

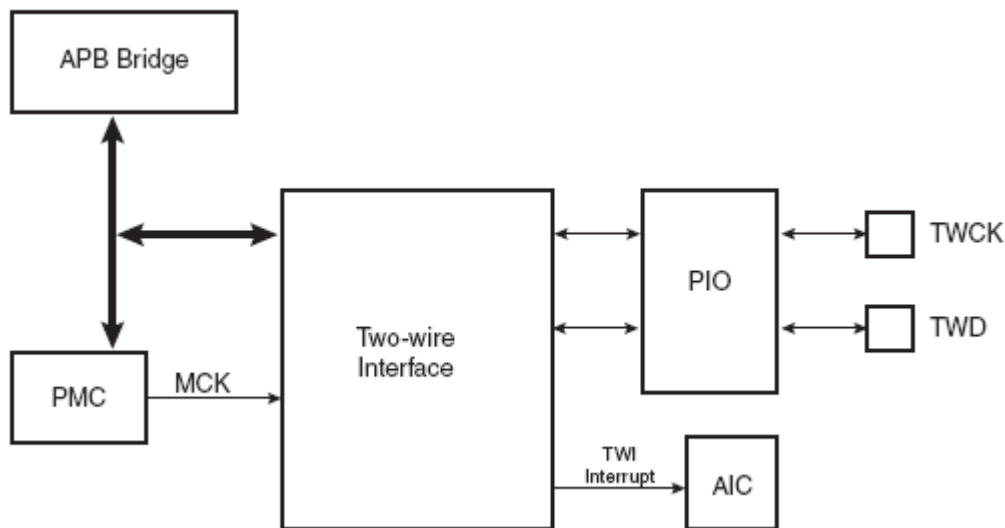
30. 两线接口 (TWI)

30.1 描述

两线接口(TWI)将独特的两线总线上的元件互连，基于字节传输格式，由一个时钟线和一个速度达 400K 位每秒的数据线组成。可以和 Atmel 的任何两线总线串行 EEPROM 兼容使用。TWI 编程为可用顺序或单字节访问的主控。一个可配置的波特率发生器允许输出数据速率去适应较宽范围内的内核时钟频率。

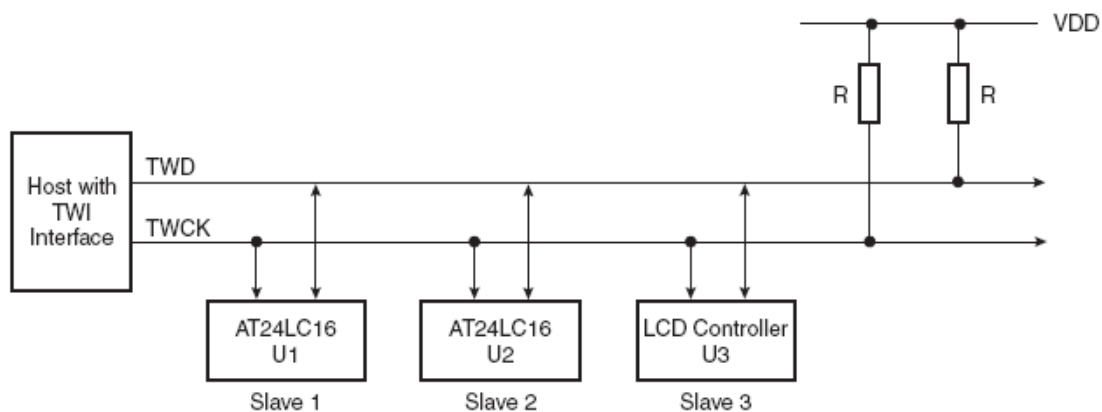
30.2 方框图

图 30-1 方框图



30.3 应用方框图

图 30-2 应用方框图



30.3.1 I/O 口线描述

表 30-1 I/O 口线描述

引脚名称	引脚描述	类型
TWD	两线串行数据	输入/输出
TWCK	两线串行时钟	输入/输出

30.4 相关产品

30.4.1 I/O 口线

TWD 和 TWCK 都是双向口线，通过一个电流源或一个上拉电阻连接于一个正极电压（见 381 页的图 30-2）。当总线空闲，两线都是高电平。连接于总线

的设备输出级必须要有一个开漏或开集电极来执行“线与”功能。

TWD 和 TWCK 引脚可以和 PIO 口线复用。编程者必须执行以下步骤来使能 TWI:

- 编程 PIO 控制器到:
 - 指定 TWD 和 TWCK 作为外设口线。
 - 定义 TWD 和 TWCK 为开漏

30.4.2 电源管理

- 使能外设时钟

TWI 接口可通过电源管理控制器(PMC)协调同步,因此编程者必须首先配置 PMC 去使能 TWI 时钟。

30.4.3 中断

TWI 接口有一个连接于高级中断控制器(AIC)的中断口线。为了处理中断,必须在配置 TWI 前编程 AIC。

30.5 功能描述

30.5.1 传输格式

放在 TWD 上的数据必须是 8 位长。数据从 MSB 开始传输;每个字节必须跟随一个应答信号。每次传输的字节数是不受限制的(见 383 页的图 30-4)。

每次传输用一个 START 状态开始,用一个 STOP 状态结束(见 383 页图 30-3)。

- 当 TWCK 为高时 TWD 口线上由高到低的转换定义为 START 状态。
- 当 TWCK 为高时 TWD 口线上由低到高的转换定义为 STOP 状态。

图 30-3 START 和 STOP 状态

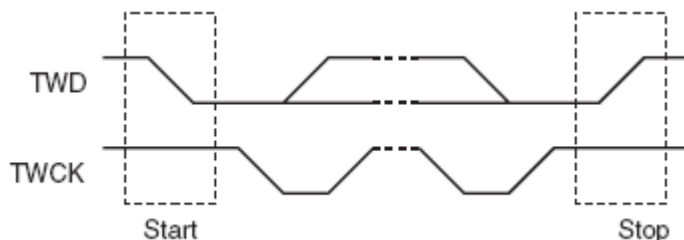
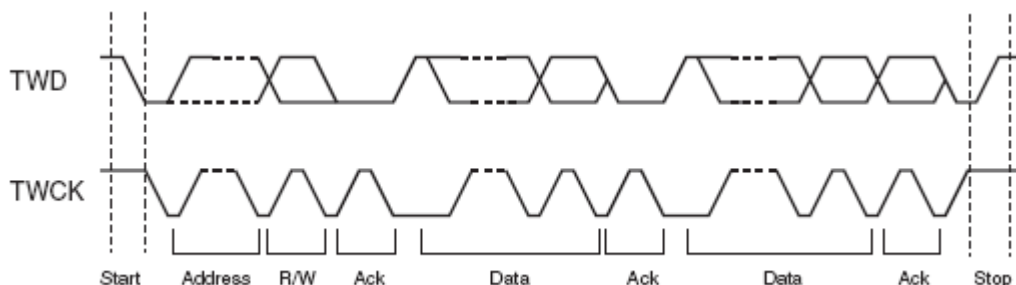


图 30-4 传输格式



30.5.2 操作模式

TWI 由两个操作模式:

- 主控发送模式
- 主控接收模式

主控模式下,允许配置 TWI 控制寄存器(TWI_CR)为接口。此模式下,根据在时钟波形发生器寄存器中编程的值来产生时钟。此寄存器完整的定义了 TWCK

信号，使能接口来适应宽范围的时钟。

30.5.3 数据发送

在主控初始化一个开始状态后，将发送一个在 主控模式寄存器 (TWI_MMR) 中的 DADR) 中配置的 7 位的从地址，来通知从设备。紧随从地址的位指示传输方向 (读或写)。若此位为 0，则表示一个写操作 (发送操作)。若此位为 1，则表示请求读取数据 (接收操作)。TWI 传输需要从设备应答每个已接收得字节。在应答时钟脉冲期间，主控释放数据线 (HIGH)，使从设备拉低来产生应答。主控在此时钟脉冲期间轮询数据线并且若从设备未应答应该字节则置位状态寄存器中的 NAK 位。和其它状态位一样，若使能终端使能寄存器 (TWI_IER) 则可产生中断。写入发送保持寄存器 (TWI_THR) 后，置位控制寄存器中的 START 位来启动发送。当监测到应答，将数据移入内部移位器，TXRDY 位为置位状态直到新的数据写入 TWI_THR (见下面的图 30-6)。主控产生一个停止状态结束传输。

通过置位 START 位启动读取顺序。当状态寄存器中 RXRDY 位置位，则在接收保持寄存器 (TWI_RHR) 接收到一个字符。当读取 TWI_RHR 时将重新复位 RXRDY 位。

TWI 接口执行各种传输格式 (7 位从地址，10 位从地址)。可通过主控模式寄存器 (TWI_MMR) 配置三个内部地址字节。若从设备仅支持 7 位地址，则必须置 IADRSZ 为 0。对高于 7 位的从地址，用户必须配置地址大小 (IADRSZ) 并置位内部地址寄存器 (TWI_IADR) 中的其他从地址。

图 30-5 对写主控一个，两个或三个字节内部地址和一个数据字节



图 30-6 对主控写一个字节的内部地址和多个数据字节

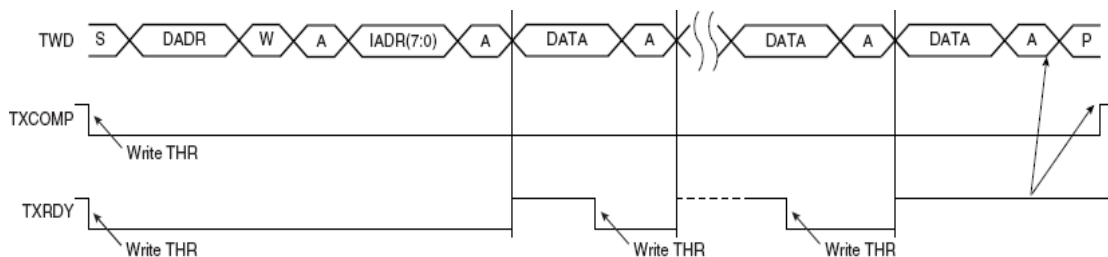


图 30-7 主控读取一个，两个或三个字节的内部地址和一个数据字节

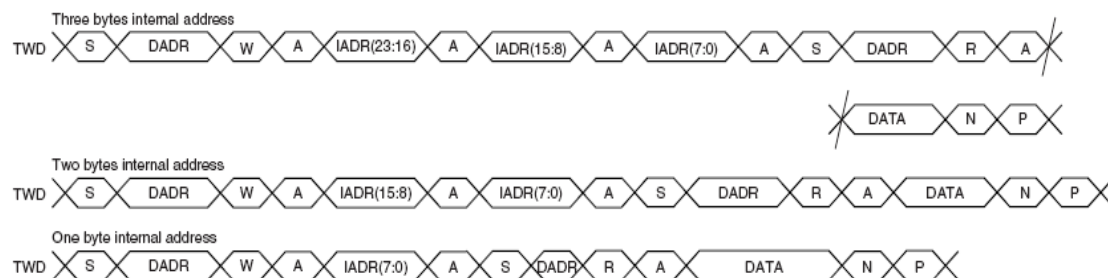
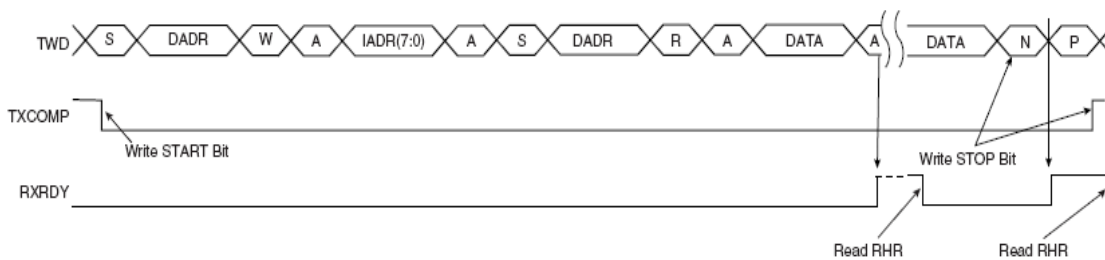


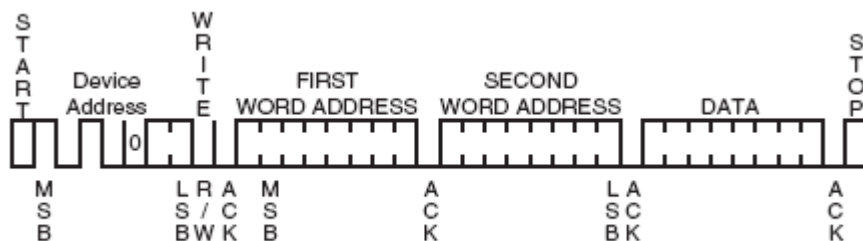
图 30-8 主控读取一个字节的内部地址和多个数据字节



- S = Start (开始)
- P = Stop (停止)
- W = Write (写)
- R = Read (读)
- A = Acknowledge (应答)
- N = Not Acknowledge (未应答)
- DADR= Device Address (设备地址)
- IADR = Internal Address (内部地址)

下图 30-9 示意了向 Atmel AT24LC512 EEPROM 写入一个字节。示范了使用内部地址访问设备。

图 30-9 内部地址的使用



30.5.4 读/写流程图

386 页的图 31-10 和 387 页的图 30-11 流程图给出了主控模式下读写操作的例子。可用轮询或中断方式检查状态位。中断方式需要首先配置中断使能寄存器(TWI_IER)。

图 30-10 主控模式下写 TWI

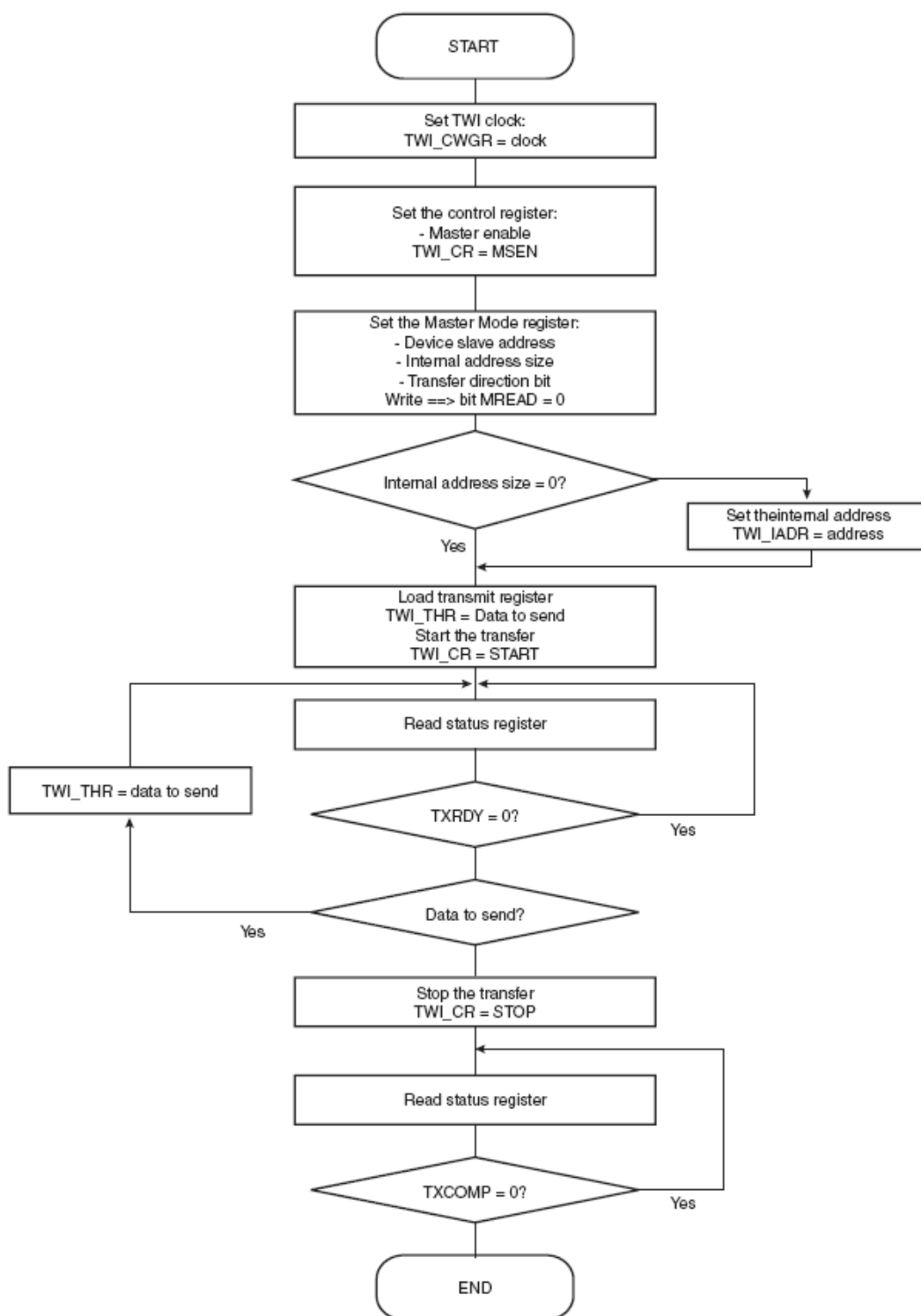
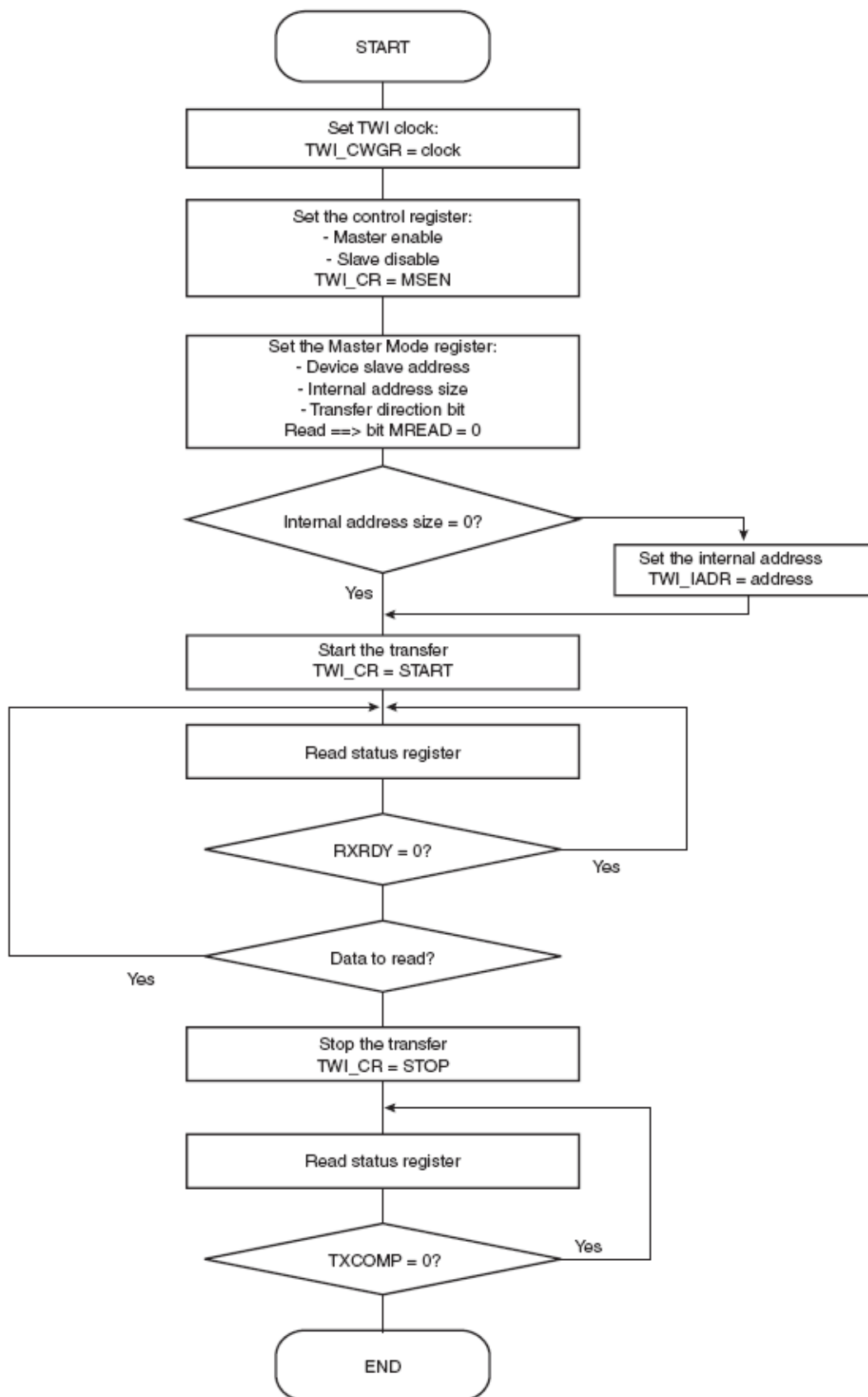


图 30-11 主控模式下读 TWI



30.6 TWI 用户接口

30.6.1 寄存器映射

表 30-2 两线接口(TWI)用户接口

偏移量	寄存器	名称	访问方式	复位值
0x0000	控制寄存器	TWI_CR	只写	N/A
0x0004	主控模式寄存器	TWI_MMR	读/写	0x0000
0x0008	保留	-	-	-
0x000C	内部地址寄存器	TWI_IADR	读/写	0x0000
0x0010	时钟波形发生寄存器	TWI_CWGR	读/写	0x0000
0x0020	状态寄存器	TWI_SR	只读	0x0008
0x0024	中断使能寄存器	TWI_IER	只写	N/A
0x0028	中断禁用寄存器	TWI_IDR	只写	N/A
0x002C	中断屏蔽寄存器	TWI_IMR	只读	0x0000
0x0030	接收保持寄存器	TWI_RHR	只读	0x0000
0x0034	发送保持寄存器	TWI_THR	读/写	0x0000
0x0038-0x00FC	保留	-	-	-

30.6.2 TWI 控制寄存器

寄存器名称: TWI_CR

访问类型: 只写

31	30	29	28	27	26	25	24
-	-	-	-	-	-	-	-
23	22	21	20	19	18	17	16
-	-	-	-	-	-	-	-
15	14	13	12	11	10	9	8
-	-	-	-	-	-	-	-
7	6	5	4	3	2	1	0
SWRST	-	-	-	MSDIS	MSEN	STOP	START

- **START**: 发送一个 START 状态

0=无效

1=根据在模式寄存器中定义的特性发送以一个 START 位开始的帧

当 TWI 外设要从一个从设备读取数据时此操作是必要的。当在主控模式下配置一个写操作时，只要在保持寄存器写一个字符，则用模式寄存器发送一帧数据。

- **STOP**: 发送一个 STOP 状态

0=无效

1=在读或写模式下刚完成当前字节发送后发送 STOP 状态

单数据字节主控读或写时，必须设置 START 和 STOP。

多数据字节主控读或写时，在发送 ACK/NACK 位前必须设置 STOP。

在主控读模式，若接收到 NACK 位，则自动的执行 STOP。

多数据写操作时，当 THR 和移位寄存器都空的时候，自动的发送一个 STOP 状态。

- **MSEN**: TWI 主控传输使能

0=无效

1=若 MSDIS=0，则使能主控数据传输。

- **MSDIS**: TWI 主控传输禁用

0=无效

1=主控数据传输禁用，所有挂起的数据已发送。执行写操作时发送移位器和保持字符（若他们包含数据）。读操作时，在禁用前必须完整的接收正在传输的字符。

● SWRST: 软件复位

0=无效

1=等价于系统复位

30.6.3 TWI 主控模式寄存器

寄存器名称: TWI_MMR

访问类型: 读/写

31	30	29	28	27	26	25	24
-	-	-	-	-	-	-	-
23	22	21	20	19	18	17	16
DADR							
15	14	13	12	11	10	9	8
-	-	-	MREAD	-	-	IADRSZ	
7	6	5	4	3	2	1	0
-	-	-	-	-	-	-	-

● IADRSZ: 内部设备地址大小

IADRSZ[9:8]		
0	0	无内部设备地址（字节命令协议）
0	1	单字节内部设备地址
1	0	双字节内部设备地址
1	1	三字节内部设备地址

● MREAD: 主控读方向

0=主控写方向

1=主控读方向

● DADR: 设备地址

在可控模式下使用设备地址以读或写模式访问从设备。

30.6.4 TWI 内部地址寄存器

寄存器名称: TWI_IADR

访问类型: 读/写

31	30	29	28	27	26	25	24
-	-	-	-	-	-	-	-
23	22	21	20	19	18	17	16
IADR							
15	14	13	12	11	10	9	8
IADR							
7	6	5	4	3	2	1	0
IADR							

● IADR: 内部地址

0, 1, 2 或 3 字节取决于 IADRSZ.

-10 位模式地址下，最低位有效字节地址

30.6.5 TWI 时钟波形发生器寄存器

寄存器名称: TWI_CWGR

访问类型: 读/写

31	30	29	28	27	26	25	24
-	-	-	-	-	-	-	-
23	22	21	20	19	18	17	16
-	-	-	-	-	CKDIV		
15	14	13	12	11	10	9	8
CHDIV							
7	6	5	4	3	2	1	0
CLDIV							

- CLDIV: 时钟低分频器

SCL 低周期定义如下:

$$T_{low} = ((CLDIV \times 2^{CKDIV}) + 3) \times T_{MCK}$$

- CHDIV: 时钟高分频器

SCL 高周期定义如下:

$$T_{high} = ((CHDIV \times 2^{CKDIV}) + 3) \times T_{MCK}$$

- CKDIV: 时钟分频器

用 CKDIV 来增加 SCL 高周期和低周期

30.6.6 TWI 状态寄存器

寄存器名称: TWI_SR

访问类型: 只读

31	30	29	28	27	26	25	24
-	-	-	-	-	-	-	-
23	22	21	20	19	18	17	16
-	-	-	-	-	-	-	-
15	14	13	12	11	10	9	8
-	-	-	-	-	-	-	NACK
7	6	5	4	3	2	1	0
-	-	-	-	-	TXRDY	RXRDY	TXCOMP

- TXCOMP: 发送完成

0=主控模式, 在当前帧长度期间。从模式下, 从接收 START 到接收 STOP。

1=当保持和移位寄存器都空并且 STOP 状态已被发送时(主模式), 或当 MSEN 置位(使能 TWI)

- RSRDY: 接收保持寄存器就绪

0=从上次 TWI_RHR 读操作未接收到字符。

1=从上次 TWI_RHR 读操作接收到一个字节

- TXRDY: 发送保持寄存器就绪

0=发送保持寄存器未被传输到移位寄存器。当写入 TWI_THR 寄存器时置为 0。

1=只要数据字节从 TWI_THR 传输到内部移位器或者若检测到一个 NACK 错误, 同时设置 TXRDY 为 TXCOMP 和 NACK。当 MSEN 置位(使能 TWI)时置位 TXRDY。

- NACK: 未应答

0=每个数据字节都被远端 TWI 从元件正确的接收到。

1=数据字节未被从元件应答。同时置位为 TXCOMP。读取后复位。

30.6.7 TWI 中断使能寄存器

寄存器名称: TWI_IER

访问类型: 只写

31	30	29	28	27	26	25	24
-	-	-	-	-	-	-	-
23	22	21	20	19	18	17	16
-	-	-	-	-	-	-	-
15	14	13	12	11	10	9	8
-	-	-	-	-	-	-	NACK
7	6	5	4	3	2	1	0
-	-	-	-	-	TXRDY	RXRDY	TXCOMP

- TXCOMP: 发送完成
- RXRDY: 接受保持寄存器就绪
- TXRDY: 发送保持寄存器就绪
- NACK: 未应答

0=无效

1=使能对应中断

30.6.8 TWI 中断禁用寄存器

寄存器名称: TWI_IDR

访问类型: 只写

31	30	29	28	27	26	25	24
-	-	-	-	-	-	-	-
23	22	21	20	19	18	17	16
-	-	-	-	-	-	-	-
15	14	13	12	11	10	9	8
-	-	-	-	-	-	-	NACK
7	6	5	4	3	2	1	0
-	-	-	-	-	TXRDY	RXRDY	TXCOMP

- TXCOMP: 发送完成
- RXRDY: 接受保持寄存器就绪
- TXRDY: 发送保持寄存器就绪
- NACK: 未应答

0=无效

1=禁用对应中断

30.6.9 TWI 中断屏蔽寄存器

寄存器名称: TWI_IMR

访问类型: 只读

31	30	29	28	27	26	25	24
-	-	-	-	-	-	-	-
23	22	21	20	19	18	17	16
-	-	-	-	-	-	-	-
15	14	13	12	11	10	9	8
-	-	-	-	-	-	-	NACK
7	6	5	4	3	2	1	0
-	-	-	-	-	TXRDY	RXRDY	TXCOMP

- TXCOMP: 发送完成
- RXRDY: 接受保持寄存器就绪
- TXRDY: 发送保持寄存器就绪
- NACK: 未应答

0=禁用对应中断

1=使能对应中断

30.6.10 TWI 接收保持寄存器

寄存器名称: TWI_RHR

访问类型: 只读

31	30	29	28	27	26	25	24
-	-	-	-	-	-	-	-
23	22	21	20	19	18	17	16
-	-	-	-	-	-	-	-
15	14	13	12	11	10	9	8
-	-	-	-	-	-	-	-
7	6	5	4	3	2	1	0
RXDATA							

- RXDATA: 主控或从设备接收保持数据

30.6.11 TWI 发送保持寄存器

寄存器名称: TWI_THR

访问类型: 读/写

31	30	29	28	27	26	25	24
-	-	-	-	-	-	-	-
23	22	21	20	19	18	17	16
-	-	-	-	-	-	-	-
15	14	13	12	11	10	9	8
-	-	-	-	-	-	-	-
7	6	5	4	3	2	1	0
TXDATA							

- TXDATA: 主控或从设备发送保持数据



Powered by Team Mcuzone

QQ:8204136

Website: www.mcuzone.com

2008

