

M41TO 串行实时时钟

特性概述

- 2.0V至5.5V时钟工作电压
- 可计数秒、分钟、小时、天、星期、月、年和世纪
- 适应于2000年的计时
- 兼容于I2C总线接口(400KHz)
- 最低工作电流为130 μ A
- 工作温度范围 $-40^{\circ}\text{C}\sim+85^{\circ}\text{C}$
- 自动闰年补偿
- 特殊的软件可编程输出
- 具有振荡器停振检测功能

图1 8脚SOIC封装



摘要描述

M41T0计时器RAM是一个低功耗串行计时器，它内建32.768KHz振荡器（外部晶体控制）。八个寄存器用于时钟 / 日历的功能，配置了二进制编码的十进制格式。地址和数据的传输通过两线的双向总线连续传输。在每次的读或写数据字节时，内建地址寄存器自动增加。

M41T0提供8引脚SOIC封装。

图2 逻辑图

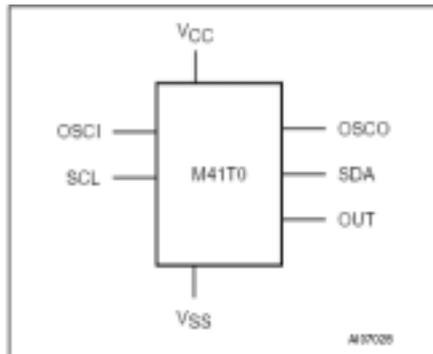
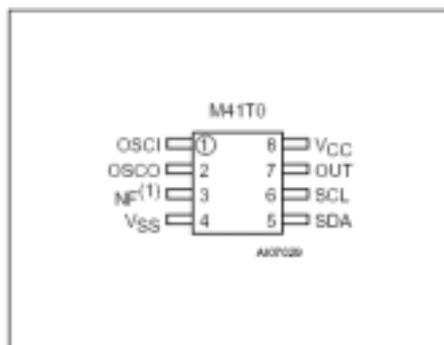


表1 信号名称

OSCI	振荡输入
OSCO	振荡输出
OUT	输出驱动（漏极开路）
SDA	串行数据地址输入 / 输出
SCL	串行时钟
NF ⁽¹⁾	无作用
VCC	提供电源
VSS	地

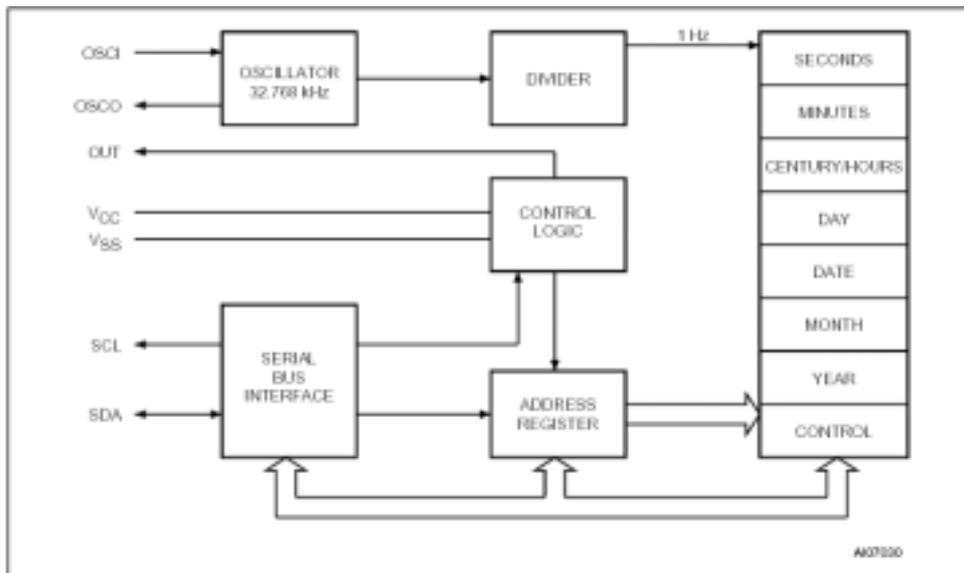
注：1. NF 脚必须接 VSS

图3 SOIC 连接图



注：1. NF 脚必须接 VSS

图4 内部结构框图



极限参数

强行超出所列的极限参数可能导致器件的永久性损坏。这些仅仅是极限参数，并不意味着在极限条件下或在任何其它超出推荐工作条件所示参数的情况下器件能有效地工作。延长在极限参数条件下的工作时间会影响器件的可靠性。也可以提交给 ST 公司可靠的程序和相关品质的文档进行质询。

表2 绝对极限参数

符号	参数	数值	单位
T_A	环境温度范围	-40~85	°C
$T_{STG}^{(1)}$	存储温度范围(VCC 关闭,振荡器关闭)	-55~125	°C
V_{IO}	输入或输出电压	-0.3~7	V
V_{CC}	供电电压	-0.3~7	V
I_O	输出电流	20	m A
P_D	功率消耗	0.25	W

注：1. 最高温度范围可扩大到 215°C~225°C，持续时间小于 60 秒（全部的热量预算不能超过 180°C，持续时间 90~120 秒）

警告：在电池备份模式下，任何管脚的负向脉冲不容许低于-0.3V

直流和交流参数

这部分概述了运行和测试的条件，同样有器件的直流和交流特性。在下列直流和交流特性表中的参数是在相应的表格中的测试条件下，测试完成后得出的结果。设计者在引用这些参数时，应该控制在与测试条件相匹配的项目运行环境。

表3 运行和交流测试的条件

参数	M4T0	单位
供电电压	2.0~5.5	V
周围环境温度	-40~85	°C
负载电容	100	pF
输入上升和下降的时间	≤ 5	ns
输入脉冲电压	0.2V _{CC} ~0.8V _{CC}	V
输入和输出定时参考电压	0.3V _{CC} ~0.7V _{CC}	V

注：输出高阻抗被定义在数据没有长久传输的位置

图5 AC测试输入输出波形

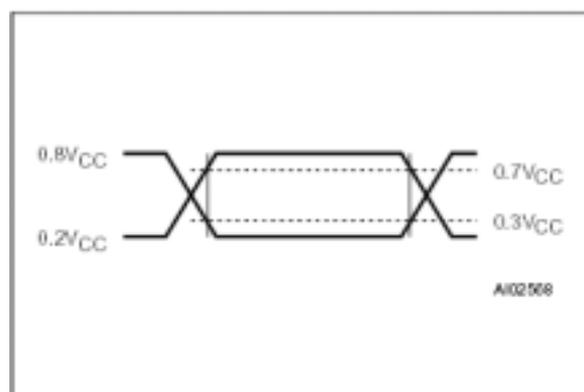


表4 电容

符号	参数 ^(1、2)	最小值	最大值	单位
C_{IN}	输入电容(SCL)		7	pF
$C_{OUT}^{(3)}$	输出电容(SDA,OUT)		10	pF
t_{LP}	滤波输入时间常数 (SDA和SCL)		50	ns

注: 1.在 5 V电源供电的情况下, 有效电容的标准; 仅仅采样, 不是100%测试
 2.在25°C环境下, 频率为 1 MHz
 3.输出取消选定

表5 直流特性

符号	参数	测试条件 ⁽¹⁾	最小值	典型值	最大值	单位
I_{LI}	输入泄漏电流	$0V \leq V_{IN} \leq V_{CC}$			± 1	μA
I_{LO}	输出泄漏电流	$0V \leq V_{OUT} \leq V_{CC}$			± 1	μA
I_{CC1}	供电电流	频率 (SCL) =400KHz	3.0V	35	55	μA
			5.5V	130	200	μA
$I_{CC2}^{(2)}$	供电电流(备份)	全部输入 = $V_{CC}-0.2V$ 频率(SCL)=0Hz	3.0V	0.9	1.2	μA
			5.5V		31	
V_{IL}	输入低电压		-0.3		0.3VCC	V
V_{IH}	输入高电压		0.7VCC		VCC+0.3	V
V_{OL}	输出低电压	$I_{OL}=3mA$			0.4	V
	输出低电压(漏极开路)	$I_{OL}=10mA$			0.4	V

注: 1.有效的环境工作温度: $T_A = -40 \sim 85^\circ C$; $V_{CC} = 2.0 \sim 5.5V$ (除非额外注明)
 2.在 25°C条件下

表6 晶体的电子特性

符号	参数 ^(1,2)	最小值	典型值	最大值	单位
F_O	起振频率		32.768		KHz
R_S	串连阻抗			60	K Ω
C_L	负载电容		12.5		pF

注: 1.提供这些外在的参数值, ST公司推荐KDS DT-38: 1 TA/TC252E127或DMX-26S: 1TJS125H2A212, 均为工业级石英晶体。关于晶体型号的信息, 请上KDS网站 kouhou@kdsj.co.jp或<http://www.kdsj.co.jp>索取。

2.在M41T0的内部集成了负载电容。电路板的设计只须考虑32.768KHz的晶体, 连线尽量短, 为防止射频产生信号的干扰需要屏蔽。

3. $R_S = 40K\Omega$ (当VCC小于等于2.5V时)。

操作

M41T0 时钟在串行总线上作为一个被控器件运行。获取访问的开始条件是跟随一个正确的被控地址 (DOH)。器件可被连续访问的 8 个字节依次是:

1. 秒寄存器
2. 分钟寄存器
3. 世纪 / 小时寄存器
4. 天寄存器
5. 星期寄存器

6. 月寄存器
7. 年寄存器
8. 控制寄存器 r

两线总线的特性

在不同的 IC 之间通讯有意使用这种总线，两线包括一根双向的数据信号（SDA）和一根时钟信号线（SCL）。SDA 和 SCL 两根线必须连接上拉电阻到供电电源。下面协议已经被定义：

—当总线不忙时，数据传输可以被启动。

—在数据传输期间，无论何时时钟线为高电平，数据线必须保持稳定。当时钟线为高电平时，数据线上的变化将被认为是控制信号。

因此，下面总线条件已经被定义：

总线不忙：数据线和时钟线保持高电平。

开始数据传输：当时钟线为高电平时，数据线开始由高电平变为低电平的状态改变，定义为开始的条件。

停止数据传输：当时钟线为高电平时，数据线开始由低电平变为高电平的状态改变，定义为停止的条件。

数据有效：在开始条件之后的时间里，数据线状态表现有效。数据线上数据在时钟信号周期高电平期间是稳定的，数据线上数据在时钟信号周期低电平期间可以变化，每一个数据位对应一个时钟脉冲。

每个数据的传输是在开始条件下启动、停止条件下结束，数据字节数量的传输在开始条件和结束条件之间没有限制。信息以字节宽度进行传输，每个接受器的第九位为应答位

另外需要解释的是给出信息的器件被叫做发射器，获取信息的接受器件被成为接受器。控制信息的器件被称为“主控”，被主控控制的器件叫做“被控”。

应答：每一个八位字节都跟随一个应答位。应答位以低电平的状态放入接收器的总线上，然而主控方需要产生一个与额外应答位相关的时钟脉冲。

从事被控接受器在接受完每个字节后，被迫使产生一个应答信号，同样，在主控接受器在接受完每个字节后，必然产生一个应答。它是被控发射器的时钟输出产生的。应答的器件在应答时钟脉冲期间下拉数据线SDA，以这样一种方式，数据线在与应答相关联的时钟脉冲周期高电平期间稳定在低电平。当然，调整和保持的时间必须进行计算。主控接收器必须发一个数据结束信号给被控发射器，在下一个字节发射之前如果你没有产生应答，被控发射器会计时超时。在这种情况下，发射器必须使数据线为高电平，以便使主控接受器产生停止条件。

图 6 串行数据传输时序

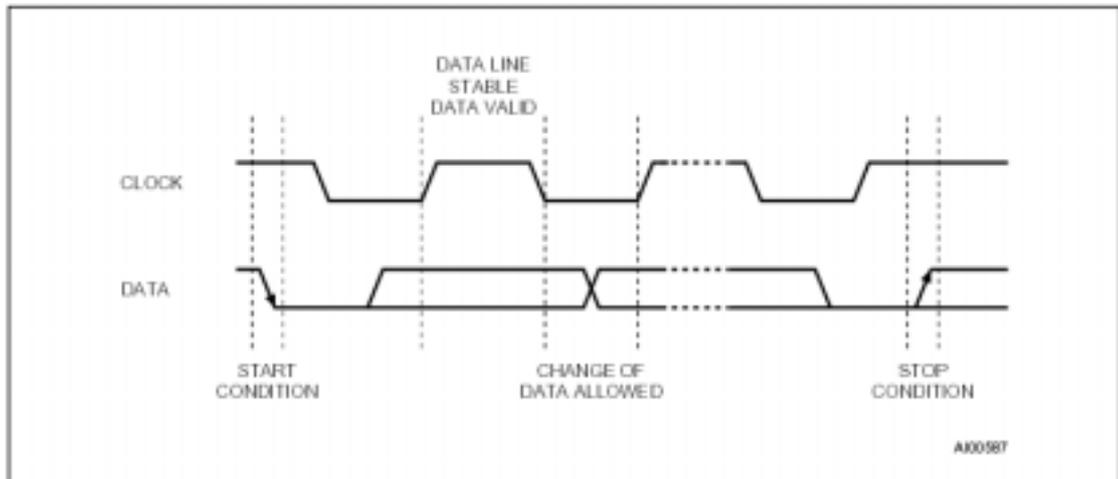


图 7 应答时序

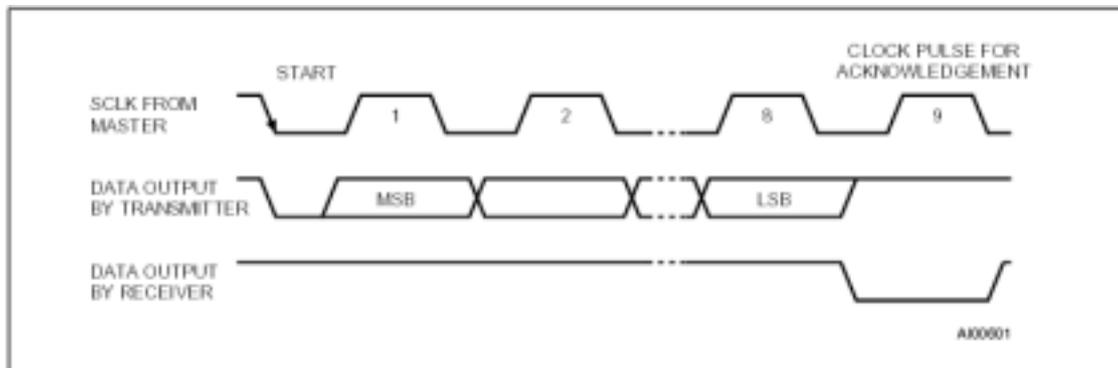
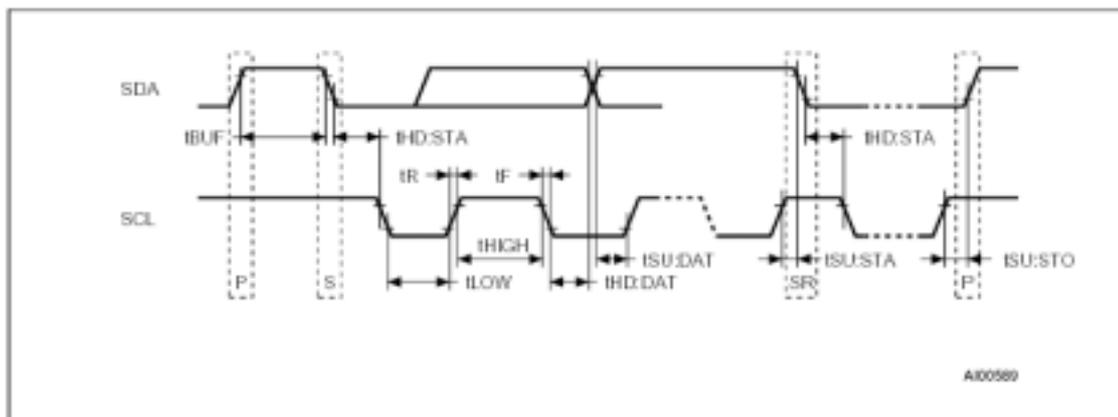


图 8 总线定时需求的时序



注：P=停止和 S=开始

表 7 交流特性

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
F_{SCL}	SCL 时钟频率	0		400	KHz
T_{LOW}	时钟低周期	1.3			μs
T_{HIGH}	时钟高周期	600			μs
T_R	SDA 和 SCL 的上升时间			300	μs
T_F	SDA 和 SCL 的下降时间			300	μs
$T_{HD:STA}$	开始条件保持时间 (这个周期之后产生的第一个时钟脉冲)	600			μs
$T_{SU:STA}$	开始条件的设置时间 (仅对于重复开始条件有关)	600			μs
$T_{SU:DAT}$	数据设置时间	100			ns
$T_{HD:DAT}^{(2)}$	数据保持时间	0			μs
$T_{SU:STO}$	停止条件的设定时间	600			ns
T_{BUF}	在新的传输开始之前定时的总线必须空闲	1.3			μs

注：1.有效的环境工作温度： $T_A = -40 \sim 85^\circ C$ ； $V_{CC} = 2.0 \sim 5.5V$ (除额外注明)

2.传输必须在内部提供一个保持时间以渡过SCL下降沿的未定义区域(最大300ns)

读模式

在这种模式下，设置完受控地址以后，主控器可读取受控M41T0（看图9）。其后是写模式控制位（R/W=0）和应答位，控制地址 A_n 被写到芯片内的地址指针，其次进行下一次的开始条件,在读模式控制位(R/W = 1)下,重复受控地址。在这一点上，主控器由发送变成接受。地址内的数据字节将被发送，主控器接收之后，发送一个应答位给受控发射器。地址指针的被增加依附于一个应答脉冲的接收。M41T0受控发送的数据字节现放置地址 A_{n+1} ，主控接受器读取和应答这个新字节，同时地址指针被增加到 A_{n+2} 。连续读的这些周期地址将连续，直到主控接受器给被控发送器发出停止条件。为何主控器读取受控M41T0的地址指针，不是第一次写入的地址指针。第一次读出地址是上一次存储进去的指针（看图11，第12页）。

写模式

在这种模式中，主控发送器发送到M41T0被控接收器。总线协议呈现在第12页的图12中。其次是开始条件和被控地址，一个逻辑“0”（R/W=0）被放在总线上，象征着控制地址 A_n 呈现给地址装置，并且跟随地写入芯片的地址指针。接下去将阻止数据命令写入存储器。在接收到一个应答脉冲之后，内部地址指针被增加到下一个地址位置。M41T0受控接受器在接受完受控地址之后，将发送一个应答脉冲给主控发送器。重复地接受命令地址和每一个数据字节（看图9）。

图9 受控地址位置

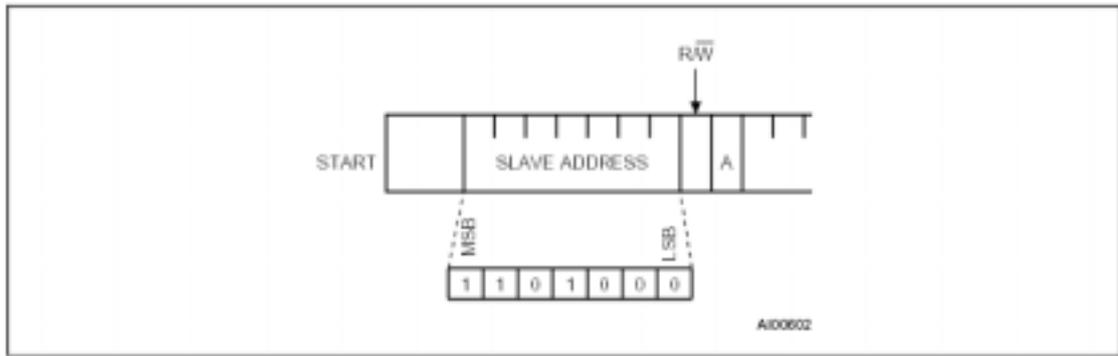


图 10 读模式时序

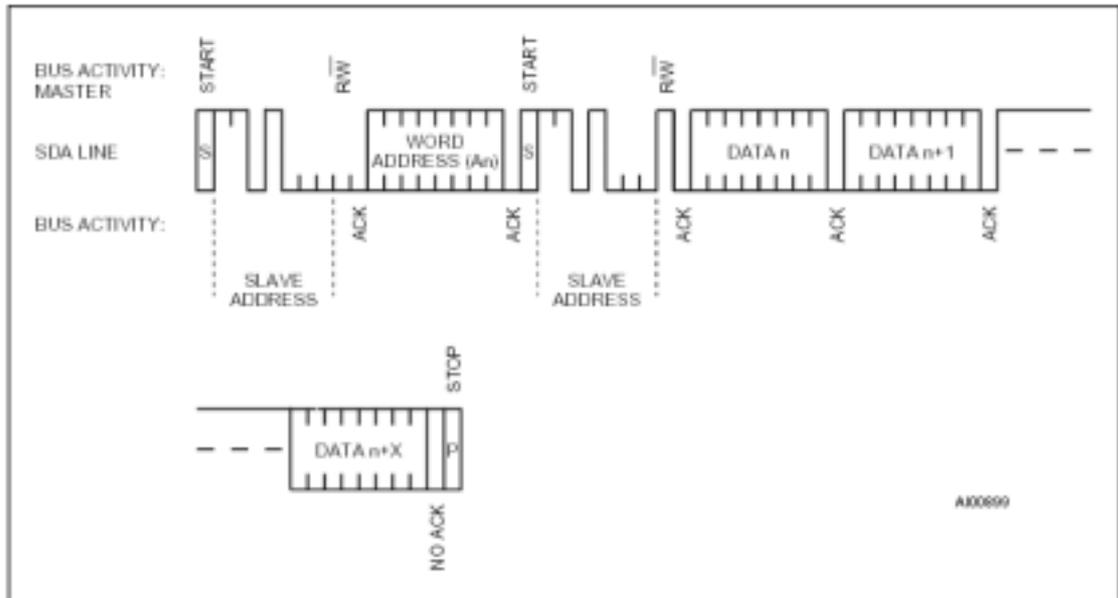


图 11 轮流读模式时序

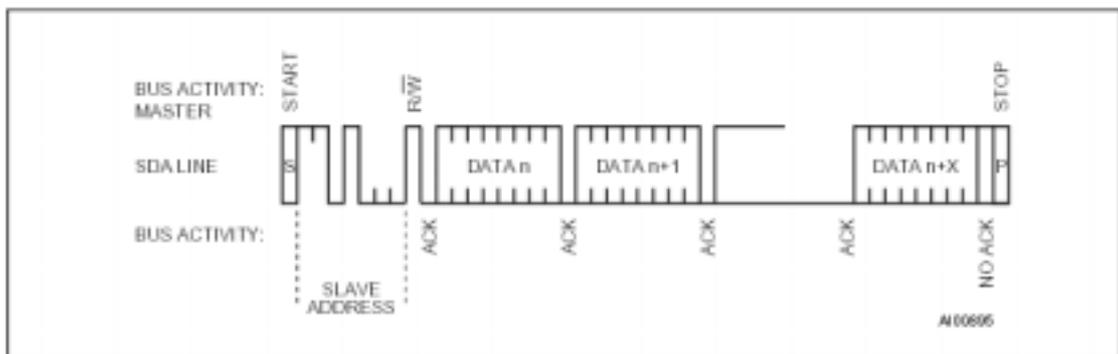
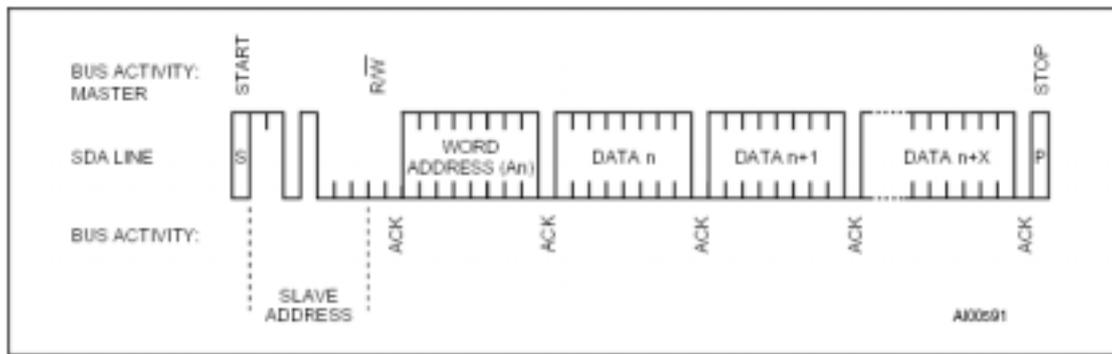


图 12 写模式时序



时钟的操作

M41T0被一个石英控制的振荡器驱动，正常频率为32.768KHz。实时时钟的精度依赖于石英晶体的频率，用于实时时钟的基本定时。8字节时钟寄存器（看表8，第14页）用于双向设置时钟和读取来自时钟的日期和时间，数据表现为二进制码的十进制格式。秒、分钟和小时包含在前三个寄存器。时钟寄存器2（小时寄存器）的位D6和位D7包含了世纪使能位（CEB）和世纪位（CB）。设置世纪使能位CEB为“1”，将使世纪位CB锁定。无论从“0”上升到“1”还是从“1”下降到“0”，世纪都将反转（在它的初始状态基础上）。假如设置世纪使能位CEB为“0”，将使世纪位CB不锁定。包含天（包括星期天）的寄存器3是从位D0到D2。寄存器4，5，6包含星期（每个月的所有天），月和年，最后的寄存器是控制寄存器。寄存器0的第7位（D7）含义是停止位，当把这一位设置为“1”时，将使振荡器停止振荡。假如期望该器件废除大量的计时，振荡器可以被停止振荡，以减小电流的消耗。当复位以后为“0”，振荡器在四秒之内重新启振（典型值为1秒）。

7个时钟寄存器一次可读一个字节，或连续整块读取，控制寄存器（地址为7）可以单独访问。7个时钟地址的任意一个的读取在确保时钟更新时不会发生，假如时钟地址正在读取，时钟寄存器的更新将延时250ms，以便读取在更新发生之前完成。这将预防在读取期间数据的转变。

注：这个250ms的延时仅仅对时钟寄存器的更新有所影响，它不会改变时钟的计时。

输出驱动器管脚

OUT管脚是一个输出驱动器，它反映的是控制寄存器D7的内容。在其它的命令里，位于第7位的D7是一个“0”电平时，OUT管脚将被驱使为低。

注：OUT管脚是一个漏极开路的管脚，需要外加上拉电阻。

振荡器停振监测

假如振荡器失效位（OF）是内部设置为“1”电平时，这意味着振荡器或者停振或者计时的一些周期停止，它能够用于鉴定时钟和日期数据的有效性。在下面条件能够致使失效位OF被设置：

- 第一次通电使用（上电的默认值为“1”电平）。
- 在VCC提供的电压不足以支持振荡器振荡。
- ST位被设置为“1”电平。

— 外部干扰或晶体的拆除。

失效位（OF）将保持设置“1”电平，直到写入逻辑“0”电平。振荡器启动和开始运行至少需要4秒钟，在此之前需要重新设置失效位（OF）为逻辑“0”电平。这一功能的操作，在正常供电和后备电池供电均可进行。

初始上电的默认值

在电源初始应用于器件上时，输出OUT位和失效位OF都将被设置为“1”电平，而ST位将被设置为“0”电平，所有其它的寄存器位将在上电时处于任意的状态。

表 8 寄存器图表

Address	Data								Function/Range BCD Format	
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		
0	ST	10 Seconds			Seconds				Seconds	00-59
1	OF	10 Minutes			Minutes				Minutes	00-59
2	CEB ⁽¹⁾	CB	10 Hours		Hours				Century/Hours	0-1/00-23
3	X	X	X	X	X	Day			Day	01-07
4	X	X	10 Date		Date				Date	01-31
5	X	X	X	10 M.	Month				Month	01-12
6	10 Years				Years				Year	00-99
7	OUT	0	X	X	X	X	X	X	Control	

关键位：ST=停止位

OUT=输出电平

X=无需关注

0=必须设置为“0”电平

CEB=世纪使能位

CB=世纪位

OF=振荡器失效位

注：1. 当 CEB 被设置为“1”电平时，CB 电平从“1”电平到“0”电平或从“0”电平到“1”电平的变化，都将锁定世纪的翻转。当 CEB 被设置为“0”电平时，将不锁定世纪的翻转。

器件编号方式

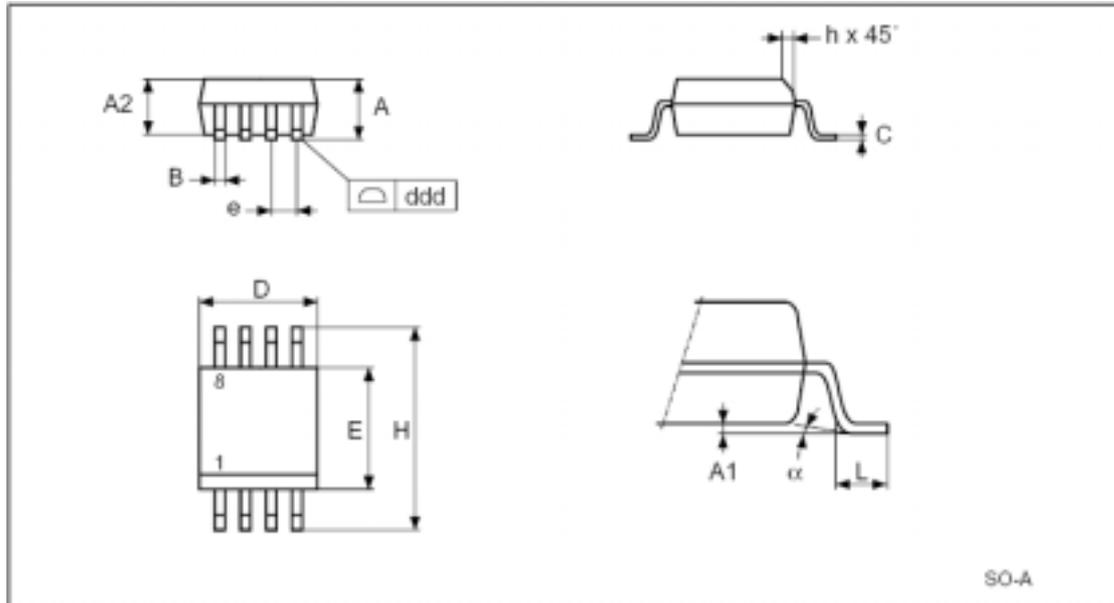
表 9 排序信息配置

例如：	M41T	0	M	6	TR
器件型号					
M41T					
供电电压和写保护					
0 = VCC=2.0~5.5V					
封装					
M=SO (150 密尔宽)					
DW=TSSOP8 (169 密尔宽)					
温度范围					
6 = -40~85°C					
SOIC 的运输方式					
空白 = 管装					
TR = 带子盘装					

对可利用的选项目录（举例来说：速度，封装）或对该器件任何方面信息的需求，请联系最靠近你的 ST 公司销售办公室。

机械封装信息

图 13 SO8-8 引脚塑性小输出引脚, 150 密尔宽度, 封装机械图示

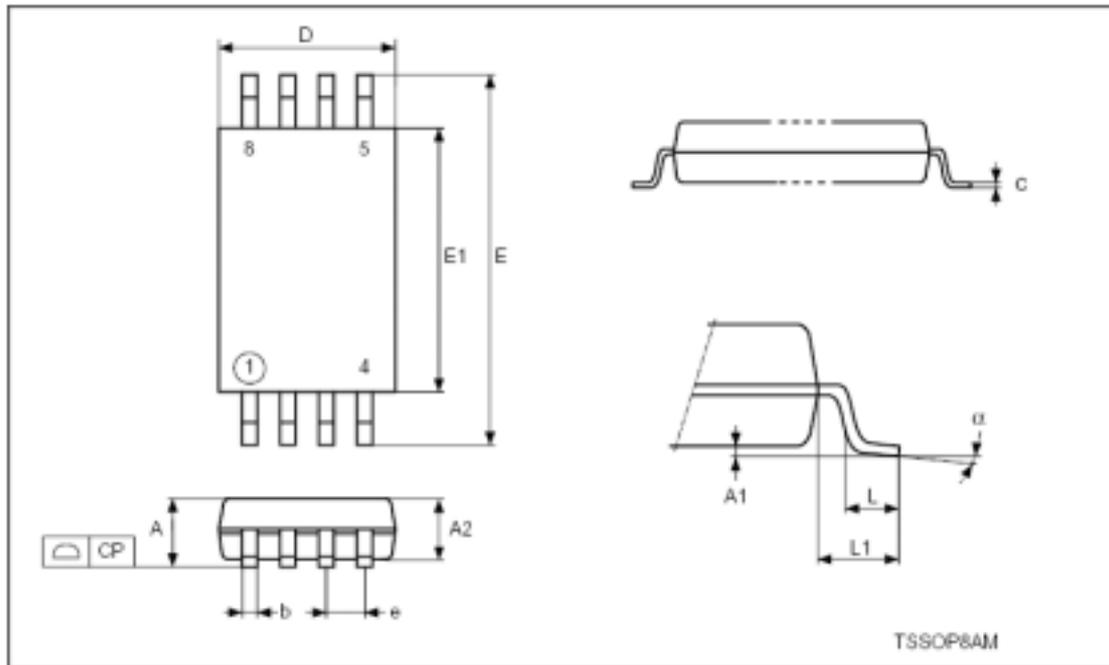


注: 图示是没有刻度的

表 10 SO8-8 引脚塑性小输出引脚, 150 密尔宽度, 封装机械数据

Symb	mm			Inches		
	Typ	Min	Max	Typ	Min	Max
A	-	1.35	1.75	-	0.053	0.069
A1	-	0.10	0.25	-	0.004	0.010
B	-	0.33	0.51	-	0.013	0.020
C	-	0.19	0.25	-	0.007	0.010
D	-	4.80	5.00	-	0.189	0.197
ddd	-	-	0.10	-	-	0.004
E	-	3.80	4.00	-	0.150	0.157
e	1.27	-	-	0.050	-	-
H	-	5.80	6.20	-	0.228	0.244
h	-	0.25	0.50	-	0.010	0.020
L	-	0.40	0.90	-	0.016	0.035
α	-	0°	8°	-	0°	8°
N	8			8		

图 14 TSSOP8-8 引脚,薄而短形小封装(3×3 mm)输出引脚机械图示



注: 图示是没有刻度的

表 11 TSSOP8-8 引脚,薄而短形小封装(3×3mm)输出引脚机械数据

Symb	mm			Inches		
	Typ	Min	Max	Typ	Min	Max
A	-	-	1.10	-	-	0.043
A1	-	0.05	0.15	-	0.002	0.006
A2	0.85	0.75	0.95	0.034	0.030	0.037
b	-	0.25	0.40	-	0.010	0.016
c	-	0.13	0.23	-	0.005	0.009
D	3.00	2.90	3.10	0.118	0.114	0.122
E	4.90	4.65	5.15	0.193	0.183	0.203
E1	3.00	2.90	3.10	0.118	0.114	0.122
e	0.65	-	-	0.026	-	-
CP	-	-	0.10	-	-	0.004
L	0.55	0.40	0.70	0.024	0.018	0.030
L1	0.95	-	-	0.037	-	-
α	-	0°	8°	-	0°	8°
N	8			8		

修正的历史记录

表 12 文档的修正历史

日期	版本	修正详细资料
2002 年 6 月	1.0	首次出版
2002 年 7 月 26 日	1.1	更新直流特性(表 5)
2002 年 9 月 9 日	1.2	调整直流特性(表 5)
2002 年 9 月 18 日	1.3	调整 TSSOP 8-pin 封装 (图 1, 14; 表 9, 11)
2002 年 10 月 17 日	1.4	更新封装信息 (图 13; 表 10)
2002 年 11 月 6 日	1.5	修正 TSSOP 尺寸 (表 11)
2002 年 12 月 13 日	1.6	修正 TSU: STO 单位