

内容提要

本书系统介绍嵌入式系统的基本原理和应用技术。本书共十一章,第一章介绍嵌入式系统的基本知识;第二章剖析嵌入式微处理器内核的组成、功能和原理;第三章介绍微处理器芯片的构成及系统级处理器芯片的开发原理;第四章介绍嵌入式系统硬件平台的构成及各类外围部件的原理;第五章讲述嵌入式系统软件构成及嵌入式操作系统原理;第六章介绍嵌入式系统开发的原理、环境和开发工具;第七章介绍嵌入式系统软件和整机的开发进程;第八章介绍以 PDA、手机为代表的移动智能终端设备构成原理;第九章为各类数码视听产品的构成原理;第十章讲解嵌入式系统在汽车、制造、医疗等产业界的应用;第十一章讲解嵌入式系统在企业、通信设备中的应用。

本书是全面学习、了解嵌入式系统原理与应用的入门教材,可作为大学本科和高职院校计算机、电子、机械类专业高年级学生作“嵌入式系统”课程的教材,也可作为企业的工程技术人员自修提高的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

嵌入式系统原理与应用 / 周根林编著. —南京:南京
大学出版社,2006.9

ISBN 7-305-04841-0

I. 嵌… II. 周… III. 微型计算机—系统设计
IV. TP360.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 114348 号

出版者 南京大学出版社

社址 南京市汉口路 22 号 邮编 210093

网址 <http://press.nju.edu.cn>

出版人 左健

丛书名 21 世纪高等院校计算机应用规划教材

书名 嵌入式系统原理与应用

编著 周根林

责任编辑 孙辉 编辑热线 025-83592146

照排 南京玄武湖印刷照排中心

印刷 南京大学印刷厂

开本 787×1092 1/16 印张 19 字数 462 千

版次 2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月第 1 次印刷

印数 1~3 000

ISBN 7-305-04841-0/TP·315

定价 28.00 元

发行热线 025-83592169 025-83592317

电子邮件 sales@press.nju.edu.cn(销售部)

njupress1@pubilic1.ptt.js.cn

* 版权所有,侵权必究

* 凡购买南大版图书,如有印装质量问题,请与所购
图书销售部门联系调换

前 言

在众多的信息技术当中,嵌入式技术已经广泛渗入、应用到国民经济各个领域,涉及到多种传统及现代技术,形成了前所未有的多学科、多领域的交叉与融合。各种各样的新型嵌入式系统在应用数量上已经远远超过通用计算机,据世界半导体贸易统计协会(WSTS)统计,PC处理器只占世界处理器市场总数的6%,而嵌入式微处理器则达到94%。嵌入式产品,像手机、数码相机、PDA、MP3/MP4、DVD机、机顶盒、车载GPS系统、数控机床、数码家电等形式多样的数字化设备正进入到人们工作和生活的各个方面,也推动着传统产业的数字化变革,嵌入式系统产业的蓬勃发展已成为国民经济发展中的亮点。

当前,我国信息产业飞速发展并取得了巨大成就,但是无论在产品技术水平还是市场占有率上都与发达国家和一些新兴工业化国家有不小的差距。这就要求我们大力发展嵌入式系统产业,广泛采用微处理器、微控制器以及嵌入式软件,提高我国数字产品的智能化水平。可以说,在发展新产品、实现技术创新上,嵌入式系统都是有效的手段和得力的工具。

在传统产品中嵌入微电脑芯片,可以大大提高产品的数字化、网络化、智能化水平,不仅有助于提高传统产品的技术含量,更成为产品增值的关键因素。中国作为IT产业制造业大国,如何培养出大量符合中国IT产业增值发展的人才也就成为当务之急。然而我国到目前为止尚没有专门的嵌入技术教育机构,无法满足日益增加的嵌入技术产业人才需求。

2004年,IEEE计算机协会和ACM对计算机专业的典型课程进行了设置,其中嵌入式系统已确定为一门核心课程。嵌入式系统课程体系中还包含有设计、开发软硬件系统的实训内容,是一个理论与实践紧密结合的课程体系。为此,在我国理工科类高等学校及高等职业技术学校开设“嵌入式系统原理与应用”课程已是必然的选择。

本书为学习嵌入式系统的基础教程,它以当前嵌入式系统发展的主流技术为重点,以计算机技术(RISC CPU)为核心介绍嵌入式系统,重点在原理层次作介绍,可与大量现有的嵌入式系统相关教材互补使用;本书力争取材实用新颖,并顾及较宽的适用领域。

本科生学习这门课的前导基础课有两类:硬件方面主要有模拟电子技术、数字逻辑电路、计算机组成原理、微机接口技术、计算机网络、单片机设计和相关实验课;软件方面主要有汇编语言设计、操作系统、C/C++程序设计等课程。

本书共十一章,第一章介绍嵌入式系统的基本知识;第二章剖析嵌入式微处理器内核的结构、功能和原理,介绍了当前主要的处理器内核的品种和适用领域;第三章进一步介绍微处理

器芯片的构成,并介绍系统级处理器芯片的开发原理;第四章介绍嵌入式系统硬件平台的构成及各类外围部件的原理;第五章讲述嵌入式系统软件构成及嵌入式操作系统原理;第六章介绍嵌入式系统开发的原理、环境和开发工具;第七章综合以上各章的内容,介绍嵌入式系统软件和整机的开发进程;第八章介绍以 PDA、手机为代表的移动智能终端设备构成原理;第九章为各类数码音视产品的构成原理;第十章讲解嵌入式系统在汽车、制造、医疗等产业界的应用;第十一章讲解嵌入式系统在企业、通信设备中的应用。每章结束处,安排复习思考题;全书最后附加了嵌入式系统常用词汇的中英文对照表和参考文献。

本书在选材方面,着重介绍嵌入式系统的软硬件相关基础知识,不涉及具体的指令编程和产品参数,但尽量反映当前嵌入式系统领域的最新技术发展和成果。希望通过本教材的学习,读者能了解关于嵌入式系统全方位的基本状况,掌握嵌入式系统的基本知识点,懂得嵌入式系统的基本应用,为进一步深入学习、研发嵌入式系统打下基础。

本书力求概念正确,原理简明扼要,知识新颖而实用,紧密结合应用;全书内容适合一学期使用,每周四节,共 16 周;与此同时,每周应安排实习课二节。

本书成书期间得到南京大学计算机系、南京大学出版社各位老师的悉心指导和具体帮助,在此表示由衷的感谢。南京大学计算机系张福炎教授、俞建新教授、王启祥教授、徐洁磐教授、高玉环教授等都给予本书宝贵的指导,日本苏慧软件公司施广新总裁给予了重要的参考资料,南京金肯职业技术学院殷凯老师为本书索引及整理作了大量的工作,周晓音先生为成书给予重要的技术帮助,在此一并深表感谢之意。

本书参考了不少嵌入式处理领域的资深学者和精英们的著作和论述,也参考了不少嵌入式处理领域网站上的精辟论述,受益匪浅,书后参考文献不及一一列出,在此深表感激之意。

限于编者的学识水平,面对嵌入式系统的浩瀚知识海洋,深感难以做到全面、确切的描述,不当之处,必然不少,恳请读者不吝指正。

编者

2006 年 5 月



目 录

第一章 嵌入式系统概述	1
1.1 嵌入式系统的定义	1
1.2 嵌入式系统的应用领域	2
1.3 嵌入式系统的特征	3
1.4 嵌入式系统的组成结构	4
1.5 嵌入式系统的分类	6
1.5.1 按微处理器类型分类	6
1.5.2 按应用形态分类	6
1.5.3 按系统特性分类	7
1.6 嵌入式系统的支撑技术	7
1.6.1 VLSI 技术	7
1.6.2 计算机与通信技术	8
1.6.3 微机电技术 MEMS	9
1.7 嵌入式系统进展	9
复习思考题 1	10
第二章 嵌入式微处理器内核	11
2.1 嵌入式微处理器结构原理	11
2.1.1 冯·诺依曼结构和哈佛结构	11
2.1.2 CISC 体系结构与 RISC 体系结构	11
2.1.3 嵌入式处理器内核	13
2.2 ARM 32 位 RISC 处理器	15
2.2.1 ARM 公司内核设计技术的授权	15
2.2.2 ARM RISC 内核的体系结构类别	16
2.2.3 ARM 微处理器体系结构特性	17
2.2.4 ARM CORE 的增强结构	19
2.2.5 ARM 微处理器内核系列	22
2.3 32 位 RISC 处理器内核	28
2.3.1 MIPS 处理器内核	28
2.3.2 68K/Coldfire 内核	31
2.3.3 PowerPC 内核	31

2.3.4	x86 嵌入式处理器内核	33
2.3.5	SPARC 内核	34
2.4	DSP 数字信号处理器	35
2.4.1	DSP 数字信号处理器的特点	35
2.4.2	DSP 数字信号处理器分类	37
2.4.3	TI 公司的 DSP 架构内核.....	38
2.4.4	ADI 公司的 Blackfin 系列内核	40
2.4.5	CEVA DSP 内核	40
2.4.6	DSP 芯片的发展	42
2.5	MCU 微控制器	42
2.5.1	嵌入式微控制器概况	42
2.5.2	Intel 嵌入式微控制器内核 8051	43
2.5.3	飞思卡尔嵌入式微控制器内核 68HC05	44
	复习思考题 2	46
第三章	嵌入式微处理器芯片	47
3.1	从内核到嵌入式微处理器芯片	47
3.1.1	嵌入式处理器芯片	47
3.1.2	嵌入式处理器芯片类别	49
3.2	SoC 芯片设计	53
3.2.1	SoC 芯片设计流程	53
3.2.2	SoC 系统级设计方法	55
3.2.3	SoC 芯片设计的要点	57
3.3	通用嵌入式处理器芯片	61
3.3.1	XScale 内核嵌入式处理器芯片	61
3.3.2	ARM 内核嵌入式处理器芯片	64
3.3.3	TI 公司的 DSP 系列嵌入式处理器芯片	67
3.3.4	MIPS 内核嵌入式处理器芯片	70
3.3.5	x86 内核处理器芯片	70
3.3.6	PowerPC 系列内核处理器芯片	71
3.4	ASIC / FPGA 嵌入式处理器芯片	73
3.4.1	ASIC/FPGA 开发流程	73
3.4.2	Lattice 可编程系统芯片	74
3.4.3	Actel 单片可编程系统芯片	74
3.4.4	QuickMIPS 嵌入式处理器芯片	75
3.4.5	Xilinx 公司 PSoC 可编程的片上系统	76
3.4.6	Cypress 公司的 PSoC 可编程系统级芯片	76

3.4.7	DAPDNA 可重构处理器	77
3.4.8	Tensilica 公司的 Xtensa V 处理器	77
3.5	通用嵌入式微控制器	78
3.5.1	Atmel 基于 ARM 7 的闪存微控制器	78
3.5.2	Microchip 公司单片机	81
3.5.3	TI 公司的 MSP430F 系列嵌入式微控制器	83
3.5.4	瑞萨嵌入式微控制器	84
	复习思考题 3	85
第四章	嵌入式系统硬件平台	86
4.1	嵌入式系统硬件开发	86
4.1.1	从芯片到整机集成	86
4.1.2	整机集成设计流程	86
4.1.3	PCB 的设计流程	87
4.1.4	OrCAD 设计工具	88
4.1.5	3D CAD 机身设计	90
4.2	存储部件	90
4.2.1	半导体存储器部件	90
4.2.2	Flash 存储卡	91
4.2.3	微型硬盘存储部件	93
4.3	I/O 总线和 I/O 接口	93
4.3.1	I/O 接口技术	93
4.3.2	无线接口	95
4.3.3	I/O 总线	97
4.4	网络通讯接口	103
4.4.1	网络通信技术概况	103
4.4.2	UWB(IEEE 802. 15)	106
4.4.3	局域网 LAN(IEEE 802. 11)	107
4.4.4	WiMAX(IEEE 802. 16)	108
4.5	输入部件	109
4.5.1	键盘与按键	109
4.5.2	触摸板与感应式触摸屏	110
4.5.3	传感器	112
4.5.4	图像传感器	117
4.6	输出部件	118
4.6.1	显示部件	118
4.6.2	继电器	119



4.6.3 电机控制部件	119
4.7 电源管理部件	120
4.7.1 便携式产品中的功率器件	120
4.7.2 便携产品电源管理技术	121
复习思考题 4	122
第五章 嵌入式系统软件	123
5.1 嵌入式系统软件构成	123
5.1.1 嵌入式系统软件组成	123
5.1.2 嵌入式系统软件开发特征	124
5.1.3 嵌入式系统软件开发意义	125
5.1.4 嵌入式系统软件开发步骤	126
5.1.5 嵌入式系统软件发展动向	127
5.2 实时操作系统	128
5.2.1 实时操作系统概述	128
5.2.2 嵌入式实时操作系统原理	132
5.2.3 嵌入式操作系统的特点	144
5.3 常用嵌入式操作系统简介	144
5.3.1 Windows CE 与 Windows XP Embedded	145
5.3.2 Linux	147
5.3.3 VxWorks	149
5.3.4 QNX	151
5.3.5 Nucleus Plus	151
5.3.6 其他嵌入式操作系统	152
5.3.7 嵌入式可配置操作系统 eCos	153
5.3.8 汽车专用实时操作系统 OSEK-OS	153
5.3.9 Symbian 手机操作系统	154
5.4 嵌入式数据库	154
5.4.1 嵌入式数据库基本架构	154
5.4.2 嵌入式数据库系统的特性	155
5.4.3 嵌入式数据库 Ultra Light	155
5.4.4 嵌入式内存数据库 EXtremeDB	156
5.5 嵌入式语言	156
5.5.1 嵌入式语言特性	156
5.5.2 C/C++	158
5.5.3 Java	158
5.5.4 汇编语言与 C/C++ 的混合编程	160

复习思考题 5	160
第六章 嵌入式系统开发环境	161
6.1 嵌入式系统综合开发环境	161
6.1.1 嵌入式系统开发环境构成	161
6.1.2 嵌入式系统交叉开发环境	163
6.2 调试环境	165
6.2.1 测试与调试	165
6.2.2 调试工具	166
6.2.3 评价板	171
6.2.4 编程器	174
6.2.5 仿真	174
6.3 常用嵌入式系统开发平台简介	175
6.3.1 风河公司嵌入式系统开发平台	175
6.3.2 微软公司嵌入式系统开发平台 <i>Platform Builder</i>	177
6.3.3 ARM 公司 <i>RealView</i>	178
6.3.4 瑞萨公司 <i>EXREAL</i> 嵌入式系统开发平台	179
6.3.5 <i>x86</i> 嵌入式系统开发平台	179
6.4 嵌入式系统开发实训平台	180
6.4.1 低端嵌入式系统实训平台	180
6.4.2 中端嵌入式系统实训平台	181
6.4.3 高端嵌入式系统实训平台	182
6.4.4 嵌入式整机实训平台	183
6.4.5 其他嵌入式系统实训平台	184
复习思考题 6	185
第七章 嵌入式系统的研发	186
7.1 产品设计	186
7.1.1 产品的研发环境建设	186
7.1.2 产品的开发/生产流程	186
7.2 嵌入式软件开发的要件	188
7.2.1 <i>BSP</i> 板级支持软件包	188
7.2.2 实时操作系统的导入	189
7.2.3 设备驱动程序的安装	191
7.2.4 中间件	192
7.3 嵌入式系统软件的开发流程	194
7.3.1 基本的作业内容	194
7.3.2 软件的开发流程	194



7.4 嵌入式系统研发实例	197
7.4.1 立项阶段	198
7.4.2 概要设计	199
7.4.3 软硬件切分	201
7.4.4 详细设计	202
7.4.5 设立开发验证环境	203
7.4.6 处理器芯片设计	204
7.4.7 固件设计	206
7.4.8 原型机开发	207
7.4.9 产品研制	212
复习思考题 7	214
第八章 嵌入式系统应用	
——移动智能终端	215
8.1 PDA	215
8.1.1 PDA 概述	215
8.1.2 PDA 的操作系统与产品	217
8.1.3 PDA 相关技术	218
8.2 E-Book	219
8.2.1 电子书	219
8.2.2 电子纸	220
8.2.3 E-Book 阅读器	220
8.3 电子辞典/学习机	222
8.4 智能手机	222
8.4.1 智能手机概述	222
8.4.2 智能手机的功能结构	223
8.4.3 智能手机处理器芯片	224
8.4.4 手机的软件开发	224
8.4.5 手机电视的解决方案	225
复习思考题 8	226
第九章 嵌入式系统应用	
——数码家电产品	227
9.1 数码音视频技术	227
9.1.1 数码音视频技术内容	227
9.1.2 MPEG 图像压缩标准	228
9.1.3 流媒体技术	229
9.2 MP3 与 PMP	231

9.2.1	MP3 播放机	231
9.2.2	便携式多媒体播放器(PMP)	234
9.3	DVD/DVR	237
9.3.1	DVD 概述	237
9.3.2	DVD 播放机	238
9.3.3	DVD 录像机	239
9.4	数码相机/数码摄像机	239
9.4.1	数码相机	239
9.4.2	数码摄像机	242
9.5	HDTV/STB	243
9.5.1	数字高清电视	243
9.5.2	STB 机顶盒	246
9.6	IP 可视电话	249
9.6.1	IP 可视电话简介	249
9.6.2	IP 可视电话解决方案	250
9.7	游戏机	251
9.7.1	游戏产业	251
9.7.2	游戏机结构	252
	复习思考题 9	254
第十章 嵌入式系统应用		
	——产业应用设备	255
10.1	汽车电子	255
10.1.1	汽车电子概述	255
10.1.2	汽车 LAN	256
10.1.3	汽车电子的嵌入式微控制器	257
10.1.4	汽车各部位的控制	258
10.1.5	轮胎压力监控系统	260
10.1.6	汽车导航系统	262
10.1.7	汽车电子系统的软件开发	263
10.2	数控机床	263
10.2.1	数控机床概述	263
10.2.2	程序控制器原理	264
10.2.3	数控用微控制器芯片	265
10.3	医用图像处理	265
10.3.1	医用电子概述	265
10.3.2	医疗诊断设备	266



10.3.3 便携式医用设备	266
10.4 工业检测	268
10.4.1 探伤器(工业内视镜)	268
10.4.2 数字电能表	268
10.5 机器人	269
10.5.1 机器人概述	269
10.5.2 机器人的构成	270
10.5.3 机器人软件体系结构	271
10.6 白色家电	272
10.6.1 白色家电概述	272
10.6.2 白色家电的微控制器	272
10.6.3 白色家电构成原理图	273
复习思考题 10	275
第十一章 嵌入式系统应用	
——企业应用	276
11.1 外围设备	276
11.1.1 U 盘	276
11.1.2 光电鼠标	277
11.1.3 硬盘	277
11.1.4 喷墨打印一体机	278
11.1.5 DLP 数字投影机	278
11.2 商用设备	280
11.2.1 POS 收款机	280
11.2.2 条码阅读器	281
11.2.3 无线 POS 终端	281
11.3 网络设备	282
11.3.1 网络处理器	282
11.3.2 路由器	283
11.3.3 Cabel Modem	283
11.3.4 VoIP	284
11.3.5 VoWLAN	285
11.3.6 PLC	286
复习思考题 11	286
嵌入式系统常用词汇中英文对照表	288
参考文献	292

第四章 嵌入式系统硬件平台

4.1 嵌入式系统硬件开发

4.1.1 从芯片到整机集成

嵌入式处理器芯片已集成了嵌入式系统的大部分部件,但完整的嵌入式系统硬件整机开发还须作进一步的集成作业,其中涉及硬件平台开发的有(如图 4-1):

- 嵌入式处理器芯片未包含或无法包含的部件,例如大容量的存储器芯片、显示屏、特殊的外围控制芯片、话筒、喇叭等 I/O 部件;

- 各种与外围连接的接口插座、信号匹配、消噪用片状电阻、电容、电感等分离器件;

- 电源及控制部件;

- 外壳、按键、开关等装配件。

这些可归结为 PCB 印制板和整机工艺的设计流程的作业。对于使用通用嵌入式处理器芯片构筑产品的企业,整机设计集成便是其主要关注的技术点。



图 4-1 嵌入式系统硬件整机

当前,电子产品的设计变得越来越复杂。一方面,为了降低成本,减小体积和重量,高密度封装器件被大量使用,另一方面,随着 IC 设计工艺提高,系统时钟频率、数据速率在不断提高,随之而来的信号完整性问题、信号串扰问题、时序问题、EMI/EMC 问题也变得越来越突出。物理分析与验证对于确保复杂、高速 PCB 板级和系统级设计的成功起到越来越关键的作用。

一个好的电子产品,除了产品自身的功能以外,电路设计和电磁兼容性(EMC)设计的技术水平,对产品的质量和性能指标也起到非常关键的作用。

4.1.2 整机集成设计流程

整机的开发以 PCB 板设计为中心,设计流程与 SOC 芯片设计相似(图 4-2),它包括:

- 性能参数设计 完成产品性能参数文档。

- 电路设计 以嵌入式处理器芯片为核心的整机逻辑电路图设计,生成逻辑网表。

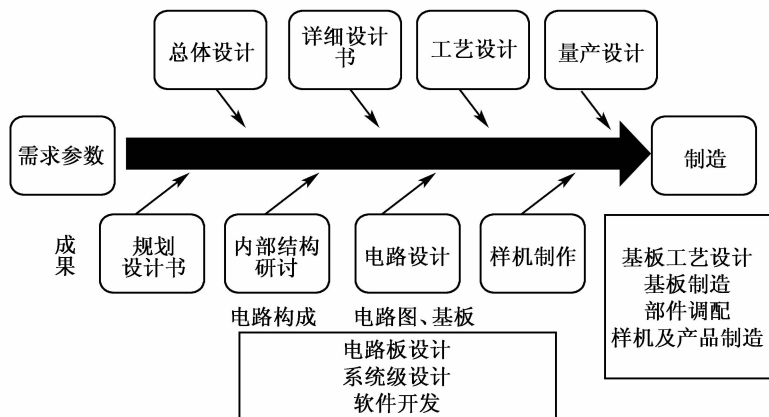


图 4-2 产品从规划到生产

● PCB 板版面图设计 电路板仿真,制作 PCB 板。PCB 设计用的 EDA 工具有:逻辑电路设计用的电路图编辑器及 PCB 版面布线图生成器软件等。

- 样板制作,软硬件协同调试。
- 整机工艺设计,样机制作及调试,文档齐备,试产。

器件封装密度不断提高,板上信号线越来越密。高密度、高速度成为当前 PCB 设计的主要研究课题。必须利用 EDA 工具,解决复杂 PCB 布局、布线问题,这些高管脚数和高性能封装推动新的 PCB 生产及设计技术,并对专用的高密度和高性能布线提出了需求。目前,基本的系统设计方法也在发生变化,PCB 板的仿真(SI)、PCB 板的布线(Layout)对于系统性能的好坏起到很关键的作用,设计中使用的特性分析工具有多种:如分析信号串扰、反射、时延的传输线路仿真器,分析电路板上电磁干扰的 EMI(Electro Magnetic Interference)仿真器,分析电路板及框体内发热状态的热分析工具等。这些工具综合组成印制板设计用 Floorplanner 软件,在设计各个阶段使用该软件,可以缩短产品开发的周期。

4.1.3 PCB 的设计流程

一般 PCB 的基本设计流程如下:

- ① 前期准备 准备好原理图 SCH 的元件库和 PCB 的元件库。
- ② PCB 结构设计 根据已经确定的电路板尺寸和各项机械定位,在 PCB 设计环境下绘制 PCB 版面,并按定位要求放置所需的接插件、按键/开关、螺丝孔、装配孔等,同时充分考虑和确定布线区域和非布线区域。
- ③ PCB 布局 即在板上放器件。在原理图上生成网络表(Netlist),之后在 PCB 图上导入网络表,然后就可以对器件布局了。
- ④ 布线 布线是整个 PCB 设计中最重要工序。
- ⑤ 布线优化 铺地线(注意模拟地和数字地的分离),多层板时还需要铺电源线。
- ⑥ 网络校验和 DRC(设计规则校验) 在确定电路原理图设计无误的前提下,将所生成的 PCB 网络文件与原理图网络文件进行物理连接关系的网络检查(Netcheck),并根据输出文件结果及时对设计进行修正,以保证布线连接关系的正确性。网络检查正确通过后,对 PCB 设计进行 DRC 检查,并根据输出文件结果及时对设计进行修正,以保证 PCB 布线的电气性能。最后需进一步对 PCB 的机械安装结构进行检查和确认。

⑦ 制版 在此之前,还要有一个审核的过程。

随着嵌入式系统的高速化和复杂化,PCB 板的设计也趋于复杂,如针对 LSI 的高速化和低电压化所带来的干扰对策,需要将 VLSI 芯片(封装)连同 PCB 配线板做一体化设计。

当前,EDA 技术已经研发出一整套高速 PCB 和电路板级系统的设计分析工具,它包括:静态时序分析、信号完整性分析、EMI/EMC 设计、功率分析、高速布线器、信号完整性验证、设计空间探测、互联规划、电气规则约束的互联综合等。

常用的电路板级系统的设计分析工具有 OrCAD 和 PROTEL 等。

4.1.4 OrCAD 设计工具

OrCAD 系列提供了从电路图制作、模拟/数字仿真到 PCB 印制板设计等全过程的解决方案。

1. OrCAD Capture 通用电路图设计工具

Capture 通用电路图设计工具除通常的电路图输入外,还提供了逻辑框图、复杂 PCB 基板设计、FPGA/CPLD 设计等功能。在选择元器件时,它提供器件形状、封装等关联信息。此外,Capture CIS(器件信息系统)通过器件数据库,提供从电路图上配置器件的支撑。

OrCAD Capture 作业流程及操作画面如图 4-3、图 4-4 所示:

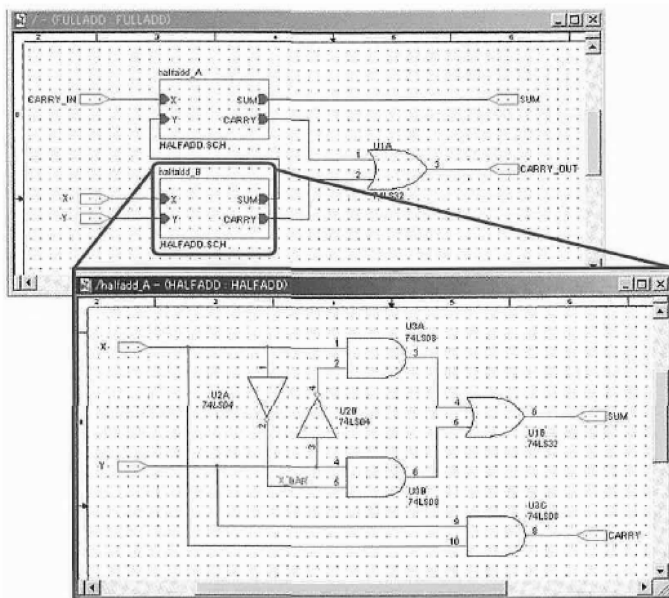
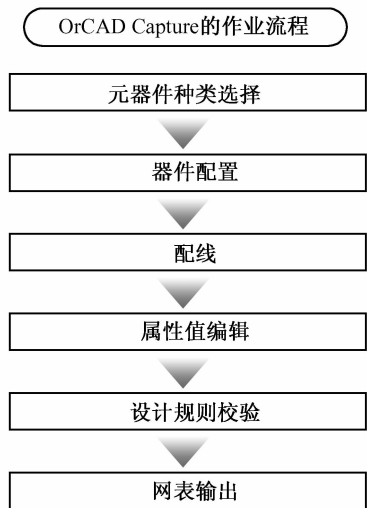


图 4-3 OrCAD Capture 作业流程

图 4-4 OrCAD Capture 作业画面

2. OrCAD PSpice A/D 数模混合信号仿真

PSpice A/D 数模混合信号仿真工具,其仿真模式可使用于 18 000 以上器件的电路图。其电路解析程序是基于加州大学伯克莱学院开发的 SPICE 程序,并作了功能扩充。

PSpice A/D 的基本作业流程如图 4-5,可对 OrCAD Capture 作成的电路图作仿真校验,有供仿真用的模数构件库(Model Editor)以及仿真用输入波形编辑器(Stimulus Editor)作支撑。

PSpice A/D 的基本构成如图 4-6 所示。

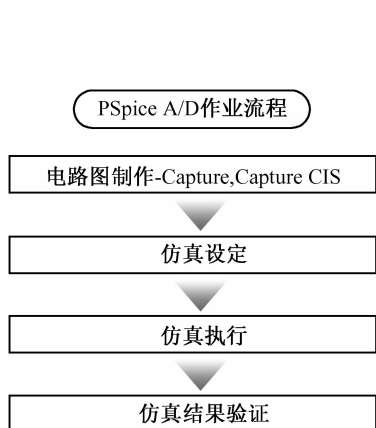


图 4-5 PSpice A/D 的作业流程

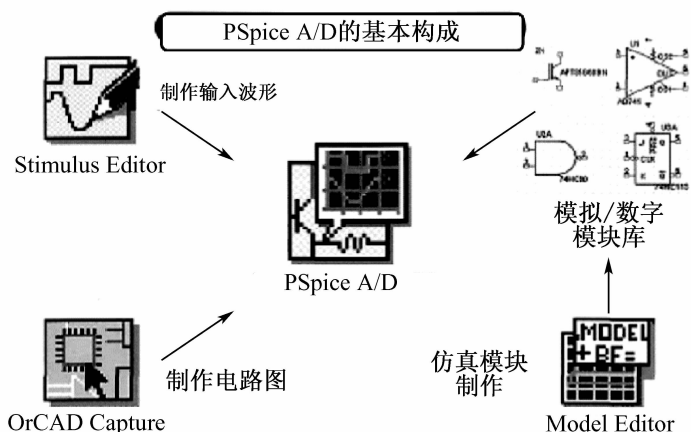


图 4-6 PSpice A/D 的基本构成与功能

3. OrCAD Layout

OrCAD Layout 是 PCB 印制板设计工具,基板数据可供全设计流程共享。例如,使用 Capture CIS 可自动检索器件信息,追加限制及部件属性,可与 Layout 系列交换布线信息。它包含基板外形、过孔、高度配置的限制及禁止区、布线配置的限制及禁止区等信息。部件配置后,还可进行 3D CAD 及热分析作业,确保 PCB 设计的正确无误。

OrCAD Layout 作业流程及工作画面如图 4-7、图 4-8 所示。其文件格式为 HPGL、PostScript、Laserjet、Excellon、Sieb&Mayer 等,适用于多类 PCB 制作工具。

SPECCTRA for OrCAD 是高速、高密度基板设计的配置/布线工具。

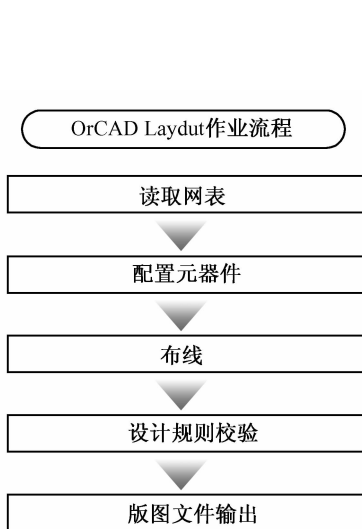


图 4-7 OrCAD Layout 作业流程

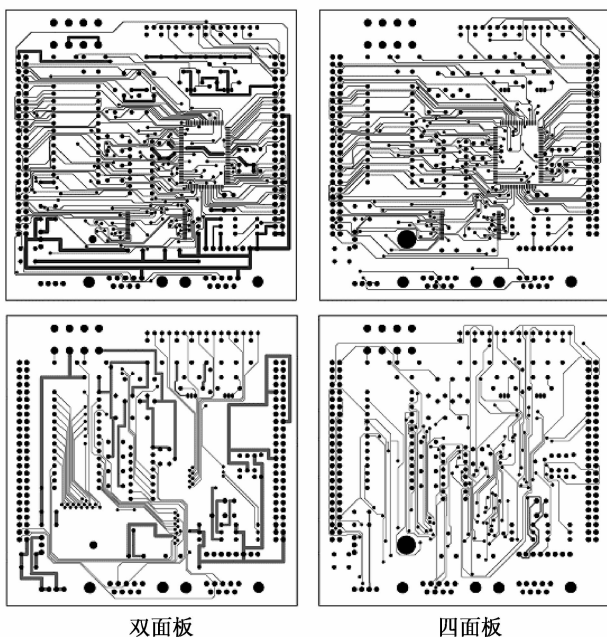


图 4-8 OrCAD Layout 工作画面

4.1.5 3D CAD 机身设计

经 PCB 设计以后,可利用 CAD 工具作整机的外壳等工艺设计。AUTOCAD,3D max, MAYA,CAXA 等 3D CAD 软件可以非常方便地对模型、数据进行各种处理、调节,使得设计工作变得更加直观和容易。实际上,3D CAD 处理一直贯穿了整个设计工作(图 4-9)。

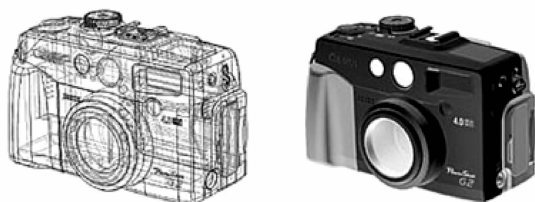


图 4-9 整机的外壳工艺设计

总之,从芯片到主板再到设备整机需经过设计、开发、制造、验证多个环节,其中软件开发占据着核心地位。

开发完整的嵌入式系统还需要熟悉众多的外置部件的功能、接口、总线结构等特性,以便开发相应的驱动模块,支撑整机的全部功能。

下一节将介绍嵌入式系统的主要的接口规范与外置部件。

4.2 存储部件

4.2.1 半导体存储器部件

(1) 片上存储器

片上存储器与处理器内核一起配置在嵌入式处理器芯片内,常见的有:

Mask ROM 存放固件程序的只读存储器,芯片内的 ROM 内容不可更改;

Flash ROM 取代 Mask ROM,使芯片内的 ROM 内容可以更改;

SRAM 静态随机存储器,具高速访问能力,用于构筑指令快存、数据快存。

(2) 扩充内存

它是嵌入式处理器芯片外接的扩充存储器,由 DRAM(动态随机存储器)芯片构成。主要用来存放各种现场的输入、输出数据、中间计算结果,以及用于与外部存储器交换信息,常用于需要快速大容量存储的嵌入式系统(如数码相机)。

(3) 一次性写入存储器(OTPROM)

一次性写入存储器,常用于单片机芯片内存储器。

(4) 扩充 Flash ROM

扩充 Flash ROM 是停电时可保留信息的高速不挥发存储器,用于需要固件程序大而内容需更改的嵌入式系统,现已逐步取代 EEPROM,成为主流存储器技术。

Flash(闪存)是一类非易失性存储器,主要分为 NOR 和 NAND 两类,越来越广泛地应用于嵌入式系统等领域。两者在读写速度、密度、成本、使用寿命等方面各有千秋。与 NOR Flash 相比,NAND Flash 的读数据速度稍慢,但是擦写速度快得多,并且在容量、使用寿命、成本上也占有较大优势。NOR Flash 的编程简单,而 NAND Flash 的编程较为复杂。NAND

Flash 一般用于存储数据,而 NOR Flash 一般用于存储启动代码。

NOR 的特点是芯片内执行,这样应用程序可以直接在 Flash 内运行,不必再把代码读到系统 RAM 中。NOR 的传输效率很高,在 1~4 MB 的小容量时具有很高的成本效益,但是其很低的写入和擦除速度大大影响了它的性能。

NAND 结构能提供极高的单元密度,可以达到高存储密度,并且写入和擦除的速度也很快。使用 NAND 的困难在于对 Flash 的管理和需要特殊的系统接口。

4.2.2 Flash 存储卡

DRAM 半导体存储器为易失性存储器,一旦关闭电源或发生断电,其中的数据就会丢失。移动嵌入式系统有脱机保存信息的需求,在系统又无磁盘存储部件时,往往需要配置外插的 Flash 存储卡部件。

Flash 芯片划分成很多扇区,可以按整体/扇区擦除和按字节编程。通常每个扇区可擦除 100 000 次以上。

用于嵌入式系统的闪存卡有多种规格,互不兼容,在设计嵌入式系统的闪存卡接口时,必须作好选择。常用的闪存卡(图 4-10)有:

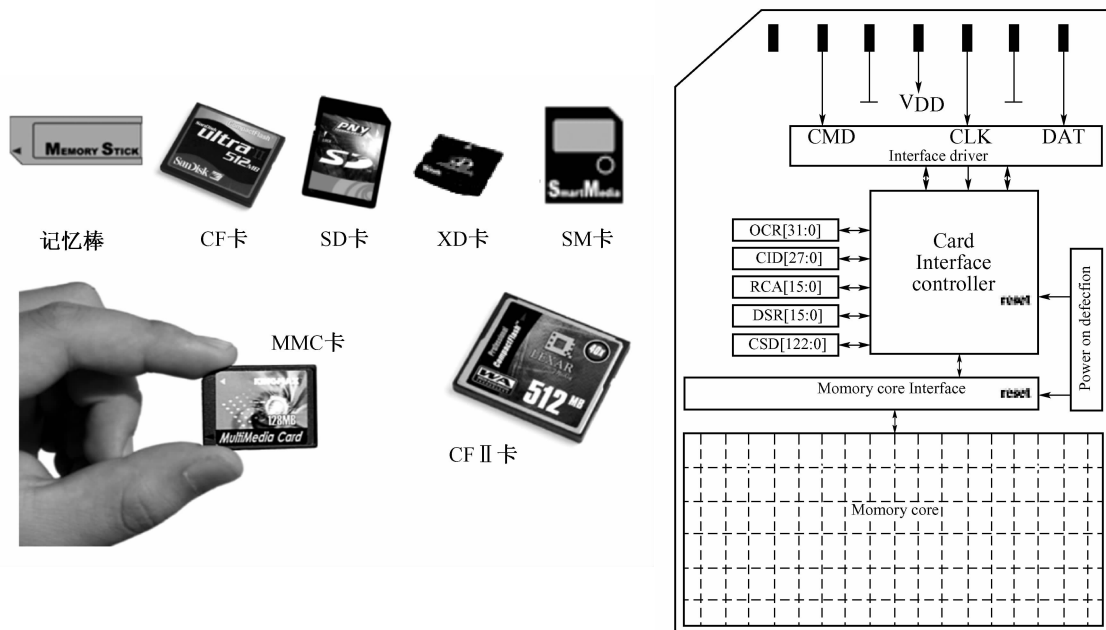


图 4-10 常用的闪存卡

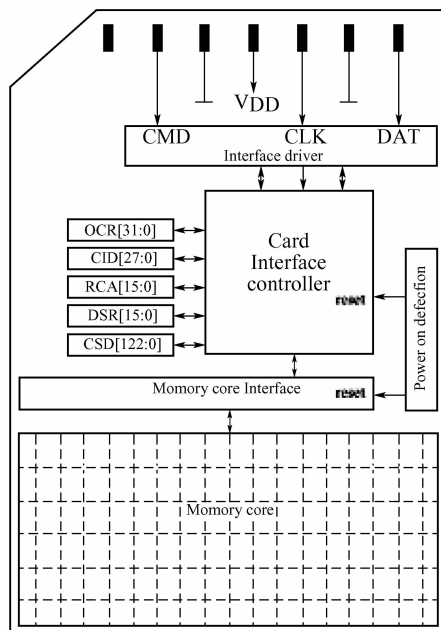


图 4-11 CF 卡结构

1. CF 卡

1994 年, Sandisk 推出第一块基于 Compact Flash 标准可擦写的 CF 卡。CF 卡分 2 种, TYPE I 为 43 mm × 36 mm × 3.3 mm (CF I), TYPE II 为 43 mm × 36 mm × 5 mm (CF II), CF II 的体积只有 PCMCIA 卡的 1/4, CF II 卡槽可兼容 CF I 卡。

CF 卡遵从 ATA-IDE 工业设计标准, CF 卡是 50-pin (PCMCIA 卡为 68-pin), CF 卡可以插入无源 68-pin Type II 适配卡插座,它完全支持 PCMCIA 接口规格。CF 卡同时支持 3.3 V 和 5 V 的电压, CF 卡的兼容性还表现在它把 Flash 存储模块与控制器结合在一起,其内部结