

HYM3231 高精度、I²C 接口、集成 RTC/晶体

特 点

- -40℃至+85℃范围内时钟精度为±5ppm
- 为连续计时提供备用电池输入
- 工作温度范围
商用级：0℃至+70℃
工业级：-40℃至+85℃
- 两个日历时钟
- 数字温度传感器输出：精度为±3℃
- 快速(400kHz) I²C 接口
- 可编程方波输出
- 实时时钟提供秒、分、时、星期、日期、月、年信息，并提供有效期到 2100 年的闰年补偿
- $\overline{RST}$ 输出
- 低功耗

概 述

HYM3231 是低成本、高精度、I²C 实时时钟 (RTC)，具有集成的数字温补电路和晶体。该器件包含电池输入端，断开主电源时仍可保持精确的计时。集成晶体振荡器提高了器件的长期精确度，并减少了生产线的元件数量。HYM3231 提供商用级和工业级温度范围，采用 16 引脚、300mil 的 SO 封装。

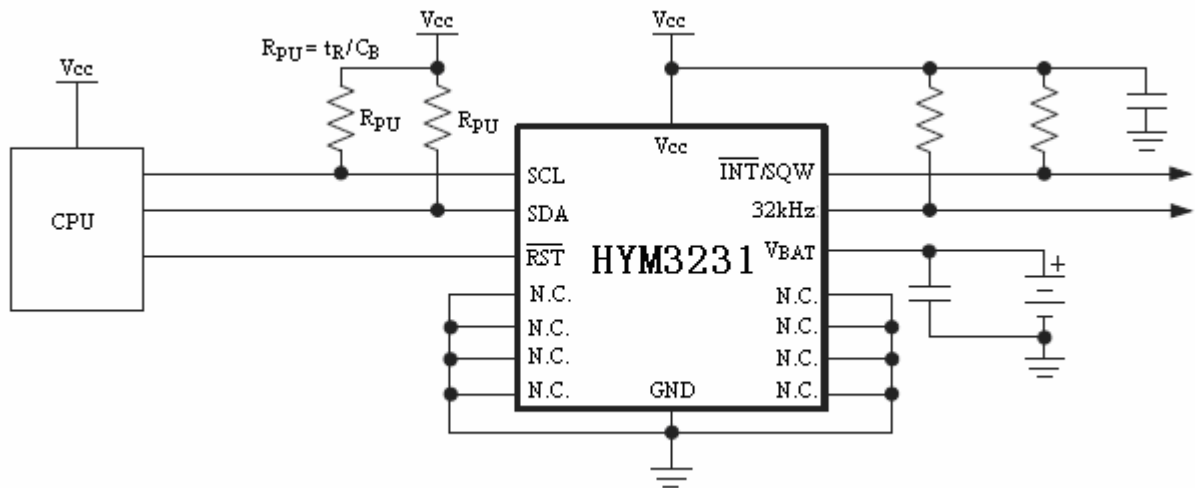
RTC 保持秒、分、时、星期、日期、月和年信息。少于 31 天的月份，将自动调整月末日期，包括闰年补偿。时钟的工作格式可以是 24 小时或 $\overline{AM}$ /PM 指示的 12 小时格式。提供两个可编程日历闹钟和一路可编程方波输出。地址与数据通过 I²C 双向总线串行传输。

精密的、经过温度补偿的电压基准和比较器用来监视 V_{CC} 状态，以检测电源故障、提供复位输出，并在必要时自动切换到备用电源。

应 用

- 服务器
- 电表远程
- 信息处理系统
- GPS

典型工作电路



最大额定值

参数	符号	条件	最大值	单位
电源电压	V_{CC}	V_{CC} -GND 之间	-0.3~+6.0	V
输入电压		V_{BAT} , 32kHz, SCL, SDA, $\overline{RST}$, $\overline{INT}/SQW$ 引脚	-0.3~+6.0	V
工作温度范围			-40~+85	°C
PN 结温度			+125	°C
保存温度范围	T_{STG}		-40~+85	°C
焊接温度		焊接, 10s	+260	°C/10s

推荐操作条件

参数	符号	条件	Min.	Typ.	Max.	单位
操作电源范围	V_{CC}		2.5	3.3	5.5	V
	V_{BAT}		2.5	3.0	5.5	V
SDA, SCL 逻辑输入高电平	V_{IH}		$0.7 \times V_{CC}$		$V_{CC} + 0.3$	V
SDA, SCL 逻辑输入低电平	V_{IL}		-0.3		$-0.3 \times V_{CC}$	V
上拉电压 (SCL, SDA, $\overline{RST}$, $\overline{INT}/SQW$)	V_{PU}	$V_{CC}=0V$			5.5	V

电气特性(1)（如无特别说明， $V_{CC}=2.5V \sim 5.5V$ ， V_{CC} =Active Supply， $T_A = T_{MIN} \sim T_{MAX}$ ）

（典型条件下， $V_{CC}=5V$ ， $V_{BAT}=3.3V$ ， $T_A = +25^{\circ}C$ ）(Note 1, 2)

参数	符号	条件	Min.	Typ.	Max.	单位
动态工作电流	ICCA	(Notes 3, 4)	$V_{CC}=3.3V$	8	200	μA
			$V_{CC}=5V$	12	300	

静态工作电流	ICCS	I ² C 不工作, 32kHz 输出 on, SQW 输出 off	VCC=3.3V		3	110	μ A
			VCC=5V		5	170	
温度转换时的工作电流	ICON	I ² C 不工作, 32kHz 输出 on, SQW 输出 off	VCC=3.3V		120	575	μ A
			VCC=5V		180	650	
电源阈值电压	VPF			2.45	2.60	2.70	V
“L”输出电压 32kHz, SDA $\overline{INT}/SQW$	VOL	IOL = 3mA				0.4	V
“L”输入电压 $\overline{RST}$	VOL	IOL = 1mA				0.4	V
输出漏电流 32kHz, SDA $\overline{INT}/SQW$	ILO	输出高阻抗		-1	0	+1	μ A

(典型条件下, V_{CC}=5V, V_{BAT}=3.3V, T_A= +25℃) (Note 1, 2)

参数	符号	条件	Min.	Typ.	Max.	单位
输入漏电流 SCL	ILI		-1		+1	μ A
$\overline{RST}$ 脚 I/O 漏电流	IOL	$\overline{RST}$ 高阻抗(Note 5)	-200		+10	μ A
V _{BAT} 漏电流	IBL	V _{CC} 工作		25	100	nA
输出频率	f _{OUT}	V _{CC} =3.3V 或 V _{BAT} =3.3V		32.768		kHz
温度精度	Temp	V _{CC} =3.3V 或 V _{BAT} =3.3V	-3		+3	℃

电气特性(2)

(如无特别说明, V_{CC}=0V, V_{BAT}=2.5V~5.5V, T_A=T_{MIN}~T_{MAX})

参数	符号	条件	Min.	Typ.	Max.	单位
动态电池工作 电流	IBATA	$\overline{EOSC}$ =0, BBSQW=0, SCL=400kHz (Note 4)	V _{BAT} =3.3V	5	70	μ A
			V _{BAT} =5V	8	150	
计时保持的电 池工作电流	IBATT	$\overline{EOSC}$ =0, BBSQW=0, SCL=SDA=0V 或 SCL=SDA= V _{BAT} (Note 4)	V _{BAT} =3.3V	0.8	3.0	μ A
			V _{BAT} =5V	1.4	3.5	
温度转换电流	IBATTC	$\overline{EOSC}$ =0, BBSQW=0, SCL=SDA=0V 或 SCL=SDA= V _{BAT} (Note 4)	V _{BAT} =3.3V	120	575	μ A
			V _{BAT} =5V	180	650	
数据保持电流	IBATTD	$\overline{EOSC}$ =1, SCL=SDA=0V, 25℃			100	nA

交流特性

(V_{CC}=V_{CC}(MIN)~V_{CC}(MAX) 或 V_{BAT}=V_{BAT} (MIN)~V_{BAT} (MAX), V_{BAT}>V_{CC}, T_A=T_{MIN}~T_{MAX})

参数	符号	条件	Min	Typ.	Max.	单位
SCL 计时器频率	f _{SCL}	快速模式	100		400	kHz
		标准模式	0		100	

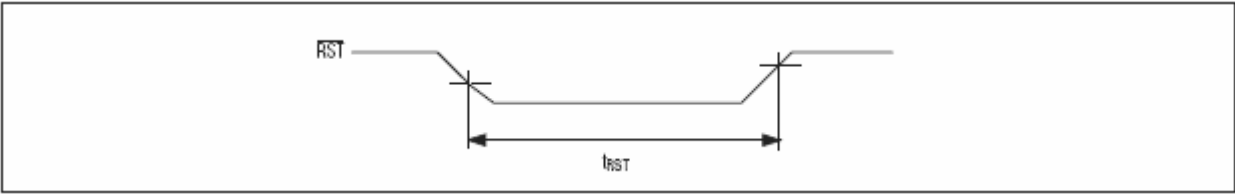
“START 和 STOP”的总线 闲置(bus free)时间	t_{BUF}	快速模式	1.3			μs
		标准模式	4.7			
“开始条件”保持时间(Note 6)	$t_{HD:STA}$	快速模式	0.6			μs
		标准模式	4.0			
SCL “L”时间	t_{LOW}	快速模式	1.3			μs
		标准模式	4.7			
SCL “H”时间	t_{HIGH}	快速模式	0.6			μs
		标准模式	4.0			
数据保持时间 (Note 7, 8)	$t_{HD:DAT}$	快速模式	0		0.9	μs
		标准模式	0		0.9	
数据 SETUP 时间 (Note 9)	$t_{SU: DAT}$	快速模式	100			ns
		标准模式	250			
“开始条件”SETUP 时间	$t_{SU: STA}$	快速模式	0.6			μs
		标准模式	4.7			
参数	符号	条件	Min	Typ.	Max.	单位
SCL, SDA 上升时间	t_r	快速模式	20+		300	ns
		标准模式	0.1C _B		1000	
SCL, SDA 下降时间(Note 10)	t_f	快速模式	20+		300	ns
		标准模式	0.1C _B		300	
“停止条件”SETUP 时间	$t_{SU: STO}$	快速模式	0.6			μs
		标准模式	4.7			
总线的负载电容(Note 10)	C _B				400	pF
SDA, SCL 的 I/O 电容	C _{I/O}			10		pF
总线容许过冲时间	t _{sp}			30		ns
RST 持续时间	t _{RST}			250		ms
振荡器停振延迟时间	t _{OSF}	(Note 11)		100		ms
温度转换时间	t _{CONV}			125	200	ms

电源开关特性

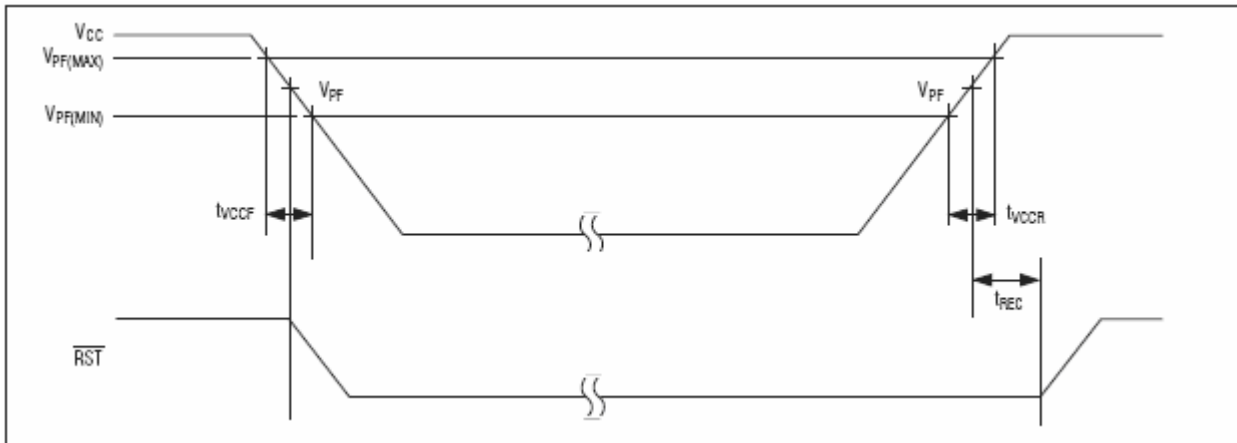
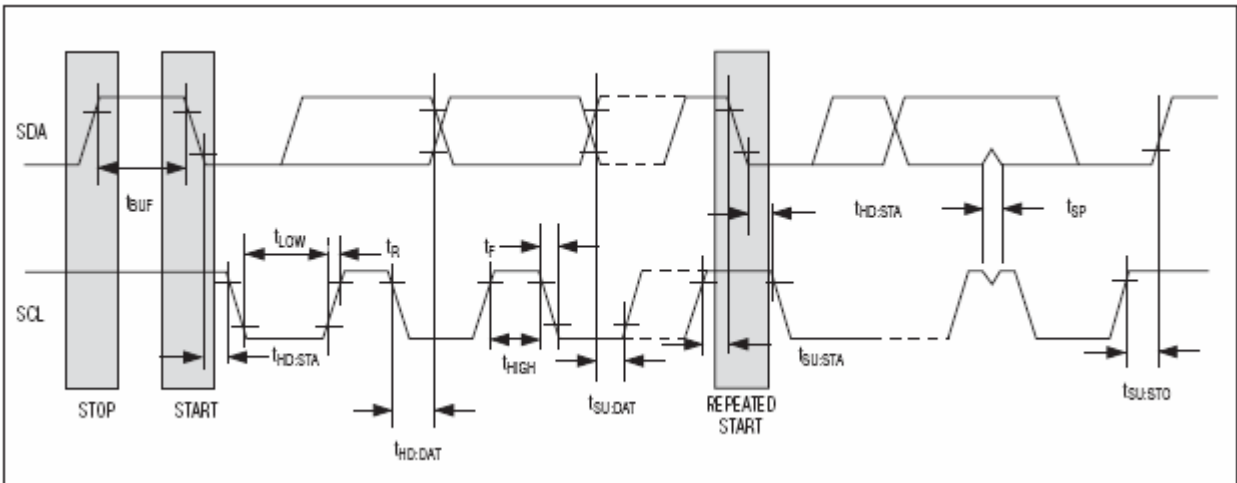
(TA=TMIN ~ TMAX)

参数	符号	条件	Min	Typ.	Max.	单位
V _{CC} 下降时间, V _{PF} (MAX) ~ V _{PF} (MIN)	t_{VCCF}		300			μs
V _{CC} 上升时间, V _{PF} (MIN) ~ V _{PF} (MAX)	t_{VCCR}		0			μs
上电恢复时间	T _{REC}	(Note 12)		250	300	ms

按钮复位时序



电源开关时序

I²C 串行总线上的数据传输

注意：在电池供电的模式下-0.3V的负过冲电压会导致数据丢失。

Note1: 设计中保证电路能在-40℃的极限温度下工作。

Note2: 所有的电压都是以地为参考。

Note3: SCL时钟的最高频率为400kHz。

Note4: 该电流为平均输入电流，且包含温度转换的电流。

Note5: $\overline{RST}$ 引脚内部有50kΩ的上拉电阻到 V_{CC} 。

Note6: 在这个周期过后，第一个时钟脉冲产生。

Note7: 器件在内部必须使SDA信号维持至少300ns到SCL的下降沿结束。

Note8: $t_{HD:DAT}$ 的最大值只要满足不超过SCL信号线被拉低的 t_{LOW} 即可。

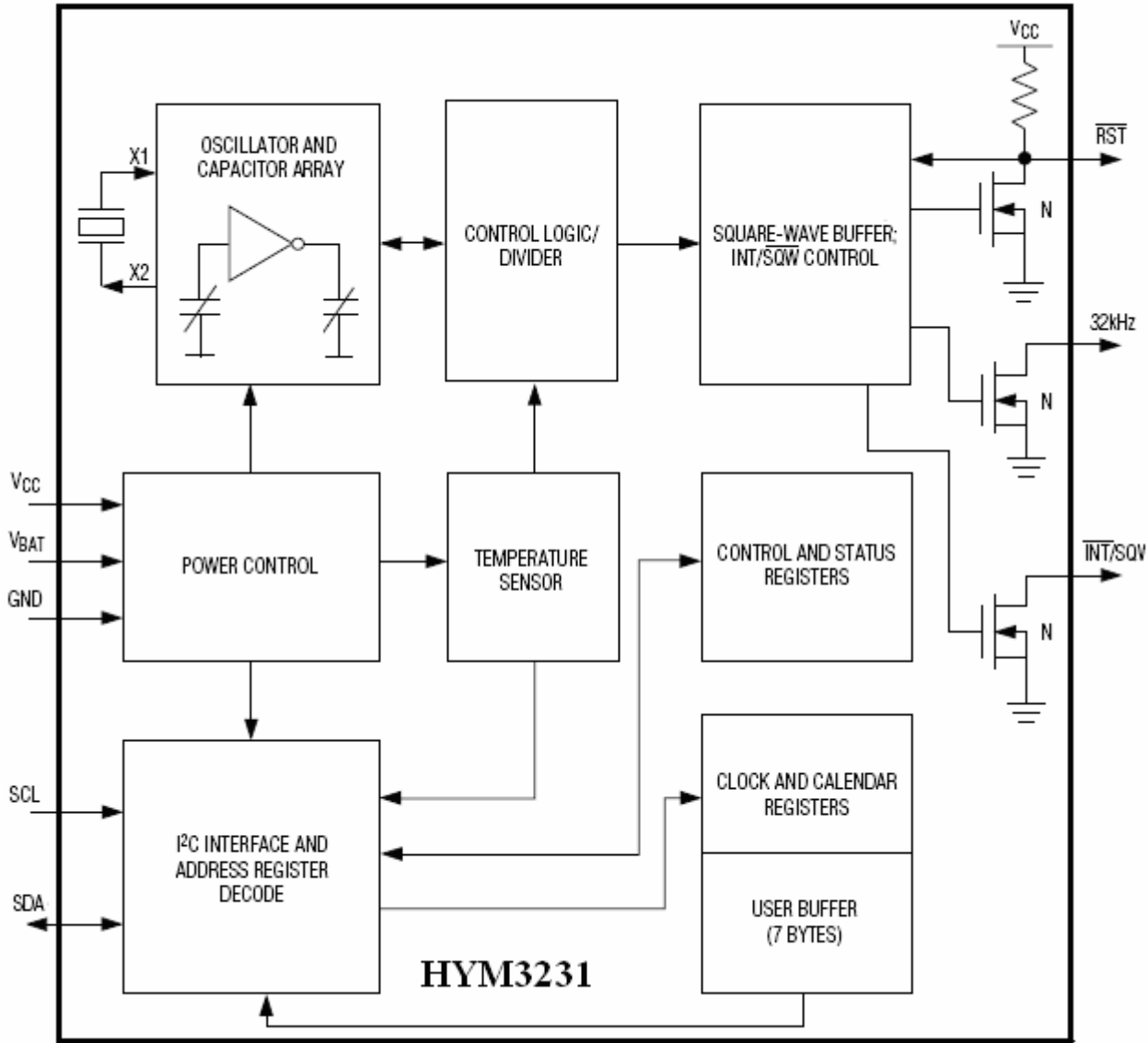
Note9: 快速模式器件可以用于标准模式的系统下，但必须满足 $t_{SU:DAT} \geq 250\text{ns}$ 。在器件的SCL信号线没有被拉低的情况下，被默认为快速模式。如果这个器件的SCL信号线被拉低，在SCL信号线被释放之前，SDA信号线上必须输出下一位数据。 $(t_R(MAX) + t_{SU:DAT} = 1000 + 250 = 1250\text{ ns})$

Note10: CB—每根总线的总电容值为pF级。

Note11: t_{OSF} 这个参数代表在电压范围为 $0.0V \leq V_{CC} \leq V_{CC(MAX)}$ 以及 $2.3V \leq V_{BAT} \leq 3.4V$ 的情况下，OSF标志位被置位后振荡器停振的间隔时间。

Note12: 这个延时只应用于振荡器被使能且正常工作的情况下。如果 $\overline{EOSC}$ 位置1， t_{REC} 将被跳过，同时 $\overline{RST}$ 将立刻变为高电平。 $\overline{RST}$ 的状态不会影响I²C接口，RTC或者数字温度补偿电路。

方框图



引脚说明

引脚	符号	功能描述
----	----	------

1	32kHz	32kHz输出。此漏极开路输出引脚要求外接上拉电阻。使能状态下，输出可工作在任意电源下。如不使用，可保持开路。
2	Vcc	用于主电源的直流电源引脚。该引脚应使用0.1 μ F至10 μ F电容进行去耦。不用时，请接地。
3	$\overline{INT}/SQW$	低电平有效中断或方波输出。该漏极开路输出引脚要求外接上拉电阻，上拉电阻连接到5.5V或低于5.5V的电源电压。如未使用，可保持开路。该多功能引脚的功能由控制寄存器(0Eh)的INTCN为决定。当INTCN设定为0时，引脚输出方波，其频率由RS2和RS1位决定。当INTCN设定为1时，计时寄存器与任一闹钟寄存器相匹配时都会触发 $\overline{INT}/SQW$ 引脚（如果使能闹钟功能）。由于首次上电时INTCN位设定为1，因此引脚缺省设置为中断输出并禁止闹钟。

引脚	符号	功能描述
4	$\overline{RST}$	低电平有效。该引脚为漏极开路输入/输出。引脚指示Vcc相对与V _{PF} 指标的状态。如果Vcc下降至低于V _{PF} ， $\overline{RST}$ 引脚被拉低。若Vcc超过V _{PF} 并持续t _{RST} 时间， $\overline{RST}$ 引脚通过内部上拉电阻拉至高电平如果禁止晶体振荡器，t _{REC} 被屏蔽， $\overline{RST}$ 立即进入高电平。
5-12	N.C.	无连接。外部必须接地。
13	GND	地。
14	V _{BAT}	备用电源输入。该引脚应使用0.1 μ F至10 μ F的低泄漏电容进行去耦。如果V _{BAT} 供电时，I ² C接口无效，无需使用去耦电容。如果不使用V _{BAT} ，则将引脚接地。
15	SDA	串行数据输入/输出。该引脚为I ² C串口的数据输入/输出。此漏极开路引脚要求外接上拉电阻。
16	SCL	串行时钟输入。该引脚为I ² C串口的数据输入，用于串口上同步传输数据。

详细说明

HYM3231为由32kHz温补晶体振荡器驱动的串行RTC。在-40℃至+85℃范围内，RTC的精度保持在±3分钟/年之内。经过数字温度补偿后的时钟在1Hz输出。RTC为低功耗时钟/日历。提供两个可编程日历闹钟和一路可编程方波输出。 $\overline{INT}/SQW$ 提供由闹钟条件决定的中断信号或者方波输出。时钟/日历提供秒、分、时、星期、日期、月和年信息。少于31天的月份，将自动调整月末的日期，并包括闰年补偿。时钟可工作在24小时或带 $\overline{AM}/PM$ 指示的12小时格式。内部寄存器通过I²C总线接口访问。

温补电压基准和比较器电路用于监视Vcc电平，以检测电源故障，并在必要时自动切换至备用电源。 $\overline{RST}$ 引脚提供外部按钮输入功能，并可用于指示电源故障。

工作原理

方框图给出了HYM3231的主要组成部分。八个模块可划分为四个功能组：数字温度补偿电路、电源控制、 $\overline{RST}$ 电源故障检测功能和RTC。它们的工作原理在以下各部分加以说明。

数字温度补偿电路

数字温度补偿电路包括温度传感器、振荡器和数字修调控制逻辑。控制器读取片上温度传感器的输出，使用查找表确定所需补偿的数字修调值，然后每60秒调整一次1Hz的脉冲。Vcc初次上电时就会读取温度值。计时精度调整功能

数字温度补偿电路能够以每0.7℃的精度单位，自动调高或调低计时精度。

*只有计时精度可自动调整，不能反映在从 FOUT 引脚的 32.768kHz 输出。

电源控制

该功能由温补电压基准和监视Vcc电平的比较器电路提供。当Vcc高于V_{PF}时，器件由Vcc供电。当Vcc低于V_{PF}，但高于V_{BAT}时，HYM3231由Vcc供电。当Vcc低于V_{PF}并低于V_{BAT}时，器件由V_{BAT}供电。参考表1。

表1. 电源控制

电源条件	工作电源
$V_{CC} < V_{PF}, V_{CC} < V_{BAT}$	V_{BAT}
$V_{CC} < V_{PF}, V_{CC} > V_{BAT}$	V_{CC}
$V_{CC} > V_{PF}, V_{CC} < V_{BAT}$	V_{CC}
$V_{CC} > V_{PF}, V_{CC} > V_{BAT}$	V_{CC}

为保护电池，V_{BAT}首次加到器件上时振荡器在Vcc到V_{PF}以上之前，或者向器件写入一个有效的I²C地址之前并不启动。典型的振荡器启动时间在1秒以内。在Vcc加电后或者有效的I²C地址写入后大约2秒钟，器件会测量一次温度，并使用计算的修正值校准振荡器。一旦振荡器运行起来，只要电源（Vcc或者V_{BAT}）有效就会一直保持运行状态。器件每隔60秒钟进行一次温度测量并校准振荡器频率。

电源（Vcc）首次上电或向器件写入一个有效的I²C地址时(V_{BAT})，时间和日期寄存器被复位至01/01/00 01 00:00:00 (MM/DD/YY DOW HH:MM:SS)。

$\overline{RST}$ 电源故障检测

HYM3231提供 $\overline{RST}$ 电源故障指示功能。当Vcc低于V_{PF} 时，会产生内部电源故障报警信号，并强制拉低 $\overline{RST}$ 引脚。当Vcc超过V_{PF}电平时， $\overline{RST}$ 引脚保持低电平大约250ms (t_{REC})，以使供电电源稳定下来。如果在Vcc加载时振荡器没有工作（参考电源控制部分）。将会跳过t_{REC}， $\overline{RST}$ 立刻变为高电平。 $\overline{RST}$ 的状态不会影响数字温度补偿功能、I²C接口以及RTC等功能的工作。

实时时钟

RTC提供秒、分、时、星期、日期、月和年信息。少于31天的月份，将自动调整月末日期，其中包括闰年的修正。时钟可工作在24小时或带 $\overline{AM}/PM$ 指示的12小时格式。

时钟提供两个可编程日历闹钟和一个可编程方波输出。 $\overline{INT}/SQW$ 引脚可产生由闹钟条件决定的中断信号，或者输出方波信号。功能选择通过INTCN位来控制。

地址分配表

图1给出了HYM3231计时寄存器的地址分配表。在多字节访问过程中，当地址指针到达寄存器空间的末尾（13h）时，将会返回到地址00h。在I²C的START条件下或者地址指针递增至地址00h时，当前的时间会传输至辅助寄存器中。在时钟继续运行的同时，可从辅助寄存器中读取时间信息。这样在读操作期间发生主寄存器更新时，可以避免重新读取寄存器。

I²C接口

只要Vcc或V_{BAT}处于有效电压范围，则可访问I²C接口。如果与HYM3231连接的微控制器由于Vcc掉电或其它因素复位，有可能造成微控制器与HYM3231的I²C通信不同步。例如：微控制器在从HYM3231读取数据时发生复位。当微控制器复位时，通过在SDA为高电平时触发SCL，可以将HYM3231的I²C接口置于已知状态。此时，微控制器应该在SCL为高电平时将SDA拉低，产生一个START条件。

时钟和日历

可以通过读取适当的寄存器字节获得时钟和日历信息。图1给出了RTC寄存器的配置说明。通过写入适当的寄存器字节来设定或者初始化时钟和日历数据。时钟和日历寄存器的内容采用二 - 十进制编码（BCD）格式。HYM 3231可以运行于12小时或者24小时模式。小时寄存器的第6位定义为12或24小时模式选择

位。该位为高时，选择12小时模式。在12小时模式下，第5位为 $\overline{AM}/PM$ 指示位，逻辑高时为PM。在24小时模式下，第5位为二十小时位（20至23小时）。当年寄存器由99溢出至00时，会转换世纪位（月寄存器的第7位）。

星期寄存器在午夜时递增。对应于星期的值由用户定义，但是该值必须连续（即，如果1等于星期日，那么2等于星期一，依次类推）。不合逻辑的时间和日历输入会导致不确定的操作。

读取或写入时间和日历寄存器时，辅助（用户）缓存器用于防止内部寄存器更新时可能出现的错误。读取时间和日历寄存器时，用户缓存器在任何START条件下或者寄存器指针返回到零时与内部寄存器同步。时间信息从这些辅助寄存器读取，此时时钟继续保持运行状态。这样在读操作期间发生主寄存器更新时可以避免重新读取寄存器。

任何时候写秒寄存器时，倒计时链都会复位。在HYM3231应答后进行写传输操作。一旦倒计时链复位，为避免翻转问题，必须在1秒钟之内写入剩余的时间和日历寄存器。倘若振荡器已经工作，并且使能方波输出，那么1Hz方波输出在秒数据传输完成后500ms转换为高电平。

图 1. 计时寄存器

地址	BIT7 MSB	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0 LSB	功能	范围
00h	0	10 Seconds			Seconds				秒	00-59
01h	0	10 Minutes			Minutes				分	00-59
02h	0	12/ $\overline{24}$	$\overline{AM}$ /PM 10 Hour	10 Hour	Hour				时	1-12+ $\overline{AM}$ /PM 00-23
03h	0	0	0	0	0	Day			星期	1-7
04h	0	0	10 Date		Date				天	01-31
05h	Century	0	0	10 Month	Month				月/世纪	01-12+ Century
06h	10 Year				Year				年	00-99
07h	A1M1	10 Seconds			10 Seconds				闹钟 1 秒	00-59
08h	A1M2	10 Minutes			10 Minutes				闹钟 1 分	00-59
09h	A1M3	12/ $\overline{24}$	$\overline{AM}$ /PM 10 Hour	10 Hour	Hour				闹钟 1 时	1-12+ $\overline{AM}$ /PM 00-23
0Ah	A1M4	DY/ $\overline{DT}$	10 Date		Day				闹钟 1 星期	1-7
					Date				闹钟 1 天	1-31
0Bh	A2M2	10 Minutes			10 Minutes				闹钟 2 分	00-59
0Ch	A2M3	12/ $\overline{24}$	$\overline{AM}$ /PM 10 Hour	10 Hour	Hour				闹钟 2 时	1-12+ $\overline{AM}$ /PM 00-23
0Dh	A2M4	DY/ $\overline{DT}$	10 Date		Day				闹钟 2 星期	1-7
					Date				闹钟 2 天	1-31
0Eh	$\overline{EOSC}$	BBSQW	CONV	RS2	RS1	INTCN	A2IE	A1IE	控制	—
0Fh	OSF	0	0	0	EN32k Hz	BSY	A2F	A1F	控制/状态	—
10h	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	模拟修调	—
11h*	0	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	数字修调	—
12h*	0	0	0	0	0	0	0	0	保留	—
13h*	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	温度寄存器	—

注：1）除非另有说明，初次上电时的寄存器状态未作定义。

2）11h~13h 寄存器为本公司用的寄存器。请不要读取/写入。

闹钟

HYM3231包含两个星期/日期闹钟。闹钟1可通过写入寄存器07h至0Ah来设定。闹钟2可通过写入寄存器0Bh至0Dh来设定。可对闹钟进行编程（通过控制寄存器的闹钟使能位和INTCN位），从而在闹钟匹配条件下触发 $\overline{INT}/SQW$ 输出。每个星期/日期闹钟寄存器的第7位是屏蔽位（表2）。当每个闹钟的屏蔽位均为逻辑0时，闹钟只有在计时寄存器中的值与存储于星期/日期闹钟寄存器的对应值相匹配时才会报警。闹钟也可以编程为每秒、分、时、星期或日期重复报警。表2 给出了可能的设置。如果不按照表中配置，会导致不合逻辑的操作。

$DY/\overline{DT}$ 位（闹钟星期/日期寄存器的第6位）用于控制存储于寄存器第0位至第5位的闹钟值是反映星期几还是月份中的日期。如果 $DY/\overline{DT}$ 设为逻辑0，闹钟将是与月份日期匹配的结果。如果 $DY/\overline{DT}$ 设为逻辑1，闹钟则是与星期几匹配的结果。

当RTC寄存器值与闹钟寄存器的设定值相匹配时，相应的闹钟标志位“A1F”或“A2F”置为逻辑1。如果对应的闹钟中断使能“A1IE”或“A2IE”也设定为逻辑1，并且INTCN位设定为逻辑1，闹钟条件将会触发 $\overline{INT}/SQW$ 信号。在时间和日期寄存器每秒更新时都会检测匹配情况。

表2. 闹钟屏蔽位

$DY/\overline{DT}$	闹钟1 寄存器屏蔽位 (BIT 7)				闹钟方式
	A1M4	A1M3	A1M2	A1M1	
X	1	1	1	1	每秒报警
X	1	1	1	0	当秒匹配时报警
X	1	1	0	0	当分和秒匹配时报警
X	1	0	0	0	当时，分和秒匹配时报警
0	0	0	0	0	当星期，时，分和秒匹配时报警
1	0	0	0	0	当天，时，分和秒匹配时报警
$DY/\overline{DT}$	闹钟2 寄存器屏蔽位 (BIT 7)				闹钟方式
	A2M4	A2M3	A2M2		
X	1	1	1		每分报警(每分钟的00秒)
X	1	1	0		当分匹配时报警
X	1	0	0		当时和分匹配时报警
0	0	0	0		当星期，时和分匹配时报警
1	0	0	0		当天，时和分匹配时报警

特殊功能寄存器

HYM3231具有两个附加寄存器（控制和状态），可以控制实时时钟、闹钟和方波输出。

控制寄存器（0Eh）

BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
$\overline{EOSC}$	BBSQW	CONV	RS2	RS1	INTCN	A2IE	A1IE

第7位：使能振荡器 $\overline{EOSC}$

设定为逻辑0时，启动振荡器。如果设定为逻辑1，在HYM3231电源切换至 V_{BAT} 时振荡器停止。初次上电时，该位清零（逻辑0）。当HYM3231由 V_{CC} 供电时，振荡器与 $\overline{EOSC}$ 位的状态无关，始终保持运行状态。

第6位：电池备份的方波使能（BBSQW）

当设定为逻辑1并且HYM3231由 V_{BAT} 引脚供电时，在没有加载 V_{CC} 的情况下，该位使能方波或中断输出。当BBSQW设定为逻辑0时，若 V_{CC} 降至低于电源故障门限值，则 $\overline{INT}/SQW$ 引脚变为高阻抗。初次上电时，该位清零（逻辑0）。

第5位：转换温度（CONV）

该位设定为1时，强制温度传感器将温度转换成数字码。这只能发生在没有进行转换期间。用户在强制控制器开始新的转换操作之前，应该检查状态位BSY。用户启动的温度转换不影响内部60秒更新周期。

用户启动的温度转换在大约2ms内不会影响BSY位。CONV位从写入开始直到转换完成保持为1，转换完后CONV和BSY均变为0。在监视用户启动转换的状态时应该使用CONV位。

第4和第3位：频率选择（RS2和RS1）

方波使能时，这两位用于控制方波输出的频率。以下表2给出了可以通过RS位选择的方波频率。初次上电时，这两位均设置为逻辑1（8.192kHz）。

第2位：中断控制（INTCN）

该位控制 $\overline{INT}/SQW$ 信号。INTCN设定为0时， $\overline{INT}/SQW$ 引脚输出方波。INTCN设定为1时，若计时寄存器与任何一个闹钟寄存器相匹配，则会触发 $\overline{INT}/SQW$ 输出（如果也使能闹钟的话）。匹配时相应的闹钟标志总是置位，而与INTCN位的状态无关。初次上电时，INTCN位设定为逻辑1。

表2. 方波输出频率

RS1	RS2	方波输出频率
0	0	1Hz
0	1	1.024kHz
1	0	4.096kHz
1	1	8.192 kHz

志总是置位，而与INTCN位的状态无关。初次上电时，INTCN位设定为逻辑1。

第1位：闹钟2中断使能（A2IE）

该位设定为逻辑1时，允许状态寄存器中的闹钟2标志位（A2F）触发 $\overline{INT}/SQW$ 信号（当INTCN =1时）。当A2IE位设定为0或者INTCN设定为0时，A2F位不启动中断信号。初次上电时，A2IE位清零（逻辑0）。

第0位：闹钟1中断使能（A1IE）

该位设定为逻辑1时，允许状态寄存器中的闹钟1标志位（A1F）触发 $\overline{INT}/SQW$ 信号（当INTCN =1时）。当A1IE位设定为0或者INTCN设定为0时，A1F位不启动 $\overline{INT}/SQW$ 信号。初次上电时，A1IE位清零（逻辑0）。

状态寄存器（0Fh）

BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
OSF	0	0	0	EN32kHz	BSY	A2F	A1F

第7位：振荡器停止标志（OSF）

该位为逻辑1表示振荡器现在停止工作，或者曾经停止工作，可用于判定计时数据的有效性。无论何时振荡器停止工作，该位均置为逻辑1。以下情况能够造成OSF置位：

- 1) 初次上电。
- 2) VCC与VBAT上的电压都不足以支持振荡器工作。
- 3) 在电池备份模式下， $\overline{EOSC}$ 位关闭。
- 4) 晶体的外部影响（即噪声、泄漏等）。

该位保持为逻辑1，直到写入逻辑0清除。

第3位：使能32kHz输出（EN32kHz）

该位控制32kHz引脚的状态。当设定为逻辑1时，使能32kHz引脚，并输出32.768kHz方波信号。设定为逻辑0时，32kHz引脚变为高阻态。初始化上电时，该位为逻辑1。HYM3231加载电源后（如果振荡器工作），32kHz引脚输出32.768kHz方波信号。

第2位：忙（BSY）

该位表示器件正在执行温度转换功能，温度传感器的转换控制信号使BSY置为逻辑1。当器件处于1分钟空闲状态时该位清零。

第1位：闹钟2标志（A2F）

闹钟2标志位为逻辑1时表示时间与闹钟2寄存器匹配。如果A2IE位为逻辑1，并且INTCN位设定为逻辑1，则同时触发 $\overline{INT}/SQW$ 引脚。写入逻辑0时A2F位清零。该位仅能写入逻辑0。试图写入逻辑1的操作不改变原逻辑值。

第0位：闹钟1标志（A1F）

闹钟1标志位为逻辑1时表示时间与闹钟1寄存器匹配。如果A1IE位为逻辑1，并且INTCN位设定为逻辑1，则同时触发 $\overline{INT}/SQW$ 引脚。写入逻辑0时A1F位清零。该位仅能写入逻辑0。试图写入逻辑1的操作不改变原逻辑值。

模拟修调(10h)

BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date	Date

模拟修调寄存器提供一个8位码，并加到电容阵列寄存器中。该码为2的补码。电容阵列与晶体引脚相连，一个LSB对应一个小电容加入或移出该阵列。在以下情况下，修调寄存器加至电容阵列寄存器。

正的修调系数为增大阵列电容，降低振荡频率；负的修调系数为减小阵列电容，增大振荡频率。

内部用寄存器（11h至13h）

数字修调寄存器（11h）

BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
0	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA

保留寄存器（12h）

BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
0	0	0	0	0	0	0	0

温度寄存器（13h）

BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA

温度值采用8位编码表示，具有+0.7℃的分辨率，访问地址为13h。温度编码为2的补码格式。上电复位后，控制器启动温度转换。新的温度读数存储在该寄存器中。

11h~13h寄存器为本公司用的寄存器。请不要读取/写入。

I²C串行数据总线

HYM3231支持双向I²C总线和数据传输协议。向总线发送数据的设备定义为发送器，接收数据的设备定义为接收器。控制信令的设备称为主设备。由主设备控制的设备称为从设备。总线必须由主设备来控制，主设备负责产生串行时钟（SCL）、控制总线访问，以及产生START和STOP条件。HYM3231在I²C总线上作为从设备工作。设备通过SCL输入和漏极开路的SDA I/O线与总线连接。总线规范中定义了标准模式（100kHz最高时钟频率）和快速模式（400kHz最高时钟频率）。HYM3231支持这两种工作模式。定义了如下的总线协议（图2）：

- 只能在总线空闲时才能启动数据传输。
- 在数据传输过程中，当时钟线为高电平时，数据线必须保持稳定。如果时钟线为高电平时，数据线电平发生变化，会被认为是控制信号。

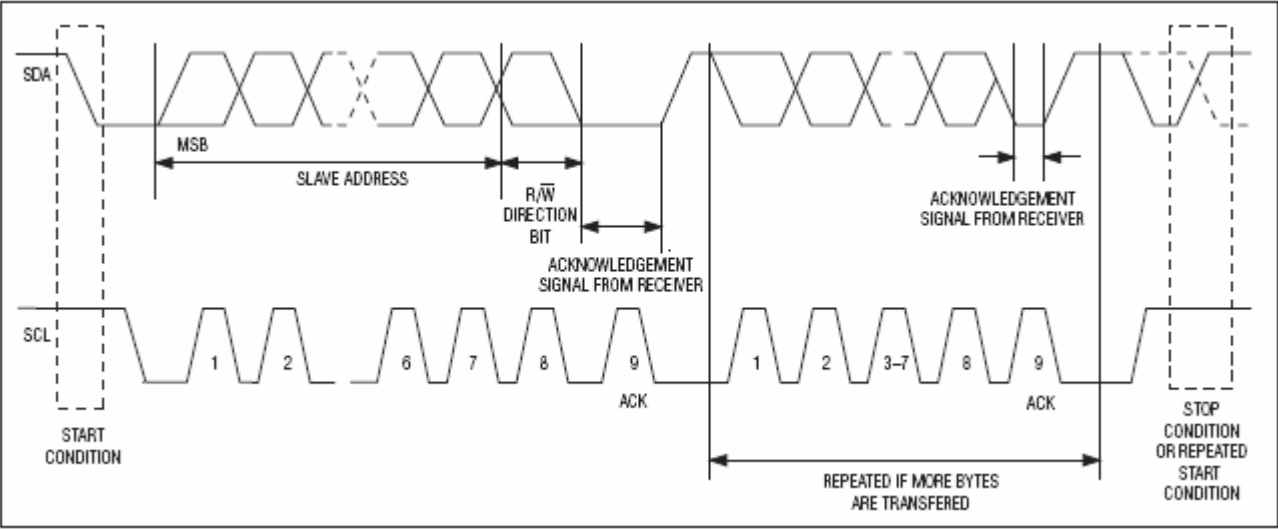


图2. I²C数据传输示意图

相应地，定义了如下的总线条件：

总线空闲：数据和时钟线均保持高电平。

启动数据传输：时钟线为高电平时，数据线状态由高变低，定义为START条件。

停止数据传输：时钟线为高电平时，数据线状态由低变高，定义为STOP条件。

数据有效：产生START条件后，若在时钟信号为高电平期间数据线保持稳定，则此时数据线状态代表有效数据。线上数据必须在时钟信号为低电平期间改变。每个时钟脉冲传送一位数据。

使用START条件启动每次数据传输，并由STOP条件终止传输。在START与STOP条件之间传输的数据字节数没有限制，仅由主设备决定。信息传输以字节为单位，每个接收器使用第9位进行应答。

应答：被寻址的接收设备必须在收到每个字节后发出应答信号。主设备必须生成额外的时钟脉冲，用于该应答位。

应答设备必须在应答时钟脉冲期间拉低SDA线，因此在应答时钟脉冲的高电平期间，SDA线保持稳定的低电平。当然，建立与保持时间必须考虑在内。通过不对从设备同步输出的最后字节产生应答位，主设备向从设备指示数据的结尾。这样，从设备必须保持数据线为高电平以使主设备能够产生STOP条件。

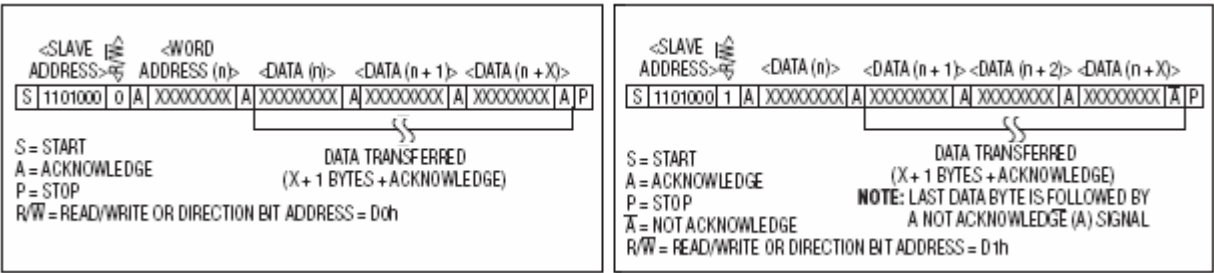


图3. 从设备接收模式（写模式）

从设备发送模式（读模式）

图3详细说明了如何在I²C总线上完成数据传输。根据R/ $\overline{W}$ 位的状态，可完成两类数据传输：

数据由主设备发送器传输至从设备接收器。主设备发送的首字节是从设备地址。接下来是若干数据字节。从设备收到每个字节后返回应答位。数据从最高有效位（MSB）开始传输。

数据由从设备发送器传输至主设备接收器。主设备发送首字节（从设备地址）。然后从设备返回应答位。接下来由从设备向主设备发送若干数据字节。除最后一个字节外，主设备收到每个字节后均返回应答位。收到最后一个字节后，返回非应答位。

主设备产生所有的串行时钟脉冲和START、STOP条件。传输由STOP条件或者重复START条件结束。由于重复START条件同时也是下一个串行传输的开始，因此不会释放总线。数据从最高有效位（MSB）开始传输。

HYM3231可工作于以下两种模式：

从设备接收模式（HYM3231写模式）：通过SDA和SCL接收串行数据和时钟。收到每个字节后，发送应答位。START 和STOP 条件作为串行传输的开始和结束。

在收到从设备地址和传输方向位之后，由硬件实现地址识别。主设备产生START条件后，从设备地址字节是收到的第一个字节。从设备地址字节包括7位HYM3231地址，即1101000，接着是传输方向位(R/ $\overline{W}$)。该位为0，表示写操作。在收到并译码从设备地址字节后，HYM3231向SDA发出应答信号。在HYM3231应答从设备地址+写位之后，主设备发送一个字地址至HYM3231。这用于设定HYM3231的寄存器指针，HYM3231对该传输做出应答。主设备随后可以发送0或者更多字节的数据，HYM3231应答每个收到的字节。每个数据字节传输完后，寄存器指针自动递增。主设备产生STOP条件以终止数据写入。

从设备发送模式（HYM3231读模式）：接收和处理首字节的方式与从设备接收模式相同。但是，在这种模式下，方向位指示的传输方向是相反的。HYM3231向SDA发送串行数据，并由SCL输入串行时钟。START和STOP条件作为串行传输的开始和结束。在收到从设备地址和方向位后，由硬件进行地址识别。主设备产生START条件后，从设备地址字节是收到的首字节。从设备地址字节包括7位HYM3231地址，即1101000，接下来是方向位(R/ $\overline{W}$)。该位为1，表示读操作。在接收和译码从设备地址字节后，HYM3231向SDA发出应答信号。然后HYM3231开始发送数据，并从寄存器指针所指向的寄存器地址开始。如果在启动读模式之前未写寄存器指针，所读取的首地址是最后存储的寄存器指针值。HYM3231必须收到非应答信号以结束读操作。

操作、PCB布局 and 安装

HYM3231封装包含石英音叉晶体，可以使用拾取 - 贴装设备，但是必须谨慎小心，以确保避免过度冲击。避免使用超声波清理，以免损坏晶体。

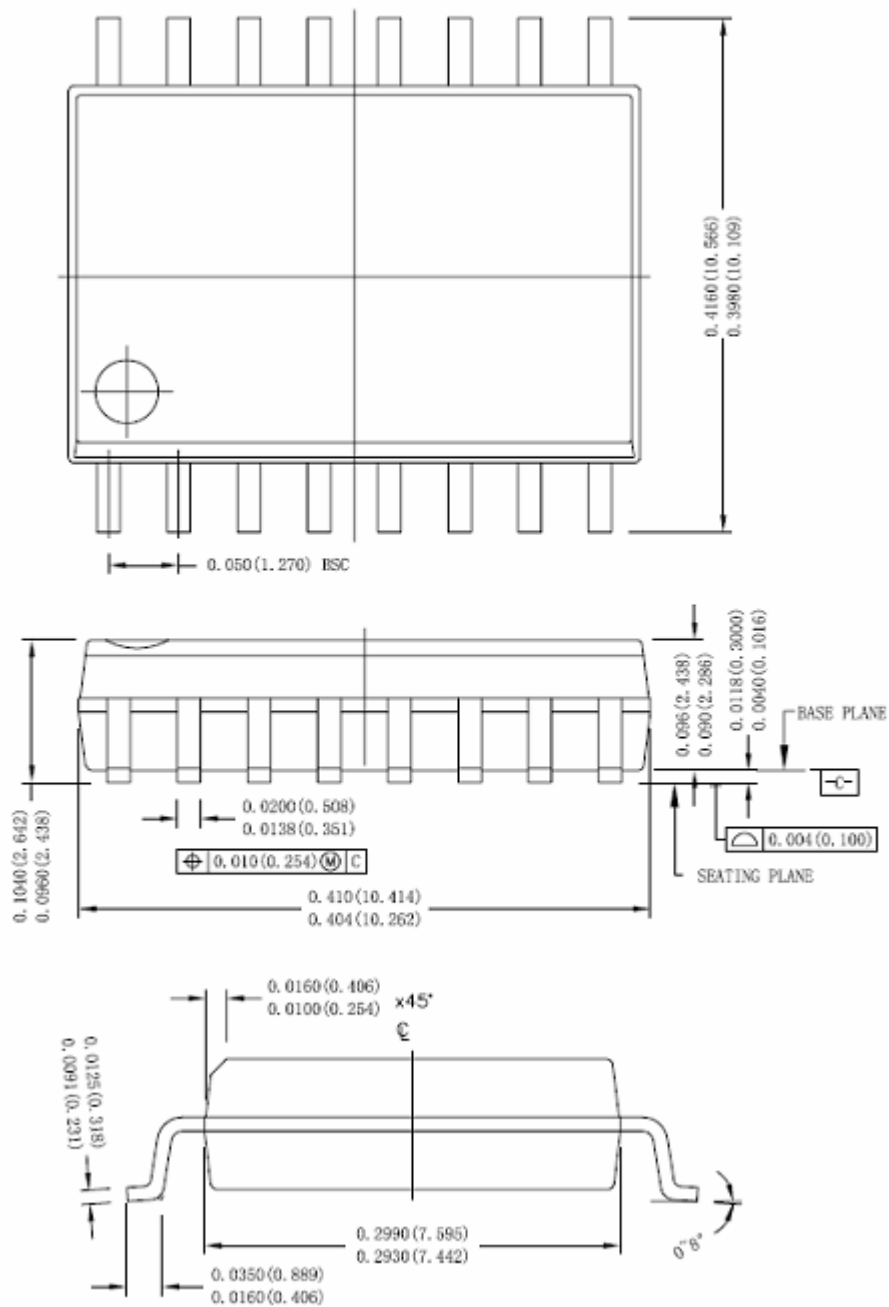
除非封装与信号线之间有地层隔开，否则避免在器件下面走信号线。所有N.C.（无连接）引脚必须接地。

潮湿敏感封装出厂时采用防潮包装。必须遵循封装标签上列出的操作说明。以防止回流焊过程中损坏器件。允许的回流焊次数最多2次。

外型尺寸图

HYM3231 SOIC-16 WIDE

单位: inch(mm)



此为HYM3231工程样片Datasheet，仅作参考。