

浅谈我国显示器件技术的发展 Development of China's Display Devices

牛憨笨

(中国科学院西安光机所, 中国工程院院士)

西安 710068)

显示器件技术的发展已经有 50 年的历史。但至今仍处于方兴未艾的大发展时期, 显示器件的市场也在不断地扩展之中。1997 年全球显示器件的总产值达 379 亿美元, 预计到 2001 年将达到 541 亿美元。显示器件市场的开拓取决于显示器件技术的发展。从近几年来该技术发展趋势和已取得的进展看, 显示器件正在经历着一场新的技术革命。可以预言, 到下一世纪的 30 年代左右, 显示器件市场上的主导产品将不再是笨重的 CRT(阴极射线管)。

在我国显示器件有着广阔的市场, 为了尽快满足市场的需求, 我国曾引进了许多 CRT 生产线和低档 LCD(液晶显示器件) 生产线。应当说 CRT 生产线的引进是较成功的, 已形成每年数百亿的产值。但是, 技术在发展, 产品在更新, 到下世纪我们怎么办? 从目前的情况看, 和国际上发达国家相比较, 我国显示器件技术要落后 10 年左右, 并且这一差距还有加大的趋势。

在这样的形势下, 我们应当冷静地研究一下我国显示器件技术发展的战略。该技术涉及到年产值千亿元的大产业, 作为着眼于未来科技实力竞争的大国, 我们不能无所作为。

国外发展现状和发展趋势

尽管 CRT 目前占整个显示器件市场份额的 60% 以上, 到下世纪初仍占 50% 以上, 但从技术上看它已处于成熟期。目前在技术上主要在发展 FPD(平板显示器件)。

FPD 包括 LCD、PDP(等离子体显示器件)、FED(场发射显示器件)、ELD(电致发光显示器件)、VFD(真空荧光显示器件)、LED(发光二极管显示器件)。由于最后两种技术只用于一些超大屏幕显示的特殊场合, 我们这里将不予以讨论。

LCD 本来是一种低档次的显示器件。随着非晶半导体技术的发展产生了非晶 TFT(薄膜晶体管) 阵列, 使 LCD 的性能获得重大改进, TFT-LCD 变成了平板显示器件的主导产品。不仅使它占领了膝

上计算机的监视器的全部市场, 还随着其视场角的增大和成本的降低, 正在逐步替代桌上计算机 CRT 监视器。其降低成本的主要措施是将价格昂贵的行驱动器制作在 TFT 衬底上。为此, 引入了激光退火工艺, 将制成的非晶行驱动器器件变成多晶器件, 从而使其响应时间和功率可和单独的行驱动器相媲美。同时为了进一步降低功耗延长电池的寿命, 人们正在通过各种途径实现反射式 LCD。从长远的观点看, 为了进一步降低成本, 目前正在发展聚合物衬底、有机半导体和金属—绝缘体—金属有源器件阵列, 以使 LCD 能成卷生产。

一方面我们应当看到在 FPD 中, LCD 目前正处于霸主地位, 并仍在发展之中; 另一方面我们也应当看到由于 LCD 本身特性的限制, 其发展又有一定的局限性。主要表现在响应速度慢、视场角小、工作温度范围窄和工作面积不可能太大。尽管目前的视场角有的已做到 $120^\circ \sim 140^\circ$; 但这是以牺牲其它性能为代价的。正由于上述的局限性, 随着时间的推移 LCD 霸主地位将面临其它技术严峻的挑战。

PDP 发明于 1964 年。它经历了漫长的实验室研制阶段, 直到 1990 年才生产出彩色 PDP。1996 年随着日本六大公司对 PDP 生产的巨额投入, 标志着 PDP 开始步入产业阶段。因其结构简单, 制作工艺适合于批量生产, 易于实现高清晰度和大的显示面积, 故目前很多人认为它是实现壁挂高清晰电视的最佳途径。但其主要问题是发光效率低, 难以同时改善亮度和对比度, 且功耗亦大; 同时, 驱动电路电压也高, 难以使成本降下来。尽管国际上已有几百项发明专利旨在改善 PDP 的性能, 但至今其发光效率仍未超过 1.2 lm/W 。最近有人在 PDP 中引入了三色滤光片, 它对输出亮度基本上没有影响, 但大幅度地改善了对比度。另一项重大改进是驱动电路的设计, 使不发光的寻址期占周期的百分比由原来的 70% 减小到目前的 10%, 而发光期由原来的 30% 提高到 90%, 从而使亮度提高了 2.5 倍。也有人采用影像增强技术来提高亮度和改善对比度。但上述的技术措施中也有负面作用。虽然最近有人提

出了提高发光效率的根本性措施,但也同时指出,没有10年以上的时间势难达到CRT目前亮度和对比度的水平。

由以上的情况可以看出PDP是一种实现壁挂高清晰度大屏幕电视很有前途的显示器件,但仍受阻于发光效率和成本的制约,在成为千家万户可以接受的产品之前,还有相当长一段路要走。

FED最相似于CRT,都是以高能电子轰击荧光屏而发光。所不同的是前者利用场致发射产生电子束,后者利用热发射产生电子束;前者不用偏转系统,荧光屏上每一像素的红、绿、兰区分别对应于一个场致发射电子源,而后者只有红、绿、兰三个电子枪,荧光屏各像素的红、绿、兰区是靠偏转系统分别对三电子束扫描而产生作用。因此,使FED性能特别是亮度和对比度达到CRT的水平显然是没有问题的。而且,在视场角、功耗、响应时间和工作温度范围等方面也均优于LCD,且可实现平板显示。FED的难度主要是在大面积场致发射阴极的制作、真空的获得和保持,以及大气压带来的问题等方面。尽管法国人将Spindt场致发射阴极改进后已达到实用的程度,但其制作工艺之复杂和实现大面积后所带来的问题使工业化生产进程大为减缓。所幸的是人们近年来通过不同的途径实现了平面场发射体,这为工业化生产铺平了道路。由于所剩的其它工艺问题不难解决,因此40英寸FED显示器可望于近年内诞生。尽管有人为了提高亮度仍在研制低压荧光粉,但高压荧光粉是现成的,且实现高压也没有太多的困难。所以,事实上已有高压FED诞生,且其亮度已达 $690\text{Cd}/\text{m}^2$,暗态对比度也达到1000:1。和PDP相比较,FED不仅具有高的发光效率($10\sim 15\text{Lm}/\text{W}$),而且其驱动电路电压低,故而成本也大幅度降低。

由上可见,FED前景十分诱人,它既可制成壁挂高清晰度大屏幕电视系统,又可制成桌上计算机终端,还可发挥其低功耗的优点而成为膝上计算机显示器。其在军事上的应用更是其它显示器件所不能替代的。鉴于若干性能优良的平面场致发射阴极尚处于实验室研制阶段,其它工艺问题的解决也还需时日,故而,FED走向工业化批量生产还需要数年时间。

有机和厚膜ELD的诞生使ELD的发展出现了新的转机,但通向彩色ELD实现的道路上还有很多障碍。其中最突出的矛盾是如何提高兰光材料的发光效率。它在高档显示器件中目前尚缺乏竞争优势,但由于可以做得非常薄和非常轻,故其前景值得关注。

由以上的讨论可知高档显示器件的竞争对手主要包括目前广泛使用的CRT和正在发展中的平板显示器件LCD、PDP和FED。CRT的优势是图像

质量好、成本低,但缺点是体积大,实现40英寸以上的显示屏幕有困难。在平板显示器件中,LCD现仍处于霸主地位,它独占了若干高档显示器件的市场,由于驱动器在衬底上的集成和视场角的扩展,其市场占有率还在进一步扩大。但由于其自身特性的限制,其长远发展潜力堪忧。在发展大屏幕显示器件上,由于PDP结构简单和适合于批量生产,表现出了独特的优势。但是要使其性能和CRT相媲美,并能使其成本降下来却非易事。近年来平面场致发射阴极研究的进展,使FED迈向工业化生产的进程大大加快,而且其本身类似于CRT的许多优良特性已获得实验验证。因此,在未来取代CRT并向大屏幕扩展时,或许它更具优势。

几点建议

在日趋成熟的市场经济推动下,我国今后显示器件的发展必将繁花似锦。上述的研究和综述,意在为中央政府有关部门和地方政府在宏观决策时作参考,可能亦有益于有关研究机构和企业在选择项目时开阔思路。

为了适应高科技的发展,未来对显示器件要求质量更高、面积更大、体积更小、数量更多、功耗更小和成本更低。为适应这些要求,显示器件正面临着一场技术革命。这场技术革命的中心任务就是发展符合上述要求的新型显示器件,以取代目前及今后相当长一段时间内仍广为使用的CRT。

我国目前使用的显示器件除一部分进口外,主要靠进口的生产线提供。在已引进的显示器件生产线中,CRT生产线最为成功,我国现已成为世界上CRT第一生产大国。CRT生产线引进之所以成功,和我国原有电真空工业基础和原有CRT技术基础是分不开的。如果忽略这一点,我们今后在指导思想上就会犯错误。

在面临显示器件技术革命的今天,我国应采取什么对策?

第一,仍应坚持自力更生。经过过去多年的实践,我国已形成一支强有力的发展显示器件的科技队伍。面临未来巨大的显示器件市场,这支科技队伍应当有所作为,要在研究的基础上发展具有自己知识产权的显示器件。

第二,在面临发展新型显示器件的多种可选择的途径中,应根据我国的特点有所侧重。就我国目前的情况看,电真空工业基础要优于半导体工业基础,且具有生产CRT的丰富经验。显然发展FED和PDP更为有利。尤其是发展FED,有可能借用已有的CRT某些成熟技术。正如前述,只要平面场致发射阴极技术成熟了,就为发展FED并使其产品化铺平了道路。因此,优先对FED投资,相对来说是一条

上海第三代同步辐射装置及其在微电子、微机械中的应用

Shanghai Third Generation Synchrotron Radiation Facility and Its Application in Microelectronics and Micromachine

谢常青

(中国科学院微电子中心 三室, 工程师 北京 100010)

叶甜春

(中国科学院微电子中心, 研究员 北京 100029)

为了跟踪世界先进同步辐射装置的研究水平, 继北京第一代同步辐射装置和合肥第二代同步辐射装置相继建成后, 我国决定建造储存环运行能量为 3.5GeV 的上海第三代同步辐射装置(SSRF)。作为我国“九五”期间和“十五”前期最大的科学工程, SSRF 预计将于 2004 年建成投入使用, 其性能将居世界同类装置的第四位, 预计耗资 10 多亿人民币, 中央政府将承担预算的 2/3, 上海市政府则将承担预算的 1/3, 这样的投资方式对于我国大科学装置建设而言尚属首次。本着科学、客观、民主的精神, 从我国的实际情况出发, 经来自全国各大学、研究所的 100 多名专家的深入讨论论证, 初步决定将在 SSRF 上首批择优建设 7 个具有国际先进水平并具有一定显示度的实验站。为了促使我国集成电路光刻和微机械技术的发展, 微光刻、微机械实验站也名列其中。本文将介绍同步辐射装置的一些发展情况和它在先进集成电路光刻和微机械技术上的应用背景。

一、同步辐射装置

捷径。相反地, 若发展 LCD, 就会面临我国目前仍较为落后的半导体技术, 并面临着强有力的竞争对手, 且 LCD 本身的弱点也会限制它的进一步发展。优先着手发展 FED, 有可能使我们跻身于国际先进行列。

第三, 根据我国的国情, 中央政府和经济相对发达地区的政府对发展新型显示器件技术应给予足够的资金投入。国际上发达国家为了发展该项技术, 政府和企业都在作巨额投入。对我国来说, 一般企业的经济实力还不够雄厚。对这样投资数额较大、资金沉积时间较长又具有一定风险的项目主要应依靠政府的投入。

1895 年 11 月 8 日, 德国物理学家伦琴(W. C. Roentgen)发现了 X 射线, 由此他荣获了 1901 年的诺贝尔物理学奖。其后 50 多年里, 人们对 X 射线的产生机制进行了深入研究。1947 年, 美国纽约州 Schenectady 市通用电器公司的研究人员在一台 70MeV 的同步加速器上首次发现可见光范围内的强烈辐射, 即同步辐射。同步辐射是环型加速器中做循环运动的以接近光速速度运动的电子在经过辐射引出部件(可以是弯转磁铁或波荡器或扭摆器)时, 由于向心加速度的存在, 沿电子轨道切线方向发出的强烈电磁辐射。同步辐射具有高光强(其亮度可比普通实验室用的 60KW 转靶的 X 光亮度高 1 万倍以上)、高准直性、波谱宽而连续(可以覆盖从红外一直到硬 X 射线波段)、线偏振、亚纳秒级时间结构、高真空、高洁净环境等诸多优点, 是目前为止最理想的 X 射线光源。目前有近 50 座同步辐射装置运行于世界各地, 近万名来自物理、化学、材料、生物、医学、工业检测、微电子、微机械等各领域的科学家在同步辐射装置上开展他们的研究与应用工作。有人称这是大科学装置与各种小科学完美

第四, 发展该项技术应走产学研相结合的道路。由于发展该技术最终目的在于实现新型显示器件的产业化。因此, 必须有实力雄厚的企业介入。同时, 又由于该项技术尚未成熟, 必须有专门的科技队伍攻关, 而我国相关企业在这方面的攻关力量不足, 在目前的条件下只能走产学研相结合的道路。

只有依靠自己的技术, 才能形成自己的新型显示器件产业。我们认为, 这一目标是可以达到的。如果我们选择的技术路线正确, 投资到位, 所采取的措施得力, 我们是有可能抢回落后 10 年的时间的。

(责任编辑 蔡德诚)