

从这几年显示产业的发展趋势来看,半导体显示技术不断升级,全球显示技术呈现以液晶显示、柔性 AMOLED 显示为主,量子点、Micro LED、MiniLED 等显示技术快速发展的局面。

与 OLED 相比,量子点技术同样受电视厂商热捧。量子点由两种技术,一种是光致发光,另一种是电致发光,采用量子点技术的电视呈现出的画面色彩会更加饱满,更加生动。欧阳院士认为,中国大陆向量子点技术的发展是有前途的;Micro LED 是新一代显示技术,比现有的 OLED 技术亮度更高、发光效率更好、但功耗更低;Mini LED 则是更新的一个概念技术,Mini LED 介于传统 LED 与 Micro LED 之间,是传统 LED 背光基础上的改良版本。Micro LED 和 Mini LED 的前景被普遍看好。京东方等企业纷纷把 Micro LED 和 Mini LED 作为重点关注方向,并取得了一系列突破。此外,比较受关注的还有激光显示。

欧阳院士还列举了近年来的新型显示产品,2019 年京东方自主研发了可以与 OLED 媲美的高端叠屏 LCD 显示,应用此叠屏 LCD 显示,海信于 2019 年 7 月在北京正式发布了全球首台观星级叠屏电视 U9E;2019 年 8 月华星光电也发布了使用 Mini LED 背光源驱动的另一款高端 LCD 屏,75in 8K “星曜屏”,等等。对于当前多种多样的显示技术,他表示,在未来很长一段时间,包括 TFT-LCD、OLED、量子点等多种新型显示方式,将在各自优势应用领域共存,随着技术的发展,显示技术会更加多元化。特别

是 OLED 和 LCD, 在相当一段时期内, 仍将共生共存, 相互补充, 并不存在谁能完全取代谁的问题。

4 产学研用协同合作, 实现我国显示跨越式发展

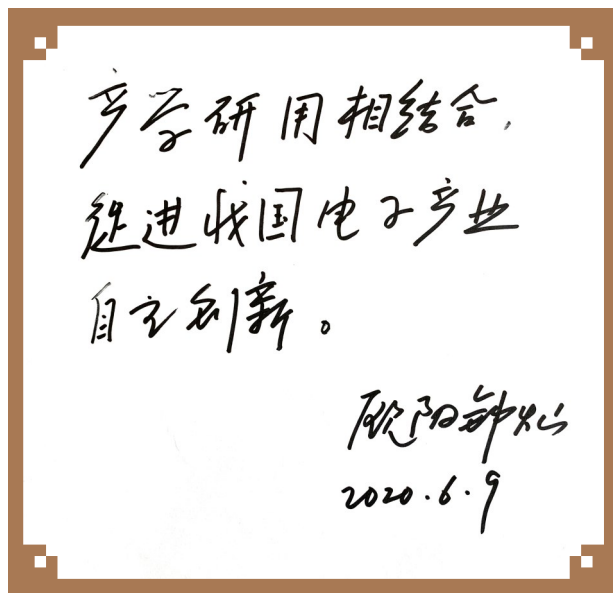
过去几年的时间, 得益于国家政策支持和产学研的共同努力, 我国新型显示产业实现跨越式发展, 已经成为全球显示产业的重要一极, 拥有了具有较强的竞争实力、创新能力的骨干企业, 也培育了大量的显示产业人才。

欧阳院士说道: “我国液晶显示产业从‘缺芯少屏’走向全球领先, 是因为我们一直坚持‘政产学研用’协同合作的发展道路”。中国液晶显示产业的成功离不开政府、科学家、企业家之间的良性互动。

他同时指出, “液晶的成功需要政府的指导和支持, 发改委、工信部每 3 年都有《扩大和升级信息消费三年行动计划》, 并请我们专家给出建议”, 欧阳院士讲到, “为响应 2020 东京奥运会的召开, 日本 NHK 电视台开通了 4K/8K 电视广播。我认为, 4K/8K 是中国液晶显示做好、做强的保证, 因此, 在 2016 年 3 月份全国政协会上提交了提案《为迎接 2022 年北京冬奥会的召开及促进我国 4K/8K 超高清影像产业创新发展, 建议国家新闻出版广电总局尽快部署开通 4K/8K 电视广播》”。

欧阳院士的提案受到国家有关部门的高度重视。2019 年 3 月, 工业和信息化部、国家广播电视总局、中央广播电视总台联合发布了《超高清视频产业发展行动计划(2019-2022 年)》(简称《行动计划》), 加快推动超高清视频产业快速健康发展。超高清分辨率显示可以带动全国广播系统的改变, 进而带来电视机更新换代的需求, 同时避免了我国液晶面板产能的过剩。

作为国家战略重点支持的产业, 显示产业需要“政产学研用”协同发展, 在政策、高校、科研机构、市场等资源协同支持下, 企业要保持持续创新的能力和动力, 才能在动态的产业环境和市场需求环境中, 不断创新思考, 保持企业可持续发展。欧阳院士认为, 我国要保持在液晶显示的优势地位, 除了产学研各界通力合作, 还要继续推动液晶显示技术的创新迭代。



5 建立合理的人才评价机制, 激励企业创新

“京东方的显示技术非常优秀, 创新和专利都很多, 解决了诸多显示领域的难题。京东方新增专利申请已连续多年位列业内第一, 在 2019 年美国商业专利数据 TOP 50 榜单中跃升至第 13 位, 连续 4 年保持增长; 在 2019 年世界知识产权组织 PCT 专利申请排行中位居全球第六, 连续 4 年进入前十。尽管这样, 京东方申请国家级创新争优的奖项竟然都没有通过!”欧阳院士有些遗憾地表达自己对目前某些奖项评价的不满, 并且提出了他在人才评价机制方面的一些观点。他讲到, 科研人才尤其是应用领域的人才不应该简单地以论文的数量和发表期刊的影响因子作为评价标准, 应该破除影响因子迷信, 把真正的创新和成就发表在国内的期刊上。他认为, 评价人才首先应该看研究人员的国际地位, 在国际学术会议上做过哪些报告, 发表过哪些有影响的言论, 对该领域产生了哪些重要的影响; 其次要看研究人员以及他的研究团队在该领域做出了什么样的成就; 然后再参考他在哪些重要的期刊上发表了哪些论文。

他还特别强调, 作为期刊, 还有其他媒体, 都应该大力呼吁: 国家对人才的评价以及奖项的评选, 应该重视企业的创新, 增加企业专利成果落地在获奖评选时的权重, 给企业提供机会, 激励企业创新, 创造良好的竞争和评价环境。