

一、专业实践训练整体情况

实践单位名称	珠海艾派克微电子有限公司杭州研发中心	
实践单位地点	杭州市西湖区华星路 99 号创业大厦 A408	
实践岗位名称	模拟 IC 工程师	
专业实践训练时间	集中进行	2020 年 11 月 01 日开始 至 2022 年 01 月 01 日结束
		专业实践训练累计 426 天（单位考核前），其中项目研究天数 180 天（单位考核前）
<p>(1) 基本概况（含实践单位简介、实习实践内容等）</p> <p>实践单位简介：珠海艾派克微电子有限公司是一家从事集成电路芯片设计的国家认定高新技术企业，拥有 CPU 设计技术、多核 SoC 专用芯片设计技术、安全芯片设计技术、通用耗材芯片设计技术等核心技术。是国内专业的从打印机主控 SoC 芯片到耗材加密芯片全系列打印机芯片设计公司，也是打印机通用耗材芯片的全球供应商。</p> <p>实习实践内容：学习 ADC 的理论知识，尤其 Sigma-Delta ADC，其具有高精度、低功耗的特点。通过导师辅导、查阅资料等途径学习设计 Sigma Delta ADC 电路，掌握过采样技术、噪声整形技术、数字滤波技术，通过非理想因素的建模仿真做功能验证和精度仿真，选择合适工艺并完成调制器的原理图设计、前后仿真验证，实现低功耗的 sigma-delta ADC 的设计。</p>		
<p>(2) 项目研究概述（含项目名称、项目来源、项目经费、主要研究目标和技术难点等）</p> <p>项目名称：低功耗开关电容 Sigma-Delta ADC，项目来源：珠海艾派克微电子有限公司杭州研发中心，项目经费：20 万元，主要研究目标和技术难点：如何不损失精度的前提下降低整个电路的功耗</p>		

(3) 项目开展情况 (含项目研究内容、研究方案及技术路线, 研究团队分工、本人承担任务及完成情况, 存在问题与改进建议等, 不少于 500 字。)

研究内容: 低功耗开关电容 Sigma-Delta ADC

方案及技术路线:

了解和分析需求-制定方案并建模仿真-电路设计并仿真验证

1) 了解和分析需求: 了解项目需求, 同导师组分析需求。期间做好知识储备, 阅读相关文献和论文, 巩固模拟、数字集成电路知识, 信号与系统知识, 掌握 sigma-delta ADC 的技术原理, 学习并熟练使用几家 (Cadence, Synopsis, MathWorks) 的 IC 设计工具。学习常见的电路结构, 比较各种结构的优缺点, 在积累到一定阅读量以后, 尝试从结构、线路实现、工艺选择等多维度寻找创新点;

2) 制定方案并建模仿真: 有了一定知识储备后, 寻找并参照几个可能满足需求的架构, 同导师组讨论方案可行性, 得到导师组的建议和帮助。随后利用 matlab 和 simulink 建模并仿真, 在系统层面复现方案, 初步完成可行性分析, 最后确定采用 IADC 的方案。制定实现 spec 的具体方案, 建立系统级架构设计, 为后续模块电路的设计奠定基础;

3) 电路设计并仿真验证: 利用 cadence 工具搭建线路并仿真验证, 视情况完成 PVT、Monte Carlo 仿真验证, 不断迭代设计, 优化性能参数;

团队分工、本人承担任务及完成情况: 整个导师组负责需求分析, 由我负责完成方案的查找和制定, 经由导师组讨论确定可行性后, 由我负责建模仿真和模拟线路搭建并仿真验证, 由前端数字部门的同事完成数字滤波器的设计和验证, 最后会交由后端的同事完成版图设计和验证。目前我这边的任务已经完成。

问题与改进意见: 从 matlab 建模到搭建线路过程有挺多细节问题, 是一个怎么样从抽象到具象的过程, 不是很容易完成。后来采用了搭建 verilogA 建模仿真, 和线路更接近的一种方式过渡了下, 能更好地理解整个技术方案。

二、专业实践训练收获

(一) 围绕考核评价指标体系, 举例说明以下收获 (不少于 800 字)

之前学习的知识偏重于学科基础理论知识的学习, 并未深入涉及到某个产品的整个设计流程, 通过专业实践训练参与了一个项目从调研到设计到 tapeout 全设计流程, 并在过程中深入学习了 ADC 的理论知识, 包括动态参数、静态参数等, 学习了 sigma delta ADC 的原理, 学习 MATLAB 建模, simulink 建模仿真, 并完成了方案的建模仿真, 学习了使用 cadence 做 verilogA 建模仿真, 搭建线路原理图并仿真。以前的学习通常是理论知识的理解掌握, 并未考虑可靠性方面的问题, 比如产品进入生产阶段, 随着工艺的波动会导致元器件的参数波动, 而在使用阶段会遇到环境变化的影响如供电电压和工作温度, 我们称为 PVT, P: process, 即工艺角波动, 如 $V: voltage$, 即电压波动, 如锂电池供电, 那我们就要考虑电压从 2.5V 到 4.3V 的波动; T: temperature, 即温度, 温度的变化会导致元器件很多参数的波动。这些波动轻则影响性能, 严重的可能影响产品功能, 带来产品良率问题, 我们在设计的过程中必须考虑这些波动选择合适的电路结构, 选择合适的器件类型以及合适的大小尺寸, 以使得电路在这些 PVT 波动下都能正常工作。而幸运的是我们可以在设计阶段把这些波动考虑在内做分析, 芯片制造厂即 FAB 提供了元器件的各个条件下的模型数据和工具提供商如 cadence 的 virtuoso 提供了 mentor Carlo 功能模块帮助我们设计电路抵抗 PVT 波动。

另外, 我们之前的学习中很多元器件是遵循一定公式的, 但是当工艺发展一定程度进入深亚微米先进工艺后, 之前的公式已经不适用了, 手算的结果也会和仿真结果大相径庭, 如果没有更好的设计方法学, 可能就会像一个 spice monkey 一样这里调调那里调调, 设计效率会比较低, 而由 jespers 提出的 gm/id 方法学会根据具体工艺描述出晶体管性能的电学参数, 并以此为基础, 根据电路对增益、带宽、动态范围等到的要求, 确定晶体管的电学性能参数, 然后根据仿真得到的各种晶体管电学参数曲线

($I_d/W \sim gm/I_d$, $f_T \sim gm/I_d$, $gm/I_d \sim V_{ov}$, $g_{m0} \sim V_{ds}$) 确定电路中元器件的尺寸和静态偏置电压/电流, 完成电路的初始设计, 最后根据仿真结果与指标要求之间的差距对晶体管进行微调, 实现设计的迭代过程。此方法能够更好地帮助设计者理解电路工作状态, 也极大地提高了设计效率, 类似的还有 $2I_d/gm$ 设计方法学。

实践的过程使我养成了严谨的做事态度, 不论是对待知识还是对待产品, 以前的理论学习仅是对知识的摄入, 但是并没有使用他, 在做产品的过程中能够深入理解理论知识, 并且只有这样才能做出有创新的设计。芯片的生产成本高、周期长的特点决定了项目组的每个成员都严谨对待每个细节, 这一点在导师、校外导师、同事的身上都能感受得到, 一个个细节的探讨, 一次次的可行性分析、风险分析、review 会议, 每个细节都可能影响产品的性能甚至功能, 潜移默化地影响着我也具备了严谨的做事态度。

(二) 取得成效

本实践项目是一项利于企业也利于社会的项目。随着集成电路技术包括工艺、设计、EDA 工具不断进步，加上政策、资本的重视，人才的不断涌入，近年来集成电路技术得到迅猛发展，物联网、可穿戴设备、AR 等技术的不断成熟，使得许多智能化应用得以落地，随之带来大量的信号处理需求，现实生活中的信号都是连续的模拟信号，而离散的数字信号适合存储和计算，于是，模数转换器（ADC）作为连接模拟世界和数字世界的桥梁，在整个信号处理系统中起着重要作用。另一方面，随着集成度越来越高，对低功耗的要求也逐渐被各大主机产商所重视，如设备需要有长待机时间，低发热量等等，这是对低功耗的渴求。而我所参与的实践项目就是为了实现低功耗的 ADC，做模拟设计很重要的一个是 trade off，需要考虑考虑众多因素，并从这些因素中选择适合自己，尽可能找到最优解。首先从工艺角度我们需要选择合适的工艺，并非越先进的工艺就越好，先进工艺的成本指数级上升，虽然动态功耗更优但是器件的漏电情况会更严重，先进工艺的各种寄生效应也是设计需要考虑的因素。其次方案的选择，我们希望实现低功耗高精度的 ADC，就需要在结构方面有所创新，我们采用了 2T 结构的 VREF 模块，并做了一定的创新，实现了更低功耗的 VREF，也改进了 Sigma Delta 的积分器，实现了更低功耗且较高精度的 ADC。该项目丰富了企业的产品线，给了客户更多的产品选择，并且使其整机具有更好的竞争优势。

该项目和我的学位论文契合度好，实践内容为低功耗 ADC，我的研究方向也是这个，只是会追求更好的性能指标。芯片技术向着两个大方向不断前进，一个是高性能，另一个是低功耗，人们期待着二者的兼得，但有时候往往需要做些妥协，ADC 也是一样，速度、精度、功耗，我们研究的方向总在于某个方面做的突出的同时兼得另外两个方面，SAR ADC 能做到高速低功耗，sigma delta ADC 则擅长于高精度而速度太慢，如果想在传统性能指标前提下有突破，则需要有创新，包括结构创新和线路创新。本实践内容是学文论文的基础，我的研究方向是低功耗 ADC，之前并没有深入学习和设计过低功耗 ADC，这次的实践从理论学习到方案选择再到线路仿真，基本完成了设计的前端工作，为我的后续研究打下了基础，在后续的研究中，我就可以着重于更优方案的选择，结构的创新以及版图布局布线等工作上面，有利于我顺利完成毕业设计。

3. 在校期间主要研究成果【含产品与样机、专利（含申请）、著作、软件著作权、论文、标准、获奖、成果转化等】



成果名称	类别[含产品与样机、专利（含申请）、著作、软件著作权、论文、标准、获奖、成果转化等]	发表时间/授权或申请时间等	刊物名称/专利授权或申请号等	本人排名/总人数	学校排名/总参与单位数


本人承诺

在专业实践训练及考核报告撰写过程中，如实提供材料，严守学术道德、遵循学术规范。

签字： 舒高翔 2022年6月6日

三、考核评价

<p>校外合作 导师(或现 场导师) 评价</p>	<p>重点对研究生项目研究开展情况、职业素养、行业知识掌握、环境和岗位适应能力、工程实践能力、团队协作能力, 以及通过技术创新、成果转化、解决工程实际问题等取得的经济和社会效益等方面的评价:</p> <p>该同学基础知识扎实, 责任心强, 能够按时完成任务, 尤其面对紧急任务时, 能够很好应对, 具有较强抗压能力。该同学也具有科研精神, 主动思考解决问题的方法, 比较优秀, 实现产品更好性能同时做好成本控制, 使产品更具竞争力。</p> <p>校外合作导师(或现场导师)签字:  年 6 月 7 日</p>
<p>校内导师 评价</p>	<p>重点对研究生科学素质、基础及专业知识掌握、技术应用创新能力、取得的研究成果、项目研究与学位论文撰写的相关程度等方面的评价:</p> <p>郑德渊同学勤奋努力, 思维活跃具有创新精神, 积极参与导师组的讨论, 并贡献自己新颖的想法, 该同学的实践项目和他的研究方法契合度非常高, 这次的实践活动及其项目经验得到了很大的提高, 为后续研究做了很好的铺垫, 愿其研究做得更出色。</p> <p>校内导师签字:  2022年 6 月 7 日</p>

<p>实践单位 过程考核 意见</p>	<p>实际实践开始时间: 2022年 11月 1日 实际实践结束时间: 2022年 1月 1日</p> <p>专业实践训练累计天数: 426 其中项目研究天数: 120</p> <p>实践单位过程考核结果: <input checked="" type="checkbox"/>优秀 <input type="checkbox"/>良好 <input type="checkbox"/>合格 <input type="checkbox"/>不合格</p> <p>审核签字并盖公章:  2022年 6月 9日</p>
<p>最终考核 结果审核 备案</p>	<p>考核总成绩 (由现场答辩考核成绩 90%+单位过程考核成绩 10%组成):</p> <p>是否重修: <input type="checkbox"/>是 <input type="checkbox"/>否</p> <p>教学管理部 (或相关分院) 审核签字 (公章): _____ 年 月 日</p>

四、相关支撑材料

在校期间主要研究成果【含产品与样机、专利（含申请）、著作、软件著作权、论文、标准、获奖、成果转化等】证明材料原件扫描件，具体提交要求如下：

1. 产品与样机扫描件包含企业证明材料（含产品与样机功能及创新性介绍、社会经济效益、个人贡献说明及相关照片等）。
2. 授权专利扫描件包含专利证书授权页；未授权专利扫描件包含专利受理书扫描件和专利请求书扫描件。
3. 著作扫描件包含封面、封底和版权页。
4. 软件著作权扫描件包含著作权证书和登记申请表。
5. 论文扫描件包含封面、封底、目录和论文全文（含收录证明）。
6. 标准扫描件包含封面、版权页、发布公告、前言和目次。
7. 获奖扫描件包含显示单位和个人排名的获奖证书。
8. 成果转化扫描件包含企业证明材料（含成果技术说明、社会经济效益、个人贡献说明及相关照片等）。