



清华 EDA 应用案例通讯

(2007 年第 1 期, 总第 1 期)

清华信息科学与技术国家实验室(筹)公共平台与技术部编

2007 年 4 月 18 日

[编者按]

基于硅技术之上的半导体集成电路技术是现代信息技术的核心技术。近几十年,集成电路技术的快速发展带动了整个信息技术行业的飞速发展,使电子信息产业超过了以汽车、石油、钢铁为代表的传统工业成为第一大产业,同时也成为改造和拉动传统产业迈向数字时代的强大引擎和雄厚基石。可以说,半导体技术的发展造就了今天的信息化、网络化的数字时代。

随着集成电路设计技术的不断发展,先进的 EDA 设计环境已成为集成电路设计、人才培养、科学技术研究必不可少的工具,这个环境中不仅包含计算机硬件、EDA 软件、集成电路设计资源(IP-intellectual property 模块)、工艺资源,随着网络的发展,还包含更便捷的使用方式和完善的服务。设好一个集成电路设计环境,并在此基础上进行高水平人才培养,可以为专业技术人才培训提供条件,可以为高质量科学研究提供技术支撑,在此基础上,产生原创性科研成果,并为科研成果产业化创造人才、技术支撑。

在我校,随着集成电路的发展,交叉学科的渗透,进行集成电路相关设计研究的课题组已经由微电子所扩展到电子系、计算机系、信研院、甚至工物系、核研院等。同时,由于集成电路设计技术日益复杂,相应的 EDA 软件十分昂贵,相关设计服务和配套资源对每一个课题组来说也难于到位。所以,整合校内资源,集中力量建设好一个公共的平台化的 EDA 使用环境意义十分重大。目前,EDA 平台提供 EDA 工具应用、设计资源、技术支持、人才培训等服务。现有 SUN 服务器三台,高性能服务器与高端的数据中心相结合,形成高吞吐量、高传输处理能力和高可靠性的环境,拥有世界最知名的 EDA 厂商 synopsys、cadence、mentor 全套设计工具,可以提供从系统到电路各个层次的集成系统和专用集成电路仿真验证能力、系统算法研究和验证、虚拟原型设计直至实际工艺库支持的专用集成电路芯片物理设计与制造、制造后测试的完整环境,可提供多个 foundry 的工艺库以及相应的 MPW 服务。

现在已有微电子所、电子系、计算机系、信研院等单位的相关课题组依托 EDA 平台开展课题研究,我们将陆续编发应用 EDA 平台作出成果的典型案例,使更多用户了解平台、应用平台,同时欢迎更多对 EDA 资源有需求的用户与我们联系,使平台发挥更大的作用,为建设世界一流大学做出更大贡献。

[案例]

OLED 彩屏显示控制与驱动芯片

【研究单位】清华大学微电子学研究所

【用户】陈志良教授

【课题来源】国家信息产业部电子发展基金重点项目

【科学背景及研究意义】

OLED（有机发光二极管）被业界认为是最具发展前景的下一代显示技术，将广泛应用于通讯、计算机、商业、交通、工业仪器仪表及国防等众多领域，特别是手机、MP3/MP4、PDA、数码相机等消费类电子产品。OLED 显示器与液晶显示器相比有十大优点：高清晰；低功耗；广视角；抗震动；耐低温；超轻、超薄；低成本；响应速度快；可柔软显示；材料资源丰富，其中，最独特的是，OLED 产品可实现软屏，使得可折叠的“梦幻般的显示器”成为可能，它的实用化将大大拓展显示器的应用领域，并改变人们对显示器的传统观念。由于历史原因，在 LCD 显示器领域，中国内地未能紧跟世界脚步，及时掌握高端核心技术，只能采用全线引进方式生产 LCD 产品。在 OLED 显示技术大规模起步的时候，中国急需掌握具有自主知识产权的 OLED 显示核心技术，为此，国家信息产业部支持了“OLED 彩屏、驱动电路及模块的研究、开发与产业化”重点项目。

OLED 显示器主要由显示屏和控制与驱动芯片组成，目前国际上 OLED 控制与驱动芯片还处于发展初期，因此对此类芯片的研究、开发具有重要的学术价值和经济意义。

OLED 显示控制与驱动芯片是一种数模混合、高低压结合的超大规模集成电路，芯片内部包含许多电路模块，主要有：MCU 接口与指令译码模块、时钟产生与时序控制模块、D/A 转换模块、能隙基准电压源模块、基准电流产生模块、电压调节模块、DC-DC 变换模块、带 ESD 保护输入/输出模块、PWM（脉冲宽度调制）灰度控制模块、PAM（脉冲幅度调制）列输出驱动电路模块、行输出驱动电路模块、双端口静态随机存储器等

研制、开发成功这类芯片需要掌握的关键技术主要包括：

- 1) 单片内数模混合，高低压兼容的电路设计技术
- 2) 高压、低功耗 MOS 电路的电路和版图设计技术。
- 3) 数模混合电路和显示屏负载整体设计中，系统级的仿真技术。
- 4) 对应于红、绿、兰三种有机发光二极管，具有一定比例关系的、精细可调的恒流技术。
- 5) 保证显示效果的电流预充和电压预充技术。
- 6) 高温稳定性基准电压源技术。
- 7) 细长、多达 485 个输入/输出脚的新型数模混合电路的测试验证技术。

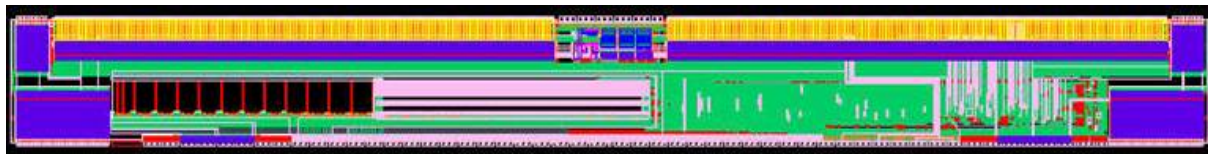
此次开发成功的 OLED 显示控制与驱动芯片 CTH005 实际上是一个系统电路，除了包含前述的许多电路模块外，其复杂程度和常规的 CMOS 集成电路相比还表现在：

- 1) 一般的 CMOS 电路只需用一种阱，两种不同类型的 MOS 管，10 块掩膜版，而 OLED 显示控制与驱动芯片需要四种阱，六种不同类型的 MOS 管，25 块掩膜版。
- 2) 既有数字信号，又有模拟信号；既有低压信号，又有高压信号；既有电压信号，又有电流信号。
- 3) 芯片长度远远大于一般芯片，引出腿多达 485 条。

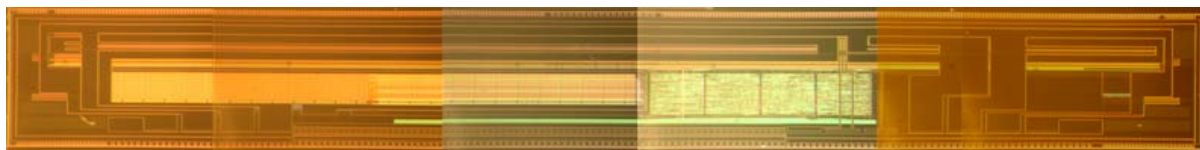
【本课题成果】

本课题积极开展 OLED 显示控制与驱动芯片在工艺试验、器件模型、电路设计、版图设计、系统仿真、生产技术和功能测试等方面的研究，设计开发成功了可用于单色、灰度、多色和彩色三种 OLED 显示屏的控制与驱动芯片，产品测试结果满足设计要求，驱动

OLED 显示屏使用效果良好，主要性能指标优于同类进口产品，达到了可以批量生产的技术要求。该课题已通过信息产业部电子发展基金管理办公室的验收。



65K 彩屏显示控制与驱动芯片的版图



96RGB × 64*16 OLED 65K 彩屏显示控制与驱动芯片 CTH005(由六张显微照片拼接而成)
特点: 0.35um 18V 双多晶、四层铝 CMOS 工艺, 25 层掩膜版, 长度 17.4mm, 宽度 1.7mm

【课题利用 EDA 平台情况】

EDA 软件是进行集成电路设计的必备条件, 该课题在全流程正版 EDA 软件的支持下开发成功了具有自主知识产权的 OLED 显示控制与驱动芯片 CTH005, 该芯片是一种数模混合、高低压结合的超大规模集成电路, 其复杂程度远远超出了常规的 CMOS 集成电路。平台为课题提供全流程 EDA 环境支持、工艺库管理。课题组在芯片的设计过程中, 以读取软件 license 的方式使用 EDA 平台的资源。在模拟电路的前端仿真过程中, 使用了 synopsys 的 hspice 和 cadence 的 spectre; 在模拟电路的版图绘制过程中, 使用了 cadence 的 virtuoso 工具; 在数字电路的综合过程中, 使用了 synopsys 的 DC compiler 工具; 数字电路的布局布线采用了 cadence 公司的 Silicon Ensemble 工具; 在后端的 DRC 和 LVS 的过程中, 使用了 mentor 的 calibre 工具; 为了验证数模混合系统的总体功能, 使用了 synopsys 的 nanosim 工具进行系统级验证, 保障了整个设计的可靠性。采用了 chartered 0.35um 的 CMOS 工艺, 一次流水成功。

【发表论文】

- 1) “On-Chip Display Data RAM in LCD/OLED Driver/Control ICs for Mobile Application”
Ding Ge, Zhiliang Chen The 7th International Conference on Solid-State and Integrated-Circuit Technology Proceedings (ICSICT) 2004
- 2) “A Mixed-Signal Driver Chip for 65K-Color Passive-Matrix OLED”
Wenyu Xiao, Zhiliang Chen 6th International Conference On ASIC 2005
- 3) “Analysis and Design of Makowski Charge-Pump Cell”
Lifang Liu*, Zhiliang Chen 6th International Conference On ASIC 2005
- 4) “Embedded Graphic Display Data RAM in Color LCD/OLED Driver & Controller ICs for Mobile Application” Ding Ge, Zhiliang Chen 6th International Conference On ASIC 2005
- 5) “A Single Driver Chip for Gray Scale Passive-Matrix OLED”

Ming Liu, Chen Jia and Zhiliang Chen, International Conference on Communication, Circuits and Systems Proceedings, 2006.

6) “A 1V MNC Bandgap Reference with High Temperature Stability”

Bo Qin, Chen Jia, Zhiliang Chen and Hongyi Chen, International Conference on Communication, Circuits and Systems Proceedings, 2006

7) “A linear voltage regulator for PLL in SOC application”

Chen JIA, Bo QIN and Zhiliang CHEN 2006 international conference on WiCOM 2006

8) “A 64-Step Gray Scale Driver Chip for a 132×64-Pixel Passive Matrix OLED”

Liu Ming, Qin Bo, Xiao Wenyu Zhong Huiming, Chen Liang, Liu Lifang, Jia Chen, Chen Zhiliang

Chinese Journal of Semiconductors 2006, 27(11)

9) “1V 电源非线性补偿的高温稳定性电压带隙基准源”

秦波, 贾晨, 陈志良, 陈弘毅 半导体学报 2006, VOL 27(11)

10) “两种新型无源 OLED 显示列驱动电路的研究与设计”.

刘铭, 肖雯玉, 贾晨, 陈志良, 液晶与显示, 2006, 21(5)

11) “一种 96×64 彩色 OLED 显示驱动电路的设计”.

钟辉明, 陈志良. 微电子学与计算机, 2006, VOL 23(11)

12) “一种应用于 OLED 显示驱动芯片的 CMOS 升压型 PFM DC-DC 转换器设计”

贾晨 孟浩 秦波 陈志良 液晶与显示, 2006, 21(6)

13) “一种显示控制与驱动芯片中的高速双端口 SRAM 设计”

陈亮; 陈志良 微电子学与计算机 2007 VOL 24(1)

14) “65k 彩色显示无源 OLED 控制与驱动芯片的设计”

秦波等. 清华大学学报(自然科学版)(2006 12 录用)

先进的平台，专业的服务，促一流的高水平科研成果！

编辑：陈玉洁 审核：高志强、孙茂松 联系电话：010-62784683 62794091 E-mail:

chenyujie@tsinghua.edu.cn

http://www.tnlist.org.cn/pages/dept_gonggongpingtaiyujishu.jsp