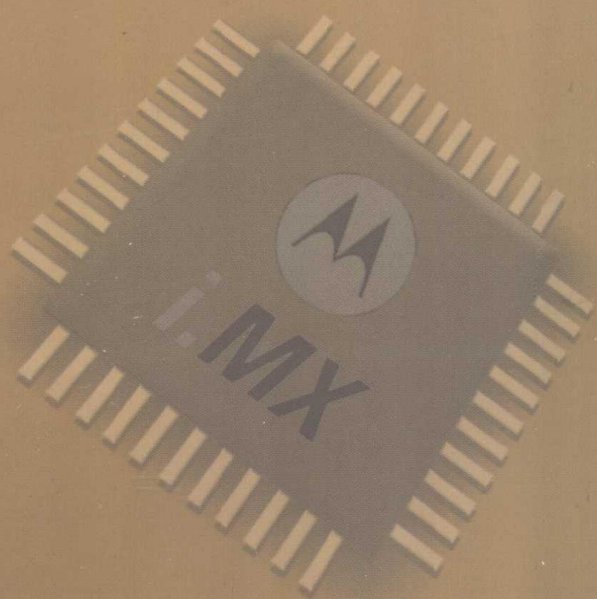


王祖林 龙翔 郑红 编著

新一代嵌入式微处理器

龙珠 i.MX

结构及应用基础



 北京航空航天大学出版社
<http://www.buaapress.com.cn>

新一代嵌入式微处理器 龙珠 i.MX 结构及应用基础

王祖林 龙 翔 郑 红 编著

北京航空航天大学出版社

<http://www.buaapress.com.cn>

内 容 简 介

本书详细介绍了 Motorola 公司龙珠处理器的结构及特点,重点介绍了中央处理器 ARM920T、中断控制器、SDRAM 控制器和 DMA 控制器,对龙珠处理器所支持的嵌入式系统领域的新技术——嵌入式操作系统、蓝牙技术、摄像用的 CMOS 传感器、LCD 控制器和多媒体处理技术等内容进行了综合讨论,对手持通信设备的一般开发流程进行了简要介绍,最后还提供了用龙珠处理器设计智能手机、数字摄像机和 MP3 播放器时的典型配置。本书可作为电气信息类专业学生、从事相关应用研究的工程技术人员的一本有价值的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

新一代嵌入式微处理器 龙珠 i. MX 结构及应用基础/
王祖林等编著. —北京:北京航空航天大学出版社,
2004. 4

ISBN 7-81077-468-9

I. 新… II. 王… III. 微处理器, 龙珠 i. MX—基本
知识 IV. TP332

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 033954 号

新一代嵌入式微处理器 龙珠 i. MX 结构及应用基础

王祖林 龙 翔 郑 红 编著

责任编辑 王鑫光

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail: bhp@263.net

涿州新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 22.25 字数: 570 千字

2004 年 4 月第 1 版 2004 年 4 月第 1 次印刷 印数: 5 000 册

ISBN 7-81077-468-9

定价: 39.50 元(含光盘 1 张)

序

今天,飞速发展的中国吸引着全世界的目光,Motorola 作为最早也是最大投资于中国的外资企业之一,正是预见到了中国今天的发展,也预见到中国作为全世界最具发展潜力的市场,在新的世纪将会迎来更大更广阔的发展。我很荣幸,也很兴奋和我们的合作伙伴一起迎接新世纪的挑战!

作为亚洲区无线业务的领导者,我接触了很多优秀的工程师,其中有实践经历的大学毕业生能非常快地进入项目的工作;而多数刚刚毕业的学生,就需要经过一段时间的工作培训。如果在学习期间实践了最前沿的技术和最新的产品,情况就会改变很多,这个改变不仅使学生受益,也将使企业和社会受益。基于 Motorola 一贯的植根于中国发展的理念,我们认为如果能将公司实际开发产品的过程与大学的课程体系结合起来,建立信息电子类相关的课程,那么通过课程的学习和实验,学生们走出校门前就能接触到市场前沿技术的产品,体会到无线通信嵌入类产品开发实际过程,当学生进入企业和社会的时候,将有机会更快的服务于企业和社会。

Motorola 龙珠大学项目由多年无线半导体技术经验和优势的 Motorola 半导体无线移动系统部的积极推动,目的是通过先进的龙珠平台与国内高校联合建立实验室,支持学校的教学和科研。为了更好的支持相应的课程,北京航空航天大学的信息电子工程系、计算机工程系和电工电子实验室的老师们编写了本书。我本人谨代表 Motorola 半导体无线与宽带系统部为申功璋教授、王祖林教授、龙翔

教授、郑红教授及编写小组人员的付出与贡献表示万分的敬意与感谢,同时也对参与工作的 Motorola 的同事对本书的支持表示感谢。

我深深地相信这本书将会成为了解 Motorola 芯片技术的开始,将为国内学子展示无线通信领域市场前沿技术。

龚达荣

运营总监

无线与移动产品系统事业部

Motorola 半导体产品集团

2004 年 4 月

前 言

嵌入式系统已深入到社会生活的各个领域。以家用电器为例,电视、电话、手机、微波炉、洗衣机、电冰箱、电热水器甚至玩具里面都有了嵌入式处理器;在工业控制领域,嵌入式系统更是随处可见;在军事上,一架现代化飞机或一枚现代化导弹用上几十个处理器是很常见的,在一粒子弹里面装上一个处理器已不是幻想。据统计,每个美国普通家庭平均拥有 30~40 个嵌入式处理器,我国城市普通家庭拥有的嵌入式处理器的数量也不少。

与嵌入式系统相关的技术发展十分迅速。随着芯片集成度的提高,在一个芯片里集成一个系统已成为现实。芯片复杂度的提高促进了嵌入式操作系统的发展和日益成熟。相应地,嵌入式应用系统的开发对工程师的知识结构和设计能力提出了更高的要求。

我国高等院校的电气、信息类专业,传统上开设“微处理器原理”或“单片机原理”课程,教学内容以硬件基本原理和汇编语言为主,这已不适应现代技术发展的要求。在 Motorola 公司的支持下,国内有近 10 所重点大学已经和将要开设以龙珠处理器为核心的嵌入式系统课程,却苦于没有合适的中文教材。国内许多著名电子通信技术产品厂商,现在也在开发以龙珠(Dragon Ball)处理器为核心的终端产品,但研究人员缺少参考资料,特别是缺少对嵌入式操作系统、蓝牙技术、摄像用 CMOS 传感器、LCD 控制器和多媒体处理技术等新技术综合介绍的资料。

在此背景下,并由 Motorola 公司大力支持,我们编写了本书。希望能以龙珠处理器为主线,对与嵌入式系统领域相关的新技术进行讨论,对手持通信设备的一般开发流程进行详细介绍,并能为对嵌入式应用系统开发感兴趣的电气、信息类专业学生及从事相关应用研究的工程技术人员提供一本有一定参考价值的书。

龙珠处理器是 i. MX 系列的建设基础,本书将对 i. MX 系列中典型的 MC9328MX1 芯片作详细介绍。

全书共分 10 章,并随书提供一张光盘。

第 1 章对龙珠处理器的发展历史作了回顾,对其总体结构及特点作了介绍,使读者对龙珠处理器有一个总的了解。

第2章对用MX1开发手持设备的一般过程进行了描述,使读者对典型的嵌入式系统的开发流程以及开发过程中常用的软/硬件工具有一个初步的认识。

第3章专门介绍MX1 ADS板。它是Motorola公司专门为32位嵌入式处理器MC9328MX1设计的应用开发环境。

第4章总结了现在国际上流行的嵌入式Linux、Palm OS、Windows CE和Symbian OS四种嵌入式操作系统的情况,并重点介绍了嵌入式Linux系统。

从第5章开始,以MC9328MX1芯片为主线,对与嵌入式系统应用开发相关的技术进行系统的介绍。

第5章对MX1中央处理单元,特别是与ARM920T内核相关的内容作了介绍。ARM处理器核在嵌入式系统应用领域中占有十分重要的地位。

第6章讨论了MX1的标准输入和输出,包括Watchdog、脉冲宽度调制和实时时钟等。

第7章主要介绍MX1的系统控制功能,特别是对MX1的系统引导过程作了重点介绍。系统引导在嵌入式系统设计中很关键。

第8章介绍了人机接口,重点对模拟处理器和LCD控制器作了介绍。

第9章介绍了MX1的多媒体处理部件和外部接口,内容涵盖了嵌入式系统,如手机、PDA等领域常用的技术(如蓝牙、USB、多媒体卡和CMOS传感器等)。

第10章简要地介绍了MX1的典型应用。

在所附光盘中,有完整的可下载的嵌入式Linux系统的源代码和映像文件;有各种应用开发资料,如ADS板的完整的逻辑原理图等。

本书由王祖林主编并负责审校,由王祖林、龙翔、郑红、董云凤、李云栋负责各章的编写工作。研究生马东兴、闫春香、贺坚、张庆伟、徐栋、张哲、姚俊参与了资料的翻译工作。Motorola公司的袁航女士参与了整个编写的组织与协调工作,还组织Motorola公司的技术工程师对部分翻译资料进行审查,提供了本书完成所必需的基础资料,正是由于袁女士锲而不舍的努力,本书才得以有了超出常规的进展。中电通信的汪涵女士,根据她长期从事MX1应用开发的经验对本书的技术内容提出了宝贵意见。申功璋教授始终参与了本书的组织工作,没有申教授的推动与激励,本书是不可能完成的。还有很多同志为本书的出版提供了很大的帮助,在此一并表示感谢。

由于成书时间短,水平有限,错误和不妥之处敬请读者批评指正。

作 者

2004年2月

目 录

第 1 章 概 述

1.1 龙珠处理器发展历史及总体介绍	1
1.1.1 系统总体框图	3
1.1.2 系统主要部件	4
1.2 引脚定义及描述	9

第 2 章 用 MX1 开发手持式设备的一般过程

2.1 手持式设备的一般结构	16
2.2 手持式设备的硬件电路设计	18
2.3 手持式设备软件系统设计	22
2.3.1 软件开发环境	22
2.3.2 应用程序开发	26
2.4 手机开发的一般过程	27

第 3 章 ADS 开发板及集成开发环境

3.1 ADS 板简介	29
3.1.1 ADS 板的特点	29
3.1.2 系统要求	30
3.1.3 ADS 板的布局	30
3.1.4 规 格	31
3.2 配置与操作	32
3.2.1 配 置	32
3.2.2 操 作	33

第 4 章 运行于 MX1 之上的嵌入式操作系统

4.1 Linux 操作系统	39
4.1.1 Linux 简介	39
4.1.2 Linux 操作系统结构及特点	39
4.1.3 开发环境	42
4.1.4 典型应用	42
4.1.5 相关资源	42
4.2 Palm OS 操作系统	43
4.2.1 Palm OS 简介	43

4.2.2	Palm OS 操作系统结构及特点	43
4.2.3	开发环境	45
4.2.4	典型应用	45
4.2.5	相关资源	46
4.3	Windows CE 操作系统	46
4.3.1	Windows CE 简介	46
4.3.2	Windows CE 操作系统的结构及特点	46
4.3.3	开发环境	48
4.3.4	典型应用	48
4.3.5	相关资源	48
4.4	Symbian 操作系统	49
4.4.1	Symbian 简介	49
4.4.2	Symbian 操作系统结构及特点	49
4.4.3	开发环境	51
4.4.4	典型应用	51
4.4.5	相关资源	51
4.5	移软科技的 mLinux 嵌入式系统	52
4.5.1	mLinux 简介	52
4.5.2	运行系统的最低需求	52
4.5.3	应用实例	52
4.5.4	开发环境	58

第 5 章 MX1 中央处理单元

5.1	内存布局	59
5.1.1	内存空间	59
5.1.2	内部寄存器	62
5.2	ARM920T 处理器	75
5.2.1	ARM920T 概述	75
5.2.2	ARM920T 宏单元	76
5.2.3	ARM9 v4T 结构	77
5.2.4	ARM9 和 Thumb 的 4 类指令	78
5.2.5	ARM9 指令集	80
5.2.6	ARM9 Thumb 指令集	80
5.3	中断控制器	82
5.3.1	中断控制器概述	82
5.3.2	对中断控制器的操作	83
5.3.3	AITC 中断控制信号	84
5.3.4	编程模型	85
5.3.5	ARM920T 处理器中断控制器的操作	94

5.4	DMA 控制器	97
5.4.1	特点及功能描述	98
5.4.2	编程模型	100
5.4.3	DMA 请求表	112
5.5	SDRAM 控制器	113
5.5.1	功能描述	113
5.5.2	外部接口	114
5.5.3	编程模型	118
5.5.4	操作模式	126
5.5.5	常用操作	135
5.5.6	SDRAM 操作	142
5.5.7	SyncFlash 的操作	154
5.5.8	SyncFlash 深度节电模式	158
5.6	虚拟存储控制单元	158
5.6.1	关于 MMU	158
5.6.2	MMU 编程可访问寄存器	159
5.6.3	地址转换	160
5.6.4	MMU 错误和 CPU 异常终止	167
5.6.5	域访问控制	168
5.6.6	错误检查程序	168
5.6.7	外部异常中止	170
5.6.8	MMU 和高速缓存器的交互	170
5.7	总线控制单元	171
5.7.1	关于 ARM920T 总线接口	171
5.7.2	单向 AMBA ASB 接口	171
5.7.3	完全兼容 AMBA ASB 接口	172
5.7.4	AMBA AHB 接口	172
5.8	AHIP 总线接口	173

第 6 章 标准系统输入和输出

6.1	Watchdog 定时模块	175
6.1.1	Watchdog 定时器的运行方式	175
6.1.2	Watchdog 定时器状态机及输入输出信号	176
6.1.3	编程模型	178
6.2	脉冲宽度调制 PWM	179
6.2.1	PWM 的操作模式	180
6.2.2	编程模型	180
6.3	通用定时器	184
6.3.1	操 作	185

6.3.2 编程模型	186
6.4 实时时钟	189
6.4.1 操 作	190
6.4.2 编程模型	190
第 7 章 系统控制	
7.1 嵌入式跟踪宏单元	194
7.2 复位单元、锁相环及时钟控制器	195
7.2.1 概 述	195
7.2.2 DPLL 输出频率的计算	199
7.2.3 MC9328MX1 电源管理	200
7.3 系统加载模式选择	201
7.4 加电自举引导操作	201
7.4.1 加电自举操作的一般描述	202
7.4.2 B-Record 样例	203
7.4.3 指令缓冲器用法	204
7.4.4 简单的读/写实例	205
7.4.5 加电自举流程	206
7.5 JTAG/ICE 接口	207
7.5.1 扫描链和 JTAG 接口	207
7.5.2 JTAG 状态机	208
7.5.3 测试数据寄存器	211
第 8 章 人机接口	
8.1 模拟信号处理器 ASP	215
8.1.1 ASP 信号描述	215
8.1.2 中断产生	217
8.1.3 温度补偿	218
8.1.4 笔输入的 ADC 操作	218
8.1.5 音频 CODEC 操作	222
8.1.6 编程模型	222
8.2 LCD 控制器	237
8.2.1 LCD 控制器的特点	237
8.2.2 LCDC 操作	238
8.2.3 编程模型	249
第 9 章 多媒体处理部件和外部设备接口	
9.1 多媒体处理部件	270
9.1.1 多媒体加速器 MMA 概述	270

9.1.2 基本操作	270
9.2 蓝牙加速器 BTA	273
9.2.1 BTA 概述	273
9.2.2 用于 BTA 的引脚配置	275
9.2.3 唤醒模块和蓝牙核	276
9.3 串行外设接口 SPI1 和 SPI2	281
9.3.1 操 作	282
9.3.2 编程模型	283
9.4 外部接口卡单元	285
9.4.1 多媒体卡/SD 卡单元	285
9.4.2 记忆棒主控制器 MSHC 单元	286
9.5 UART1 和 UART2	287
9.5.1 UART 模块特点	288
9.5.2 通用 UART 定义	288
9.5.3 子块描述	289
9.5.4 红外接口	290
9.5.5 UART 的低功耗操作	291
9.6 USB 接口	291
9.6.1 接口的组成	292
9.6.2 编程参考	293
9.7 同步串行接口 SSI	295
9.7.1 同步串行接口 SSI 概述	295
9.7.2 SSI 的结构	296
9.7.3 编程模型	298
9.7.4 SSI 的数据和控制引脚	298
9.7.5 SSI 操作模式	298
9.7.6 门控时钟操作	299
9.7.7 外部帧和时钟操作	300
9.7.8 SSI 复位和初始化操作	300
9.8 CMOS 传感器接口 CSI	301
9.8.1 CMOS 传感器接口 CSI 概述	301
9.8.2 CSI 的结构	301
9.8.3 CSI 的接口信号描述及引脚配置	302
9.8.4 CSI 的操作	303
9.8.5 编程模型	304
9.8.6 统计数据生成	310

第 10 章 应用示例

10.1 MX1 图像传感器视频采集	314
--------------------------	-----

10.1.1	开发与运行环境	314
10.1.2	硬件电路	314
10.1.3	软件结构及功能	315
10.1.4	具体程序样例	315
10.1.5	改进方案	316
10.2	手机键盘模拟器	316
10.2.1	开发与运行环境	316
10.2.2	主程序流程图	317
10.2.3	改进方向	318
10.3	MX1 BSP - Linux 点阵字库的使用	320
10.3.1	目 的	320
10.3.2	实现机制	320
10.4	几种典型应用的配置方案	321
10.4.1	智能手机	322
10.4.2	MP3 播放器	322
10.4.3	数字摄像机	322
10.4.4	车载多媒体	322
10.4.5	投影仪	322
10.4.6	IP 电话	325
附录 A	MC9328MX1 信号复用方案	326
附录 B	BGA 封装的 MC9328MX1 的引脚定义	333
附录 C	中英文词汇对照	335
附录 D	光盘文件说明	342
参考文献		343

第 1 章

概 述

1.1 龙珠处理器发展历史及总体介绍

龙珠(Dragon Ball)处理器是 i. MX 系列的建设基础。其独特的设计可让用户快速地将应用程序集成至现有或全新的设计中,以开发多功能、低成本的多媒体方案。多媒体应用及无线接入等功能一般消耗大量电能,缩短了备用和娱乐时间,并且常需充电。Motorola 的智能速度技术能通过先进的功耗管理结构和高性能表现,为无线设备使用者提供延长的运行时间。下面是与该芯片系统发展相关的事件:

- 1995 年 Motorola 与 Palm 联合开发并推出了全球首部 PDA。龙珠是 Palm PDA 选用的原处理器,并被 EDN 亚洲杂志选为元器件设计的第 1 名。
- 1996 年 获香港工业总会颁发的消费产品设计大奖。
- 1998 年 龙珠的第二代产品 Red Dragon (龙珠 EZ)在 1998 年度香港工业奖消费产品设计中取得主办机构大奖。
- 1999 年 推出双倍性能的龙珠 VZ 系列,并首次加上支持彩色屏幕的功能。
- 2001 年 龙珠的交货量突破 3 000 万片;
6 月,推出“龙珠 i. MX1”。这是首片集成了 ARM 内核的龙珠芯片,速度最高达 200 MHz,也是全球首个由世界级半导体公司推出的、支持片上蓝牙应用的处理器。
- 2002 年 带有 i. MX 处理器的 i. 250 Innovative Convergence 平台赢得 2002 年度香港工业奖——杰出技术产品奖;
i. MX1 成为首个赢得 Palm OS 5 平台标准认证的处理器;
Gamin 选用 i. MX1 开发 GPS 系列设备。
- 2003 年 市场面向下一代(2.5G 及 3G)智能电话迅速发展,Motorola 推出支持不同版本 Symbian OS 的微处理器;
i. MX 处理器与最新版本的 Windows CE. NET 结合,可为开发商提供一系列集成多媒体与通信功能的方案,并大幅缩短开发时间;

Tapwave 选用 i.MX 生产新系列的手持设备;

针对移动设备推出结合多媒体视频、显示、连接和安全等功能的 i.MX21 处理器。

Motorola 宣称,该公司面向便携式多媒体设备的应用处理器的交货量已突破 5000 万大关。Motorola 半导体部自 1995 年起就开始为手持终端设备提供应用处理器产品,赢得的客户包括 Palm、Sony 及 Handspring 等市场领先的便携式设备制造商以及 Tapwave 和 Garmin 等创新技术公司。

i.MX 系列产品兼顾了性能与超低功耗系统设计,也显现了“智能速度”技术的优越性。例如,基于 i.MX 处理器的 PDA 在采用 1 000 mA 电池时,能够连续播放 6 h(小时)以上的电影节目,待机时间则长达 50~70 天。i.MX 系列产品是 Motorola 近 8 年里推出的第六代应用处理器。该系列芯片可满足移动环境下的各种广泛的应用需求,电池的使用寿命也不断改善。i.MX 系列处理器基于 ARM9 核心设计,为开发商提供了全面的平台级解决方案。i.MX 处理器带有一套由软件和参考设计组成的完整的开发套件,可显著加速下一代手持无线通信产品的开发进程。作为 Motorola Innovative Convergence 处理器产品组的一部分,i.MX 系列处理器允许制造商开发低成本、功能全面的无线智能电话。这些功能包括数字图像捕捉、文件分享、无线接入、采用智能卡的电子商务、多媒体娱乐和其他应用。这些功能及卓越的性能,都将以更少的元器件数量和更长的电池使用寿命实现。

i.MX 系列嵌入式应用处理器比早期的 Dragon Ball 处理器产品在性能和集成上具有质的飞跃。i.MX 系列有助于缩短执行任务所需的时间,与此同时,还有助于延长用户的时间,以完成更多的工作。为了取得这种高难度的平衡,i.MX 系列产品正在以下两个最重要的方面进行开发:

- 性能——能够支持移动环境中广泛的条件苛刻的应用。
- 持久性——延长电池寿命意味着可从新技术中最大限度地获得更高的生产率、更好的娱乐以及更高的满意度。

基于 ARM 技术的 i.MX 系列应用处理器是专门为智能电话技术、无线 PDA 以及其他无线通信应用而设计的。顺应于微型手持设备(宽带网接入、视频捕获及现场视频流等)强大的无线新业务的快速出现,迫切需求能及时处理这些新业务的硬件和软件。

同是基于行业标准 ARM 处理器内核,i.MX 系列的功能集成有何与众不同之处呢? i.MX 系列的第一个成员 i.MX1 是价格、性能和低功耗的完美结合,其电源和持久性的设计有望使最新手持设备达到比以往更加复杂的系统要求,能在长时间内提供快速的数据接入。

未来的 i.MX 系列将在硬件上加入先进的浮点技术。浮点技术不仅旨在加强诸如 MPEG4 和 3-D 制图等高级功能,还致力于提高所有图像显示(包括文本字体)的外观显现。

由于处理器性能的上升,电池寿命的相对下降,必须使用更有效的软件和更高级的半导体处理技术,以便提供 DragonBall 应用处理器产品更长的持久性,并弥补性能和电池寿命之间的差距。像选择性硬件加速、动态频率控制、直接内存存取通道和时钟门控等设计技术都全面提升了 i.MX 系列的总效率,以更低的能耗完成更多的工作。

Motorola 体系结构许可该公司增强了 ARM 内核体系结构;但是,该公司并没有选择增加任何所有权调整,目的是确保客户维持软件在 ARM 体系结构之间的兼容性,能够使用标准的开发工具。同样,Motorola 与 ARM 进行非常密切的合作来帮助其开发出更有效的处理器内核,以便应用于 i.MX 应用处理器。这意味着购买 i.MX 的客户知道自己拥有与行业标准

的 ARM 指令集和体系结构 100% 兼容的处理器内核,而不必担心代码的兼容性。目前便携式手持设备市场上, Motorola 的龙珠微处理器系列产品居于领先地位。其新一代产品 DragonBall MX(Media Extensions)内嵌了 ARM9 微处理器内核,同时还集成了许多系统功能,在性能上又有了一个飞跃。它所具有的灵活的外设接口、先进的处理器内核和电源管理能力,使其特别适用于个人便携式产品。

本书主要介绍的 MC9328MX1 芯片嵌入了先进的低功耗 ARM920T 核,运行速度可达 200 MHz。它集成了这样一些模块: LCD 控制器、静态 RAM、对 USB 的支持、A/D 转换器(用于触摸屏控制)和 MMC/SD 主控制器。这些模块有助于增强寻求丰富多媒体能力的产品之性能。此外, MC9328MX1 还是世上第一款支持蓝牙(Bluetooth)技术的处理器。它采用了 256 引脚的 MAPBGA(Mold Array Process - Ball Grid Array)封装形式。

MC9328MX1 具有如下优点:

- 是个人便携式产品市场上领先的龙珠微处理器系列的第五代产品;
- 具有很高的集成度;
- 为极低功耗系统设计提供了优越的性能;
- 专门对多媒体应用进行了优化;
- 专门对具有高速接口的蓝牙应用进行了优化;
- 支持广泛的应用,如 PDA 设计、智能电话和下一代的无线通信。

1.1.1 系统总体框图

图 1-1 是 MC9328MX1 的简化功能框图。

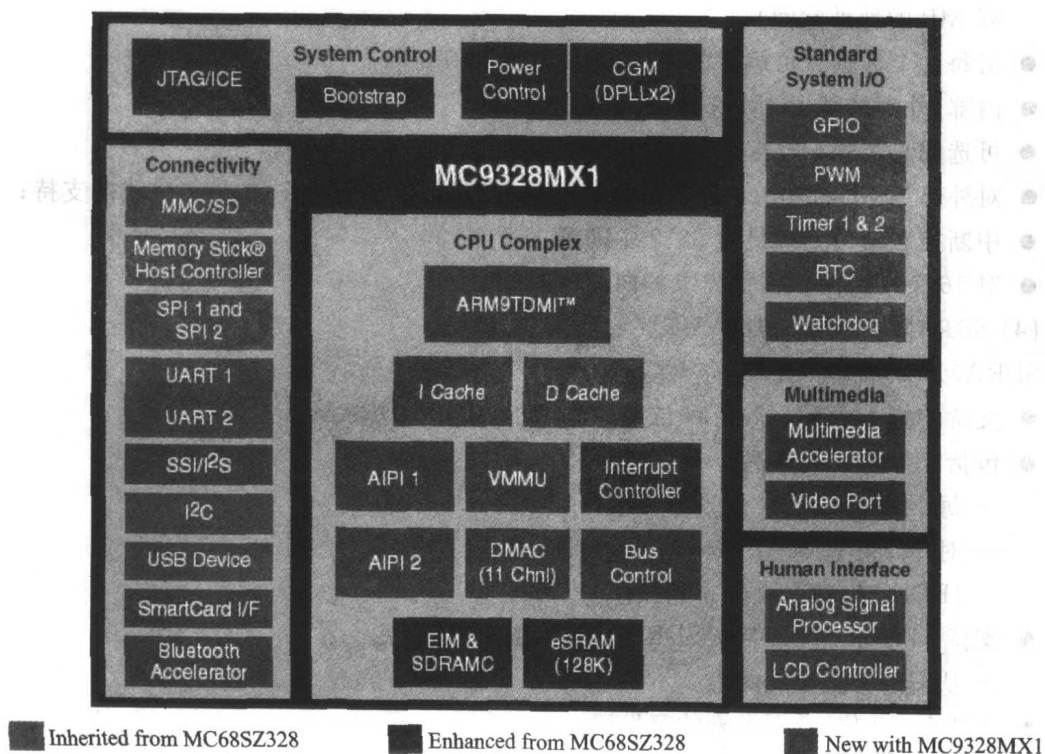


图 1-1 MC9328MX1 功能框图

1.1.2 系统主要部件

(1) ARM920T 微处理器核

MC9328MX1 使用的 ARM920T 微处理器核有如下特点:

- 200 MHz 的最高处理速度;
- 16 K 指令缓存和 16 K 数据缓存;
- ARM9 高性能 32 位 RISC 引擎;
- Thumb16 位压缩指令集,具有领先水平的指令密度;
- 嵌入式的 ICE JTAG 软件调试能力;
- 100%的用户代码与 ARM7TDMI 处理器二进制兼容;
- ARM9TDMI 核,具有集成的缓存、写缓冲和总线接口单元,提供 CPU 缓冲的透明性;
- 高级的微控制总线结构(AMBA)在片系统(片上集成系统 SoC)的多主总线接口;
- 灵活的 CPU 与总线时钟关系,包括同步、异步和单时钟配置;
- 缓存锁定以支持实时应用和用户应用的混合加载;
- 虚拟存储管理单元(VMMU)。

(2) AHB 到 IP 总线的接口(AIPI)

MC9328MX1 AIPI 在高速的 AHB 总线和慢的从属外设的低速 IP 总线间作为通信接口。

(3) 外部接口模块(EIM)

EIM 有如下特点:

- 用于外部设备的片选多达 6 个,每个具有 16 MB 地址空间(对 ROM 的片选支持最大 32 MB 的地址空间);
- 对每一个片选有可编程的保护、端口尺寸和等待状态;
- 内部/外部加载 ROM 选择;
- 可选的总线 Watchdog 计数器;
- 对外部 AMD 和 Intel 32 位数据通路的闪存,提供了对突发(Burst)模式的支持;
- 中断控制器可处理最大 63 个中断源;
- 对 16 个中断源依据优先级的向量中断能力。

(4) SDRAM 控制器(SDRAMC)

SDRAMC 的特点如下:

- 支持 4 组 64 M 位、128 M 位或 256 M 位的同步 DRAM。
- 包括 2 个独立的片选:
 - 每个片选可达 64 MB;
 - 对每个片选,4 组 DRAM 可同时有效;
 - JEDEC 标准引脚分布和操作。
- 支持 Micron SyncFlash SDRAM 接口的突发闪存:
 - 从 CSD1 引导的能力。
- 支持字(32 位)数据类型的突发读。
- 遵从 PC100 的接口:
 - 用具有 8 选项的 PC100 存储器,可达 100 MHz 的系统时钟;