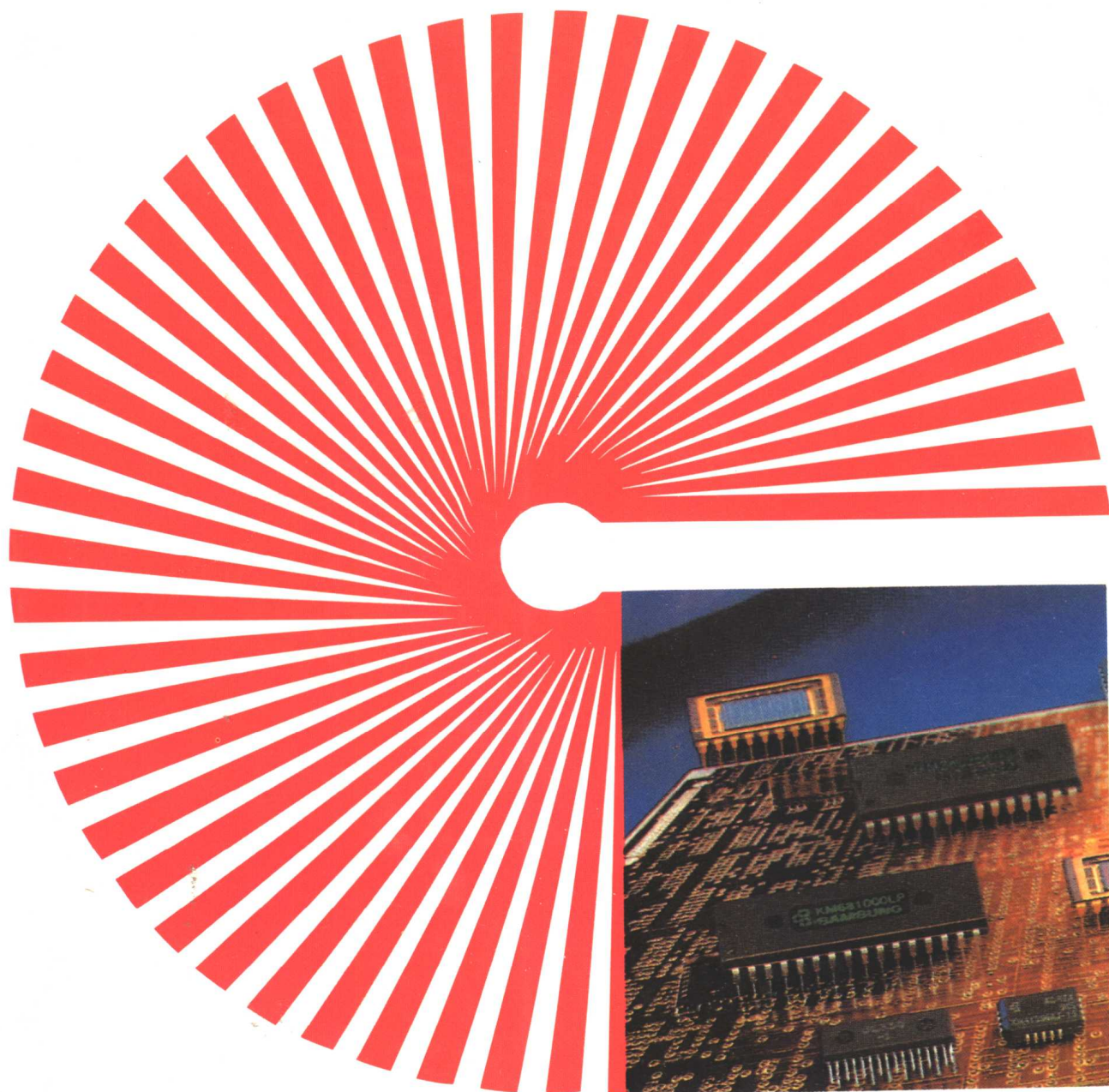


Motorola 集成电路应用技术丛书



李伯成 裘雪红 王 军 编

16/32位微型机应用手册



电子工业出版社

Motorola 集成电路应用技术丛书

16/32 位微型机应用手册

李伯成 裘雪红 王 军 编

電子工業出版社

内 容 简 介

本书给出摩托罗拉公司有关16/32位微型计算机的37篇专题应用说明,从不同的侧面详细介绍了构成微型计算机的各部分。其中包括最小系统的构成,各种内存(SRAM, DRAM, EPROM, E²PROM)的构成,各种串行、并行接口的构成,各种(内、外)总线的构成以及有关电磁兼容性问题等许多与微型计算机有关的技术问题。每篇应用说明除详细介绍某个专题的工作原理外,还给出了详细的硬件电路,部分应用说明还给出了软件的源程序。

本书不仅可作为高等院校师生的参考书,而且对从事微型计算机应用的工程技术人员也有较好的参考价值。

16/32位微型机应用手册

李伯成 袁雪红 王 军 编

特约编辑 赖金福

责任编辑 詹善琼

*

电子工业出版社出版(北京市万寿路)

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

中国科学院印刷厂印刷

开本: 737×1092毫米 1/16 印张: 24.5 字数: 596千字

1996年1月第1版 1996年1月第1次印刷

印数: 5000册 定价: 32.00元

ISBN 7-5053-2998-7/TN·846

《Motorola 集成电路应用技术丛书》

编委会

主任： 陈怀琛
副主任： 赖金福 龚兰方
委员： 孙肖子 张厥盛 张义门
 沈耀忠 杨新辉 高有行
 高 平

前 言

本丛书汇编的内容包括应用指南、工程通报、设计思想等，最初由英格兰米尔顿凯恩斯的摩托罗拉有限公司欧洲文献中心出版发行，随后得到了世界各地的欢迎。

由于这套应用手册丛书遍及世界，所以请读者注意下列事项非常重要：

本丛书所包含的各种应用指南、工程通报、设计思想等都是由设在全球各地区战略要地的设计中心组织编写的，其中有许多分册最初是为了满足当地需要而出版的。尽管本丛书所包含的每种出版物的基本概念都具有全球通用性，但是有些专用的摩托罗拉半导体器件可参考当前仅限于指定地区发行的出版物，并且仅由文件中所指明的文件原属国支持。

为保持文献的完整性及从历史意义出发，本系列出版物还收录了那些可供查阅过时器件或目前已绝版的文献。这些文献在目录、交叉参考索引、文献摘要以及在每篇应用说明的第一页均标注大写字母“HI”，表示这些文献仅作为历史信息参考之用。

本丛书所包含的所有应用指南、工程通报、设计思想等都有利于用户对摩托罗拉公司产品的广泛了解和深入理解。然而，如果用户进行设计时打算采用本丛书所列的器件，那末应与当地的摩托罗拉公司供应商或销售点取得联系，以确定能否买到所需产品，应用支持件是否有效。

编 者 序

当我们看到《16/32-bit Application Manual》一书时，便为其鲜明的特点所吸引。该书由37个专题组成，每一个专题是一篇详尽的应用说明，描述微型计算机应用中的一个专门侧面。因此，该书涉及到微型机的各个组成部分，例如，CPU电路板的构成；内存的组成（包括静态RAM，动态RAM，EPROM及E²PROM）；总线的组成及总线间的转换；接口的组成（并行口、串行口、定时器等）；复位及时钟的构成等等。本书从微型机的组成角度出发，内容十分丰富。

该书的另一个重要特点是每一个专题内容极为详尽。每一篇文章不仅说明工作原理，而且提供了详细的硬件电路图、软件流程图及程序清单，而且还给出了PLD器件的编程源码。

该书的第三个特点是其内容的先进性。该书所涉及到的内容及所采用的元器件是90年代初所公布的。

正是由于本书的这些特点，对于从事微型机应用及有关技术的工程技术人员具有很好的参考价值。在某些应用的情况下，甚至可以将书中所提供的硬件或软件直接引用。为此，我们吸取该书的特点进行了编撰。

编者 于西安电子科技大学

目 录

应用文献

1. AN429	MC68332 QSPI 用作 MCM2814 EEPROM 的接口 ^{III}	1
2. AN430	MC68030 高性能系统的附加浮点支持	8
3. AN435	MC68040 标准电路板	11
4. AN437	MC68332 周期中断定时器的应用	26
5. AN439	由单字节宽度的 EPROM 自举 MC68040	34
6. AN444	基于 MC68040 的零等待状态评价系统	37
7. AN447	MC88100/MC88200 20/25/33MHz 系统的 DRAM 设计	46
8. AN449	由 MC68340 到 M88000 MBUS 总线的转换	53
9. AN453	用于 MC68340 的串行外设接口设备的仿真程序	60
10. AN455	CPU32 查表内插特性的应用	73
11. AN457	为 MC68302 提供实时钟	82
12. AN854	MC68230 并行接口/定时器提供有效的打印机接口	85
13. AN896A	多功能外围设备 MC68901 的串行 I/O 端口、定时器及接口功能	89
14. AN897	MC68008 最小配置系统	96
15. AN899	使用 MC68681 DUART 的基于 MC68000 系统的终端接口、打印机接口 及后台打印	105
16. AN975	MC68901 和 MC68230 的中断控制功能 ^{III}	127
17. AN1015	MC68020 最小系统配置	155
18. AN1050	HCMOS 微控制器的电磁兼容性 (EMC) 设计	163
19. AN1051	PCB 应用中的传输线影响	180
20. AN1061	传输线效应的影响	217
21. AN1062	QSPI 用于模拟数据采集	224
22. AN1063	用于 MC68340 的 DRAM 控制器	237
23. AN1091	低延时时钟驱动器及其系统设计	248
24. AN1123	用于 MC68000 系统的 MCS3201 软盘控制器	256
25. AN1125	DRAM 与 MC88200 M 总线的接口	265
26. AN1129	高速缓存及存储器存取时间对 MC88100 性能的影响	280
27. AN1200	在 M68300 系列微机上配置定时处理单元 (TPU)	293
28. AN1310	MC68332 微控制器用于控制交流感应电动机	299

29. ANE426 MC68030 32 位高性能小型化系统	311
30. APR402 用于 DSP56001 的廉价控制器	320
31. DC407 MC68020 和 MC68030 与 DSP56001 主控端口的接口	336
32. DC408 MC88110 单步程序实例	343
33. DCE402 MC68030 25MHz 标准板	347
34. DCE406 MC68000 与 DSP56001 主控端口的接口	357
35. EB116 33.33MHz 的 MC68030 微处理器和 33.33MHz 的 MC68882 浮点 协处理器的片选生成	363
36. EB117 利用 PCE 增加 MC88100 P 总线的灵活性	365
37. TPUPN00 TPU 函数库及 TPU 仿真模式的使用	368

附录

器件交叉参考索引	380
Motorola 有关文献目录	381

应用文献

1. AN429

MC68332 QSPI 用作 MCM2814 EEPROM 的接口^{HI}

1.1 概 述

这篇应用说明,描述了 MCM2814 串行 EEPROM 与串行队列外设接口 (QSPI) MC68332 连接所需要的软件和硬件。

除了利用 QSPI 对 MCM2814 EEPROM 进行存取的细节之外,本应用说明还提供了与 SPI 兼容的 QSPI 的配置及使用信息。

本文的主要内容是硬件配置、QSPI 的工作原理以及对 MCM2814 进行编程和读出的描述。用一个简短示例程序说明有关与 C 语言程序的接口信息。

1.2 硬 件 配 置

图 1-1 表示了一个 4 片 MCM2814 EEPROM 直接与 MC68332 QSPI 相连接的简单系统。MCM2814 是一个串行存取的 256 个字节的 EEPROM,它能用于 IIC 和 SPI 所约定的系统。在此应用中利用上拉 MCM2814 的 MODE 端到 +5V 电源电平上而选择 SPI 模式。由于 MCM2814 内部可以产生它的编程电压 (V_{pp}),所以它只需要单个 5V 电压。

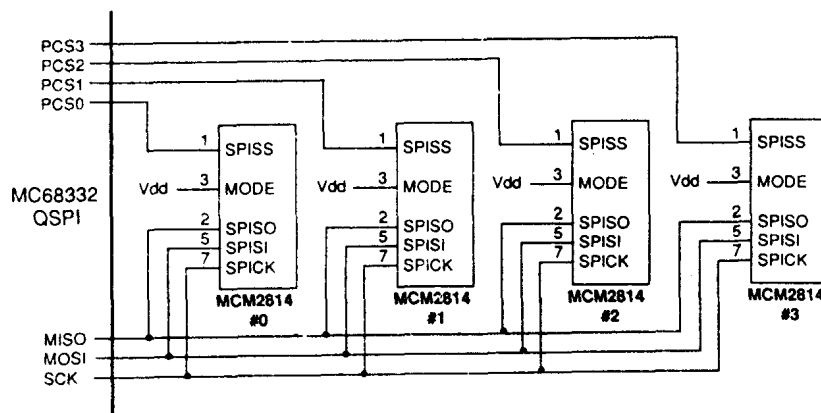


图 1-1 基本硬件

在最简单的配置中，每个 EEPROM 的选择是直接利用将 QSPI 的从属选择线 PCS0~3 与 MCM2814 的 SPI 从属选择线 SPISS 相连接来实现的。依照这样的配置，最多 4 个 EEPROM 或其他 SPI 器件均能独立进行选择。

若连接到 SPI 总线上的器件多于 4 个，则可以增加一个译码器使最大可选择的器件数达到 15 个。

1.3 SPI 和 QSPI 综述

SPI 总线由两条串行数据线、一条时钟信号线和一条或多条从属器件选择线构成。两条数据线 MOSI 和 MISO 被总线上的主控设备用来分别完成数据的发送和接收。在 QSPI 上用 SCK 和 PCS0~3 所表示的时钟和从属选择线是由主控设备所产生的，而在此情况下，主控设备就是 QSPI。

当 SPI 主控器存取一个特定的 SPI 设备时，在要求 SCK 瞬变时传送的 bit 数传完之前加在那个特定设备（器件）上的从属选择线为低电平。

SPI 约定规定，数据的发送和接收总是同时进行的。当主控器由 MOSI 信号线发送数据时，在 MISO 线可接收数据。若主控器只读取数据，则它可以沿 MOSI 线发送无关紧要的或不予考虑的数据。相反，若主控器只去写数据到设备（器件），则它可以忽略在 MISO 线上的数据。

QSPI 比 SPI 的优越之处主要是 QSPI 的排队算法。在 SPI 情况下，在发送数据前必须用程序对它进行转换，而 QSPI 则能自动实现数据的转换而不用微处理器进行。每次转换都能独立完成以便利用 PCS0~3 对指定的器件进行存取。单独控制每次传送的位数、总线的延迟以及传送间的 PCS 线的状态都是可以实现的。

传送数据及控制信息包含在三个队列中：接收数据队列 REC. RAM、发送数据队列 TRAN. RAM 和命令数据队列 COMD. RAM。发送和接收队列为 16 位，利用命令 bit 中的

命令字节的各位							
7	6	5	4	3	2	1	0
CONT	BITSE	DT	DSCK	PCS3	PCS2	PCS1	PCS0
位	状态	作用					
CONT	0	如同在 QPDR 中所定义，在传送的间隙从属选择线 PCS0~3 回到无效状态					
	1	在传送之间 PCS0~3 不变					
BITSE	0	传送长度缺省，为 8 位					
	1	SPCR0 的位域定义传送长度（8~16 位）					
DT	0	在每次传送后缺省延迟 17 个时钟周期					
	1	延迟时间由 SPCR1 的 DTL 域来定义					
DSCK	0	在器件选择与传送之间缺省延迟 $\frac{1}{2}$ 个时钟周期					
	1	延迟由 SPCR1 中的 DSCKL 来说明					
PCS3~0	—	在传送期间所规定的从属选择线 PCS3~0 的状态					

图 1-2 命令字节的各位功能

BITSE 和 SPCR0 寄存器的 BITS 可以规定每次传送能够由 8 位到 16 位。命令队列长度为一个字节，利用该字节可指定每次传送的要求，例如，传送的位数、总线延迟、器件的选择。图 1-2 表示了命令字节每位的用途。

1.4 NVMRWC 软件概要

MC68332 汇编语言软件，即 NVMRWC 包括通过 QSPI 对 EEPROM 进行读和写的程序，并且可由 C 语言程序作为函数来调用。

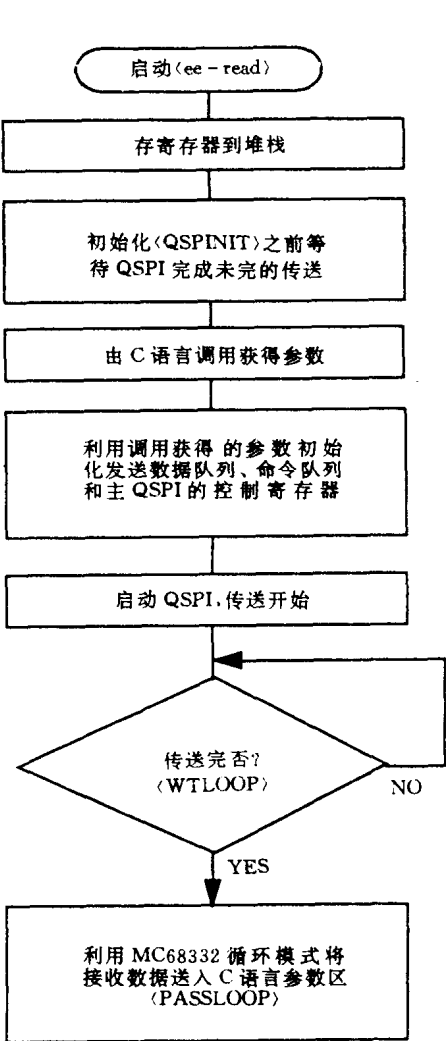
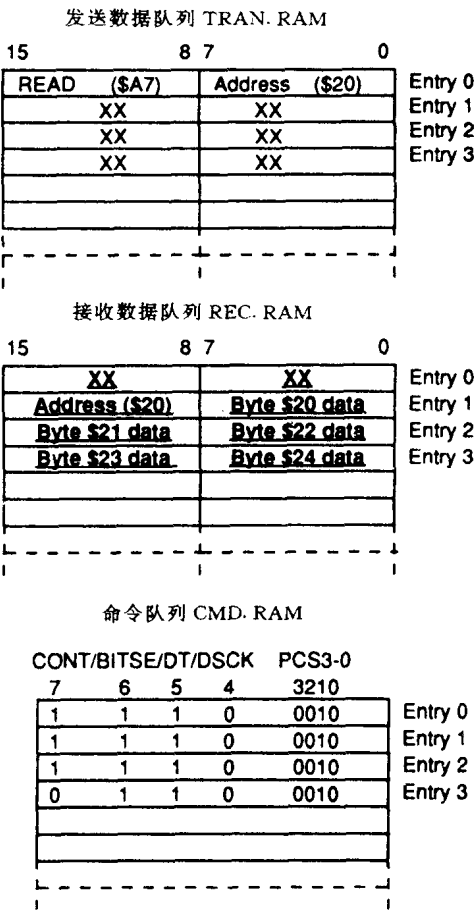


图 1-3 EEPROM 的读出流程图



读 5 个字节数据的队列安排实例，MCM2814 的数据起始地址为 \$20，所用的器件选择编码 (PCS0~3) 置为 0010。对每两个字节数据使用 16 位传送。XX 为不用初始化或未用数据，下面划线的数据是从 MCM2814 接收的数据。

图 1-4 EEPROM 的读出实例

读程序以<ee-read>入口并可从 MCM2814 的任何地址开始，最多可一次读出 29 个字节。图 1-3 和图 1-4 表示了读程序的流程和读操作的实例。

写 EEPROM 的程序由<ee-write>入口，它能从任何起始地址开始，一次最多写入 4 个字节，只要这 4 个字节地址是连续的。这种限制是由于 MCM2814 的工作原理所决定的，在它的数手册中有详细说明。写程序的流程图及其传送实例表示在图 1-5 和图 1-6 上。

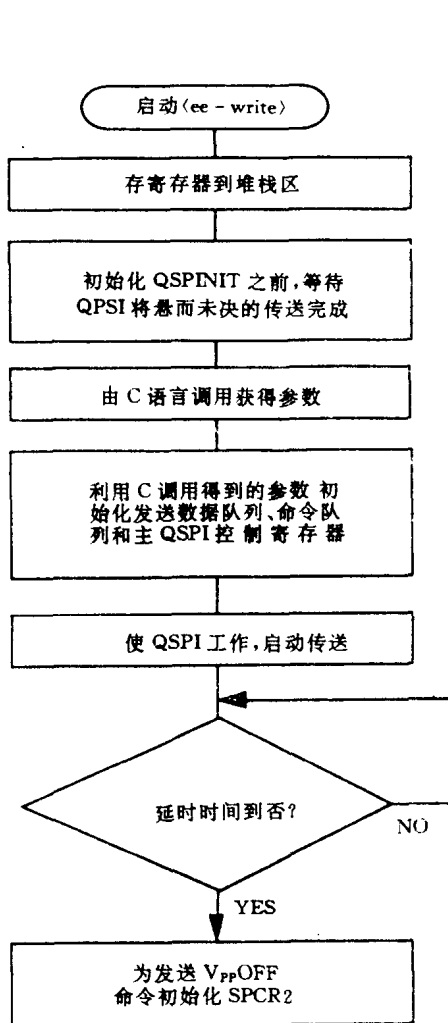
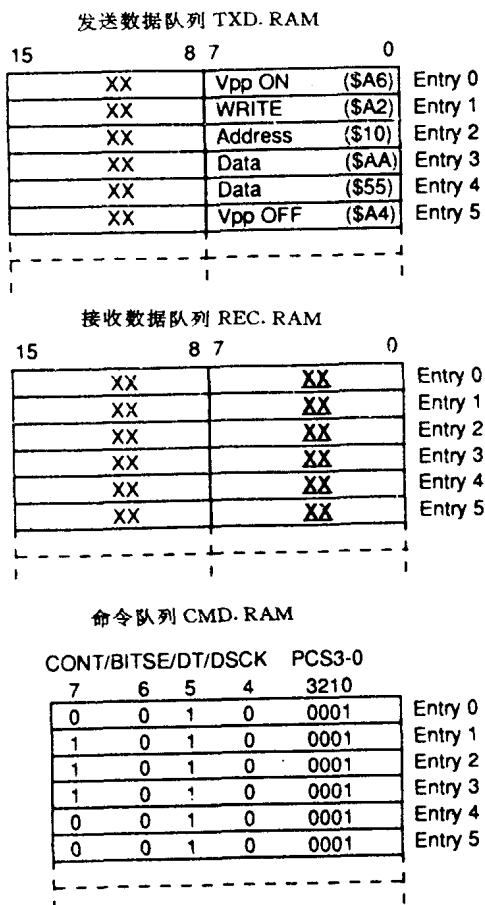


图 1-5 EEPROM 的写入流程



写 3 个字节数据的队列安排实例。MCM2814 的数据起始地址为 \$10，而器件设备编码 (PCS0~3) 置为 0010。XX 为不必初始化或未用数据。下面划线的数据为从 MCM2814 接收的数据。

图 1-6 EEPROM 的写入实例

1.4.1 工作单元的分配——指令 LINK、UNLK 和 MOVEM

程序<ee-read>和<ee-write>返回时将恢复处理器的所有寄存器的原始状态。为此，将寄存器的内容依次写入堆栈，并在返回之前加以恢复。指令 LINK A6, #8-28 建立一个 28 个字节的堆栈帧，为做到这一点，用移动堆栈指针 A7 来越过堆栈保留区并加载 A6 作为该

帧的指针。

存放处理器的内部寄存器可用 MOVEM（多次传送）命令以单条指令的方式来完成。下面的指令 `MOVE.L D0/D1/D2/D3/A1/A2, (A7)` 就是将所列出的内部寄存器的内容以堆栈指针 A7 所指的首地址顺序存贮。当 LINK 指令置 A7 的内容指向保存 28 个字节的最低地址时，所有寄存器的内容就存放在该区域里了。图 1-7 表示了这种存放的详细情况。

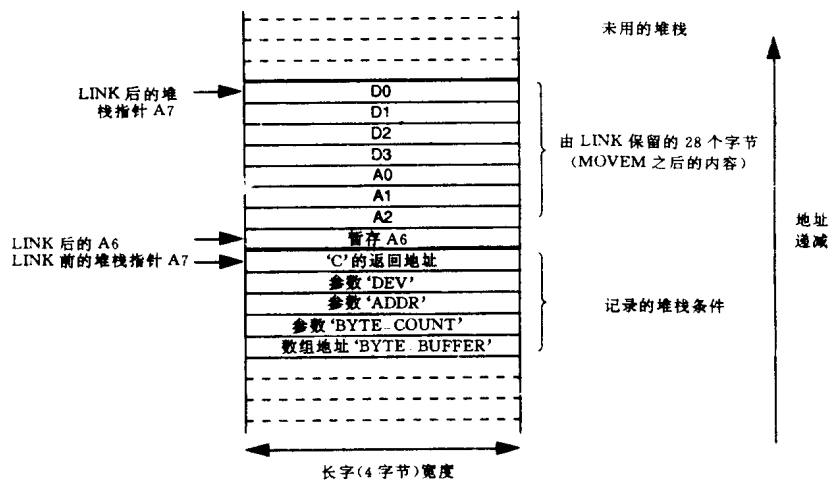


图 1-7 堆栈的安排

在程序的结尾处，为了恢复寄存器的值而利用了相反操作的 MOVEM 指令，并且利用 UNLK 指令对保留的堆栈区域重新定位。这就恢复了特别定位指针 A6 的原始值并将主堆栈指针 A7 恢复到它的先前值。

1.4.2 初始化 QSPI

在 QSPI 用于 EEPROM 读或写之前，要对它的起始状态进行初始化。在 QSPI 停止工作并初始化之前，利用 `QSPINIT` 子程序可以结束任何悬而未完的传送。在此基础上，初始化主要指定 QSPI 的 MISO、MOSI、SCK 及 PCS0~3，使 MOSI 和 PCS0~3 置为输出而缺省者为高。QSPI 还可以置为“非线或”输出方式并且指定 SPI 主控器的时钟速率为 100kHz。

我们注意到，若已知 QSPI 处于空闲状态并且在 EEPROM 读或写请求时处于适当的状态，或者用挂起传送的方法使 QSPI 暂停，则初始化子程序能够简化。

1.4.3 功能参数的传递——MC68332 的循环模式

当读或写 EEPROM 数据时，软件必须接收 C 语言程序放在堆栈的参数。NVMRWC 安排用 C 语言编译传送在图 1-7 中所示的放在堆栈中的变量。如果 C 语言的编译以不同方式传送变量，则程序也必须作相应改变。起始存放在 MC68332 内部寄存器中的参数如下所示：

A1—C 的数据数组在 MC68332 中的地址，`<BYTE - BUFFER>`

D0—传送的字节数，`<BYTE - COUNT>`

D1—MCM2814 的起始字节地址, <ADDR>

D2—PCS0~3 引线上的器件选择编码, <DEV>

我们注意到 A1 是主 C 程序数据数组的存储器地址而不是实际的数据。当需要的时候, 允许 NVMRWC 用 A1 为指针来读或修改此数组中的数据。一个这样的例子是在程序 <PASS-LOOP> 读操作之后 EEPROM 的数据返回到数组中。此程序段使用一条 MOVE 指令从 QSPI 接收的数据队列中拷贝一个数据字节到数组中, 若有错则拷贝减量, 或者用 DBF 指令使程序循环直到计数寄存器到达零。由于 MOVE 指令占一个字, 当遇到此程序段时, MC68332 自动进入循环模式。在此模式下, 指令不需要由存储器读取, 从而大大提高了执行速度。

1.4.4 发送数据队列的初始化

在 EEPROM 读或写完成之前, 发送数据队列必须用 MCM2814 的准确命令和数据序列来初始化。从 EEPROM 读出数据可使用最简单的序列, 其组成如下:

MCM2814 READ command (\$A7)

Starting byte address to be read (要读出的起始地址)

当此序列发出后, MCM2814 就发送数据, 发送队列的剩余部分不必再初始化并且也不必再监测到来的数据。因为在单个字节传送之间 MCM2814 保持被选中状态。因此, 完整的 16 位数据队列能用来增加最大可能的传送量。图 1-4 中的例子表明读命令码和字节地址作为一个 16 位传送进行实施, 这些均放在被接收到的 EEPROM 数据里, 接收队列最大可达 29 个字节。

当向 EEPROM 写数据时, 发送如下的序列:

V_{pp} ON command (\$A6)

WRITE DATA command (\$A2)

编程起始字节地址

可达 4 个字节的数据

V_{pp} OFF command (\$A4)

由于在上述序列传送中, 有的地方 EEPROM 没有被选中, 因此, 所有的传送只能以 8 位进行。一个传送的例子表示在图 1-6 上。

1.4.5 命令队列的初始化

命令队列由传送过程中及传送间隙的器件选择状态、定量信息及 bit 位数信息组成。对 EEPROM 的读或写序列, 器件选择码在整个过程中保持不变, 因为传送是对某一个器件进行的。由参数 <DEV> 所决定的器件选择编码写到 COMD 字节的 PCS0~3 的区域里。

MCM2814 读序列作为一个命令来处理, 在其整个传送期间, 甚至在每次传送的间隙里器件必须保持被选中状态。为了做到这一点, 在所有的 COMD 中置 CONT 位为 1, 但控制最后传送的命令除外。

因为 MCM2814 写序列由三个命令块 (V_{pp} ON、WRITE 及 V_{pp} OFF) 组成, 并且在块之间器件不被选中, 因此每块最后要将 CONT 位清除。这种情况从图 1-6 上可以看到, 在对于 V_{pp} ON 命令的 COMD、最后数据字节和 V_{pp} OFF 命令中的 CONT 位均被清为 0。

由于对 EEPROM 的所有写入都是按字节进行的, 故所有命令队列中的 BITSE 位均为 0。

这就强迫 QSPI 使用缺省传送值, 即 8 位。对于 EEPROM 的读操作, 所有的传送均为 16 位, 所以, 所有的 COMD 的 BITSE 均置 1。这就使 QSPI 将传送值送入编程寄存器 SPCR0 的 BITS 位。若需要选用其他传送位数, 则 BITS 位可用在 8 到 16 位进行选择。

为了满足 MCM2814 的定时速度, 需要产生延迟, 每次传送后利用命令队列中 DT 位置位来实现, 该位置位使 QSPI 使用在控制寄存器 SPCR1 中所指定的 $5\mu\text{s}$ 延迟。

MCM2814 的选中与数据传送之间不需要额外的延迟。所以, 在命令队列中用于控制这种延迟的 DSCK 位就被清零。

1.4.6 主 QSPI 的控制寄存器

在 QSPI 启动传送之前, 要对主配置寄存器 SPCR2 进行安排。该寄存器存放开始与最终要被传送的 QSPI 进入的数目, 该数目的多少与传送类型及参数 (例如读/写的字节数) 有关。控制 QSPI 循环工作的是 WRAP 位, 在 QSPI 处于循环工作时它一直循环一组队列, 利用置位 WRAP 位可以禁止这种功能。

利用置位 QSPI 中 SPCR1 的允许位 SPE 可以启动 QSPI 开始传送。此后程序循环, 此循环就是查询状态寄存器 SPSR 的 SPI 完成标志来判断传送是否已经完成。

1.4.7 C 语言示例程序 EECALL

一个小的 C 语言示例程序 EECALL 表示了 C 语言程序利用汇编语言程序 NVMRWC 作为其示例函数的方法。有几种功能能利用单个按键来援引, 这些功能是:

P—(设置参数)—这种可选功能允许使用者定义参数的起始地址、字节的数量以及器件编码。

W—(写数据)—该选择功能产生一次调用汇编语言程序 (EE-WRITE), 该程序所用的参数事前已经设置。提醒用户一个字节一个字节地进入编程数据。该数据是作为单个 ASCII 字符进入并不需要回车。

R—(读数据)—它可调用预先设置好参数的汇编语言程序 (EE-READ)。获得的数据以 ASCII 格式打印并且每个字符均用斜杠 (/) 隔开。

D—(EEPROM 的内容倾出)—一个 EEPROM (是事先设置器件编码所选定) 全部内容以 ASCII 表的格式显示在屏幕上。这一选择调用 (EE-READ) 16 次, 且每次调用读 EEPROM 的 16 个字节。

T—(文本输入)—当选择此功能时, 用户能够将要编程的未定义长度的文本消息输入 EEPROM。为了结束消息的输入, 必须输入一个 # 号。利用调用 (EE-WRITE) 来编程每一个字节, 编程就这样一个字符一个字符地完成。

X—(退出)—通过执行 RTS 来退出 EECALL。

2. AN430

MC68030 高性能系统的附加浮点支持

2.1 概 述

本应用描述了如何为 1989 年出版的摩托罗拉应用说明 ANE426 所介绍的 MC68030 32 位高性能最小系统增加浮点支持。

在前一篇应用说明所描述的系统中,广泛地使用了具有高速缓存与存贮器等待状态不同组合的多种标准编码序列。因为许多标准码序列要求浮点计算,所以 MC68882 浮点协处理器通过简单的接口附加到现有的电路上,同时将支持 MC68030/MC68882 相结合的软件监控程序也通过接口装在硬件上。

2.2 硬 件 说 明

MC68882 浮点协处理器 (FPCD) 完全可以完成 IEEE 制定的二进制浮点算术标准 (ANSI—IEEE Std754—1985) 并设计用于摩托罗拉的 68000 微处理机系列。该协处理器用 VLSI 技术制造并为系统设计者提供了在小的体积上具备最高的性能。MC68882 较其前期产品 MC68881 协处理器在性能上提高一级。它们两者是兼容的并且在设计上是可以互换的。

图 2-1 所示的电路就是在 ANE426 中所描述的 MC68882 与 MC68030 的接口。8 位识别比较器 74F521 U43 用于对来自 MC68030 的地址总线进行译码并产生对协处理器的片选信号。由原始电路中 U10 的 12 脚的输出是 MC68030 三种功能编码的相“与”(AND) 信号,并指示 MC68030 正运行一个 CPU 地址空间周期。在此周期期间,MC68030 送出的地址 A19~A16 与 0010 模式进行校验,此模式指出协处理器的通信周期,并且地址 A15 到 A13 与 001 模式进行校验,它来指示协处理器的编号。当上述条件全都满足时,74F521 的输出作为片选信号加到 MC68882 上。

在早期的 MC68882 的定时说明 8 中指出,在 MC68882 的片选信号加上之前,其地址选通信号不能加上去。所以,利用或门 U44b 延迟 MC68882 的地址选通信号直到其片选有效以便满足上述要求。对于后期的 MC68882 不再有这样的要求,故在设计中可以省略或门。在原设计中 MC68882 的 DSACK0 进入处理器前与 U10 的 10 引脚相连接,在此元件上它与其他 I/O 器件送出的 DSACK0 线“或”后再加到处理器上。MC68030 的说明 31A 规定了 DSACK0 和 DSACK1 间的最大延迟。因此,为了与 U10 引入的 DSACK0 的延迟均衡,在 MC68882 的 DSACK1 线上要求有一个门的延迟。该延迟是在它由 MC68882 出来后加到处理器前经过或门 U44a 来实现的。

MC68882 的 A0 线和 SIZE 线与 V_{cc} (+5V) 相连接,强制它在所有的协处理器通信周期

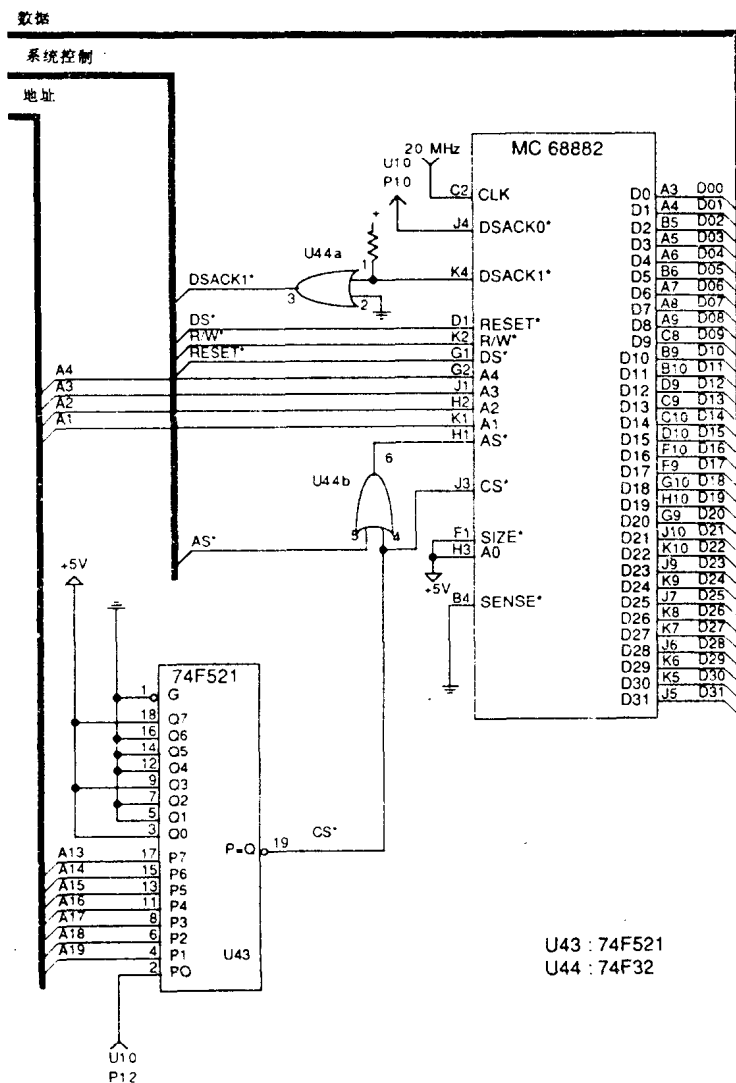


图 2-1 MC68030/MC68882 接口

中与 32 位数据总线接口。在现行的设计中，MC68882 的 SENSE 引脚不用，所以就将其接地。虽然不同频率的单独时钟可以使用，但在原始设计中 MC68882 就采用 MC68030 所用的 20MHz 时钟。为实现接口，MC68882 的复位信号接到 MC68030 的同样信号上。

2.3 软件接口

为使这个 MC68030/MC68882 系统用于应用程序的标准检查与查错，一个查错监控程序已放在此系统的硬件中。这里所用的监控程序是一个标准的 C 语言程序，名字叫作 FBUG。