

2K 位，4K 位，8K 位和 16K 位串行 I²C 总线 EEPROM

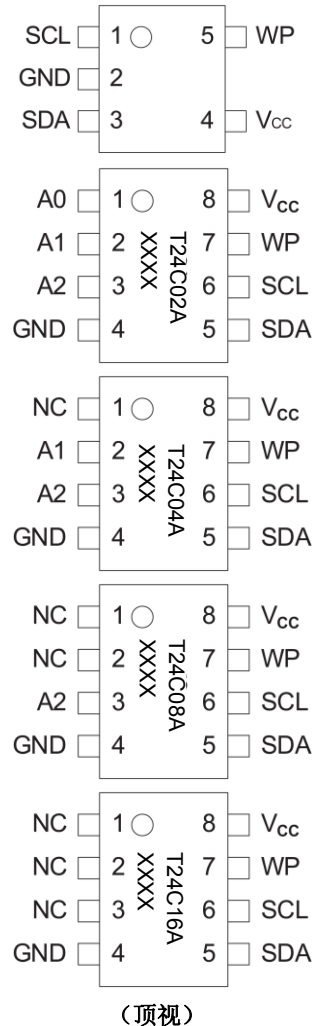
1. 描述

HM24C02/04/08/16是电可擦除PROM，分别采用256/512/1024/2048×8-bit的组织结构以及两线串行接口。电压可允许低至1.8V，待机电流和工作电流分别为1μA和1mA。HM24C02/04/08/16具有页写能力，每页分别为8/16/16/16字节。

2. 特点

- 宽工作电压：1.8V ~ 5.5V
- 低电压技术
 - 1mA 典型工作电流
 - 1μA 典型待机电流
- 存储器组织结构
 - HM24C02, 256 X 8 (2K bits)
 - HM24C04, 512 X 8 (4K bits)
 - HM24C08, 1024 X 8 (8K bits)
 - HM24C16, 2048 X 8 (16K bits)
- 2 线串行接口，完全兼容 I²C 总线
- I²C 时钟频率为 1 MHz (5V)，400 kHz (1.8V, 2.5V, 2.7V)
- 施密特触发输入噪声抑制
- 硬件数据写保护
- 内部写周期 (最大 5 ms)
- 可按字节写
- 页写：8 字节页 (HM24C02)，16 字节页 (HM24C04/08/16)
- 可按字节，随机和序列读
- 自动递增地址
- ESD 保护大于 2.5kV
- 高可靠性
 - 擦写寿命：100 万次
 - 数据保持时间：100 年
- 封装：DIP8L、SOP8L、TSSOP8、DFN8、SOT23-5、TSOT23-5
- 无铅工艺，符合 RoHS 标准

引脚排列



3. 应用领域

- 智能化仪器仪表
- 工业控制
- 家用电器
- 汽车电子

- 计算机/笔记本电脑
- 通信设备

4. 订购信息

工作温度范围	封装		订购型号	包装数量
-40°C ~ +85°C	DIP8L	Pb-Free	HM24CXXP	50 片/管
	SOP8L		HM24CXXS	100 片/管
	TSSOP8		HM24CXXSR	3000 片/卷
	DFN8		HM24CXXT	4000 片/卷
	SOT23-5		HM24CXXD	3000 片/卷
	TSOT23-5		HM24C02MR	3000 片/卷
	TSOT23-5		HM24C02TMR	3000 片/卷

XX = 02/04/08/16

5. 框图

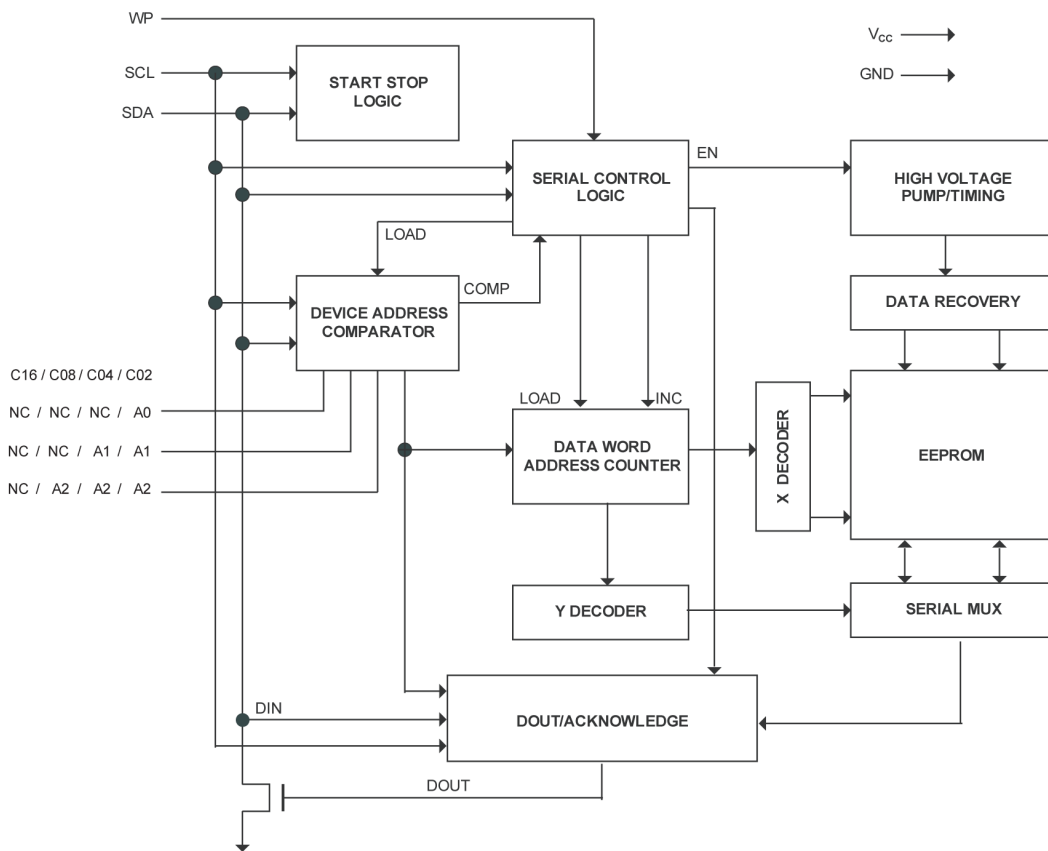


图 1. 框图

6. 引脚说明

引脚号		名称	功能说明
5PIN	8PIN		
	1	A0	地址输入。A2、A1和A0是器件地址输入引脚。 HM24C02 使用A2、A1和A0输入引脚作为硬件地址，在总线上可同时级联8个HM24C02器件（详见器件地址部分）。
	2	A1	HM24C04 使用A2和A1输入引脚作为硬件地址，在总线上可同时级联4个HM24C04器件，A0为空脚，可接地。 HM24C08 使用A2输入引脚作为硬件地址，在总线上可同时级联2个HM24C08器件，A0和A1为空脚，可接地。
	3	A2	HM24C16 未使用器件地址引脚，在总线上最多只可连接一个16K器件，A2、A1和A0为空脚，可接地。
3	5	SDA	串行地址和数据输入/输出。SDA是双向串行数据传输引脚，漏极开路，因此SDA总线需外接上拉电阻到V _{CC} （典型值10kΩ）
1	6	SCL	串行时钟输入。SCL用于同步数据传输，数据写入使用它的上升沿，数据读出使用它的下降沿。
5	7	WP	写保护。WP引脚提供硬件数据保护，当WP接地时，允许数据正常读写操作，当WP接V _{CC} 时，写保护且只读。
2	4	GND	地
4	8	V _{CC}	电源

7. 最大额定参数

（超出最大额定参数可能会导致器件损坏）

参数	符号	数值	单位
直流供电电压	V _{CC}	-0.3 ~ +6.5	V
直流输入电压	V _{IN}	-0.3 ~ V _{CC} +0.3	V
直流输出电压	V _{OUT}	-0.3 ~ V _{CC} +0.3	V
存储温度	T _{STG}	-65 ~ +150	℃
ESD电压（人体模型）	V _{ESD}	2500	V
ESD电压（机器模型）		200	V

8. 推荐工作条件

（应在推荐工作条件下实现功能）

参数	符号	最小值	最大值	单位
直流供电电压	V _{CC}	1.8	5.5	V
工作温度	T _A	-40	+85	℃

9. 引脚电容

(推荐工作条件: $T_A = 25^{\circ}\text{C}$, $f = 1.0\text{ MHz}$, $V_{CC} = +1.8\text{V}$)

参数	符号	测试条件	最小值	最大值	单位
输入/输出电容 (SDA)	$C_{I/O}$	$V_{I/O} = 0\text{V}$	-	8	pF
输入电容 (A0, A1, A2, SCL)	C_{IN}	$V_{IN} = 0\text{V}$	-	6	pF

10. 直流电气特性

(推荐工作条件: $T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$, $V_{CC} = +1.8\text{V} \sim +5.5\text{V}$, 除非另有注明)

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位	
供电电流	I_{CC}	$V_{CC} = 5\text{V}$	100kHz 读	-	0.4	1.0	mA
			100kHz 写	-	2.0	3.0	mA
待机电流	I_{SB}	$V_{IN} = V_{CC}$ or GND	-	-	1.0	μA	
输入漏电流	I_{LI}	$V_{IN} = V_{CC}$ or GND	-	-	3.0	μA	
输出漏电流	I_{LO}	$V_{OUT} = V_{CC}$ or GND	-	0.05	3.0	μA	
输入低电平电压	V_{IL}		-0.6	-	$V_{CC} \times 0.3$	V	
输入高电平电压	V_{IH}		$V_{CC} \times 0.7$	-	$V_{CC} + 0.5$	V	
输出低电平电压	V_{OL3}	$V_{CC} = 5.0\text{V}$, $I_{OL} = 3.0\text{ mA}$	-	-	0.4	V	
	V_{OL2}	$V_{CC} = 3.0\text{V}$, $I_{OL} = 2.1\text{ mA}$	-	-	0.4	V	
	V_{OL1}	$V_{CC} = 1.8\text{V}$, $I_{OL} = 0.15\text{ mA}$	-	-	0.2	V	

11. 交流电气特性

(推荐工作条件: $T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$, $V_{CC} = +1.8\text{V} \sim +5.5\text{V}$, $C_L = 100\text{ pF}$, 除非另有注明)

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
时钟频率, SCL	f_{SCL}	$V_{CC} = 1.8\text{V}$	-	-	400	kHz
		$V_{CC} = 5\text{V}$	-	-	1000	
低电平时钟脉宽	t_{LOW}	$V_{CC} = 1.8\text{V}$	1.2	-	-	μs
		$V_{CC} = 5\text{V}$	0.6	-	-	
高电平时钟脉宽	t_{HIGH}	$V_{CC} = 1.8\text{V}$	0.6	-	-	μs
		$V_{CC} = 5\text{V}$	0.4	-	-	
噪声消除时间	t_I	$V_{CC} = 1.8\text{V}$	-	-	50	ns
		$V_{CC} = 5\text{V}$	-	-	40	
时钟下降沿到数据有效输出间隔时间	t_{AA}	$V_{CC} = 1.8\text{V}$	0.05	-	0.9	μs
		$V_{CC} = 5\text{V}$	0.05	-	0.55	
总线释放时间	t_{BUF}	$V_{CC} = 1.8\text{V}$	1.2	-	-	μs
		$V_{CC} = 5\text{V}$	0.5	-	-	
起始条件保持时间	$t_{HD,STA}$	$V_{CC} = 1.8\text{V}$	0.6	-	-	μs
		$V_{CC} = 5\text{V}$	0.25	-	-	

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
起始条件建立时间	$t_{SU.STA}$	$V_{CC} = 1.8V$	0.6	-	-	μs
		$V_{CC} = 5V$	0.25	-	-	
数据输入保持时间	$t_{HD.DAT}$	-	0	-	-	μs
数据输入建立时间	$t_{SU.DAT}$	-	100	-	-	ns
输入上升时间	t_R	-	-	-	300	ns
输入下降时间	t_F	$V_{CC} = 1.8V$	-	-	300	ns
		$V_{CC} = 5V$	-	-	100	
停止条件建立时间	$t_{SU.STO}$	$V_{CC} = 1.8V$	0.6	-	-	μs
		$V_{CC} = 5V$	0.25	-	-	
数据输出保持时间	t_{DH}	-	50	-	-	ns
写周期时间	t_{WR}	-	-	-	5	ms

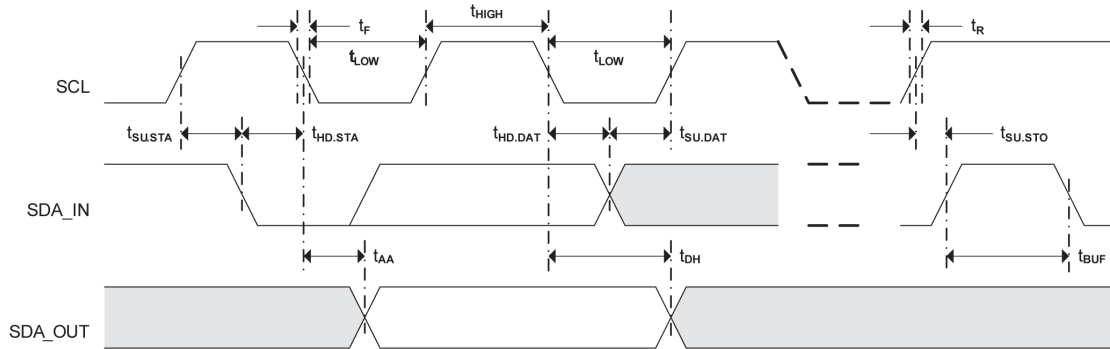
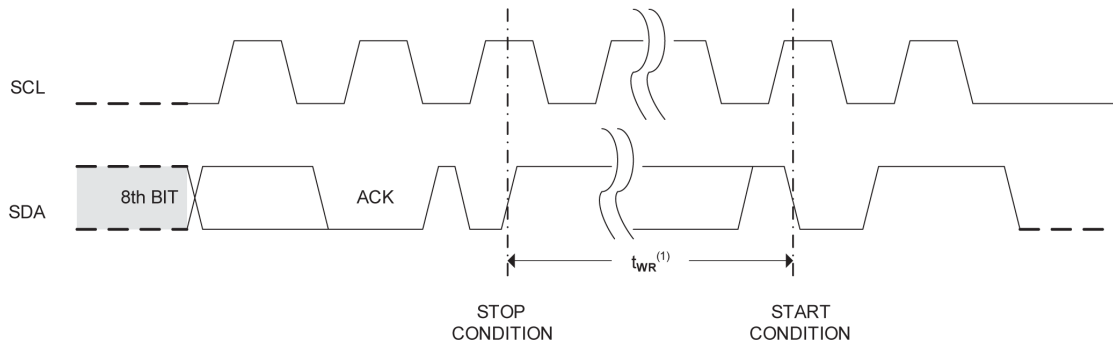


图 2. 总线时序



NOTE 1. The write cycle time t_{WR} is the time from a valid stop condition of a write sequence to the end of the internal clear/write cycle.

图 3. 写周期时序

12. 存储结构

器件	总容量bits	总页数	字节/页	字地址长度
HM24C02	2K	32	8	8-bit
HM24C04	4K	32	16	9-bit
HM24C08	8K	64	16	10-bit
HM24C16	16K	128	16	11-bit

13. 详细操作说明

13.1 I²C数据总线传输协议

I²C 总线接口

HM24CXX支持I²C总线传输协议。I²C是一种双向、两线通讯接口，分别是串行数据线SDA和串行时钟线SCL。两根线都必须通过一个上拉电阻接到电源。典型的总线配置如图4所示。

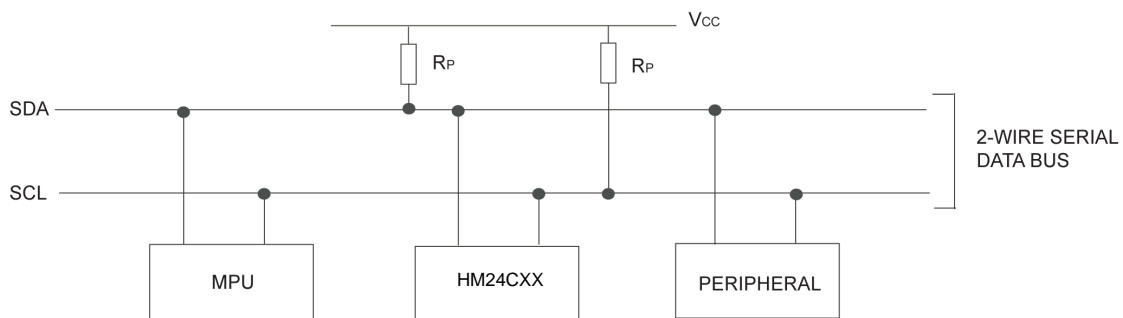


图 4. 典型两线总线配置

总线上发送数据的器件被称作发送器，接收数据的器件被称作接收器。控制信息交换的器件被称作主器件，受主器件控制的器件则被称作从器件。主器件产生串行时钟SCL，控制总线的访问状态、产生START和STOP条件。HM24CXX在I²C总线中作为从器件工作。

只有当总线处于空闲状态时才可以启动数据传输。每次数据传输均开始于START条件，结束于STOP条件，二者之间的数据字节数是没有限制的，由总线上的主器件决定。信息以字节（8位）为单位传输，第9位时由接收器产生应答。

起始和停止条件

数据和时钟线都为高则称总线处在空闲状态。当SCL为高电平时SDA的下降沿（高到低）叫做起始条件（START，简称为S），SDA的上升沿（低到高）则叫做停止条件（STOP，简称为P）。参见图5。

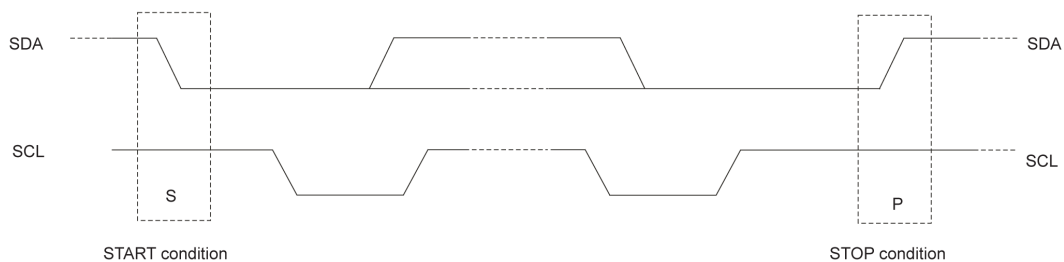


图 5. 起始条件和停止条件的定义

位传输

每个时钟脉冲传送一位数据。SCL为高时SDA必须保持稳定，因为此时SDA的改变被认为是控制信号。位传输参见图6。

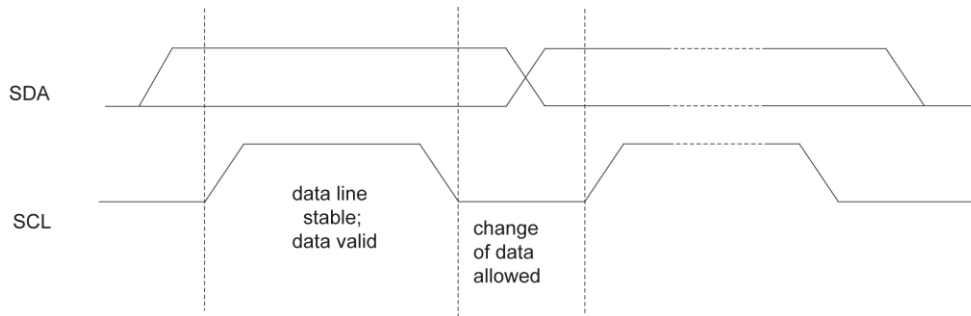


图 6. 位传输

应答

总线上的接收器每接收到一个字节就产生一个应答，主器件必须产生一个对应的额外的时钟脉冲，见图7。

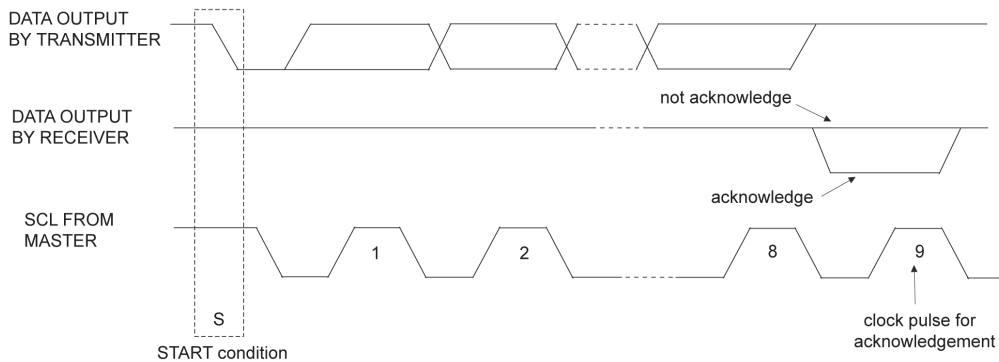


图 7. I²C 总线的应答

接收器拉低SDA线表示应答，并在应答脉冲期间保持稳定的低电平。当主器件作接收器时，必须发出数据传输结束的信号给发送器，即它在最后一个字节之后的应答脉冲期间不会产生应答信号（不拉低SDA）。这种情况下，发送器必须释放SDA线为高以便主器件产生停止条件。

器件寻址

在起始条件使能芯片读写操作后，EEPROM都要求有8位的器件地址信息（见图8）。

器件地址信息由“1”，“0”序列组成，前4位如图中所示，对于所有串行EEPROM都是一样的。

对于HM24C02，随后3位A2、A1和A0为器件地址位，A2、A1和A0器件地址位必须与硬件输入引脚保持一致。

对于HM24C04，随后2位A2和A1为器件地址位，另1位为页地址位，A2和A1器件地址位必须与硬件输入引脚保持一致，而A0是空脚。

对于HM24C08，随后1位A2为器件地址位，另2位（P0，P1）为页地址位，A2器件地址位必须与硬件输入引脚保持一致，而A1和A0是空脚。

对于HM24C16，无器件地址位，这3位（P0，P1，P3）都为页地址位，而A2、A1和A0是空脚。

器件地址信息的第8位为读/写操作选择位，高为读操作，低为写操作。
在比较器件地址正确过后，EEPROM将输出应答“0”。如果比较不对，则返回等待状态。

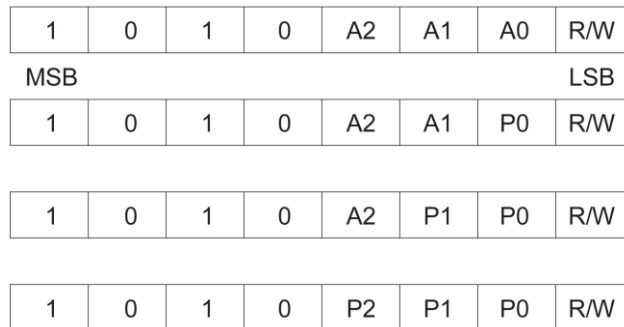


图 8. 器件地址

13.2 器件操作

待机模式

EEPROM具有低功耗待机的特点，条件为：（1）电源上电；（2）接收停止条件及完成任何内部操作后。

存储复位

当协议中产生中断，掉电或系统复位后，I²C总线可通过以下步骤复位：

- （1）产生9个时钟周期
- （2）当SCL为高时，SDA也为高
- （3）产生一个起始条件

写操作

1. 按字节写

写操作要求在接收器件地址和ACK应答后，接收8位的字地址。接收到这个地址后，EEPROM将应答“0”，然后是一个8位数据。在接收8位数据后，EEPROM将应答“0”，接着必须由主器件发送停止条件来终止写序列。

此时EEPROM进入内部写周期 t_{WR} ，写入非易失性存储器中。在这个写周期，所有输入都无效。直到写周期完成，EEPROM才会有应答（见图9）。

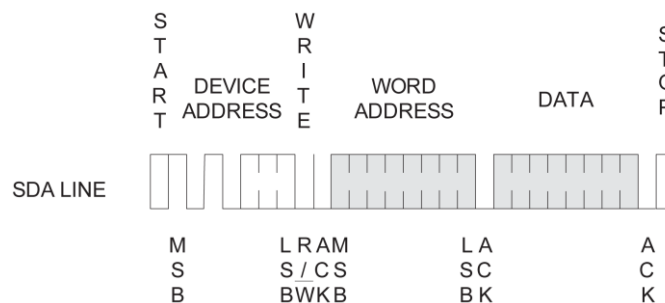


图 9. 按字节写

2. 按页写

HM24C02器件按8字节页写，HM24C04/08/16器件按16字节页写。

按页写初始化与按字节写相同，只是主器件不会在第一个数据后发送停止条件，而是在EEPROM的ACK以后，发送7个（HM24C02）或15个（HM24C04/08/16）更多的数据。EEPROM在收到每个数据后都应答“0”。最后仍需由主器件微控制器，发送停止条件来终止写序列（见图10）。

在接收到每个数据后，字地址的低3位（HM24C02）或4位（HM24C04/08/16）由内部自动增加1，而其余高位的地址位不变，维持该页的位置。当内部产生的字地址达到该页边界地址时，随后的数据将写入该页的页首。如果超过8个（HM24C02）或16个（HM24C04/08/16）数据传给了EEPROM，字地址将回转该页的首字节，先前的字节将会被覆盖。

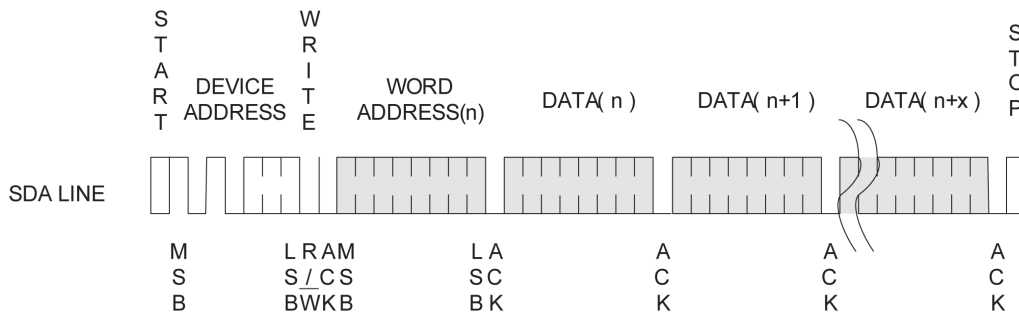


图 10. 按页写

3. 应答查询

一旦内部写周期启动，EEPROM输入无效，此时即可启动应答查询。这包括通过器件地址发送起始条件，读/写为表示操作请求。如果内部写周期完成，EEPROM将应答“0”，接着又可继续读/写操作了。

应答查询流程见图11。

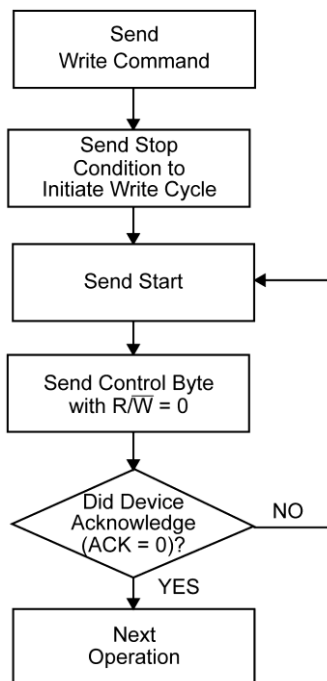


图 11. 应答查询流程

读操作

读操作与写操作初始化相同，只是器件地址中的读/写选择位需置为“1”。有三种不同的读操作方式：当前地址读，随机读和顺序读。

1. 当前地址读

内部地址计数器保存着上一次读/写访问的地址，自动增加1。这个地址只要芯片有电就能保存。当读到最后一页的最后字节，地址会回转到0；当写到某页尾的最后一个字节，地址会回转到该页的首字节。

一旦接收器件地址（读/写选择位置为“1”），EEPROM应答ACK后，当前地址的数据就可按时钟送出。主器件无需应答“0”，但需发送停止条件（见图12）。

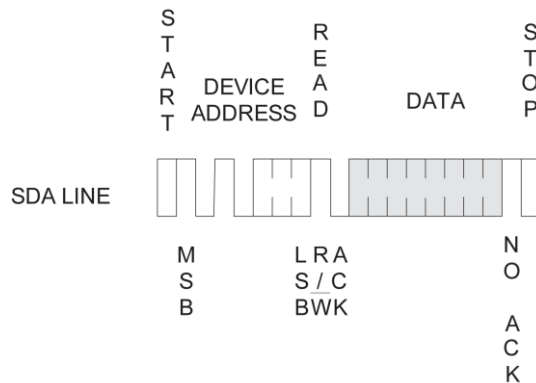


图 12. 当前地址读

2. 随机读

随机读需先伪写一个目标字地址，一旦EEPROM接收器件地址和字地址，并应答了ACK。主器件就另外产生一个起始条件。

现在主器件通过发送器件地址（读/写选择位置为“1”）初始化当前读地址，EEPROM应答ACK并按时钟送出数据。主器件无需应答“0”，但需发送停止条件（见图13）。

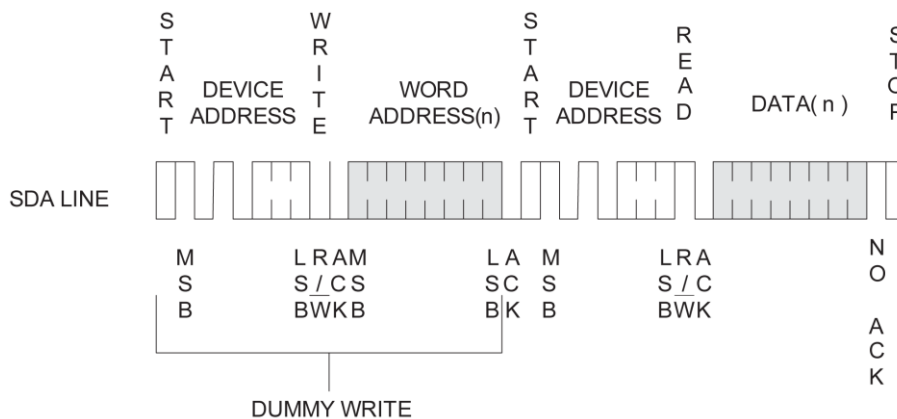


图 13. 随机读

2. 顺序读

顺序读可以通过当前地址读和随机读启动，在主器件接收到一个数据后，应答ACK。只要EEPROM接收到ACK，将自动增加字地址并继续按时钟发送后面的数据。当达到存储器最大地址，地址将回转到0，仍可继续顺序读取数据。

当主器件未应答“0”，而发送停止条件，即可结束顺序读操作（见图14）。

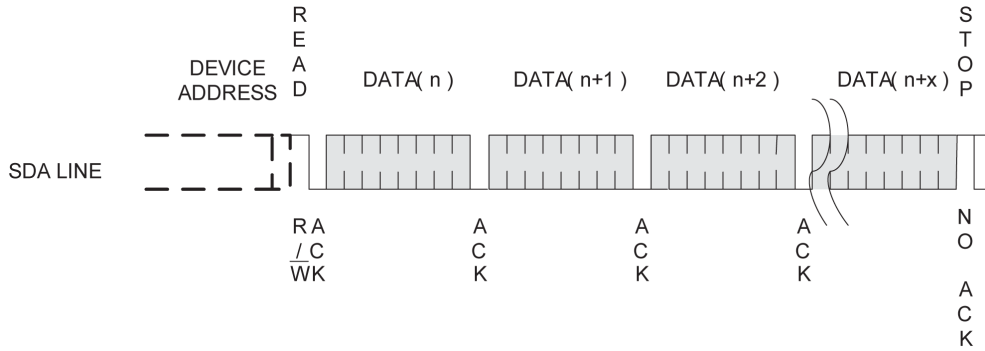


图 14. 顺序读

14. 典型应用

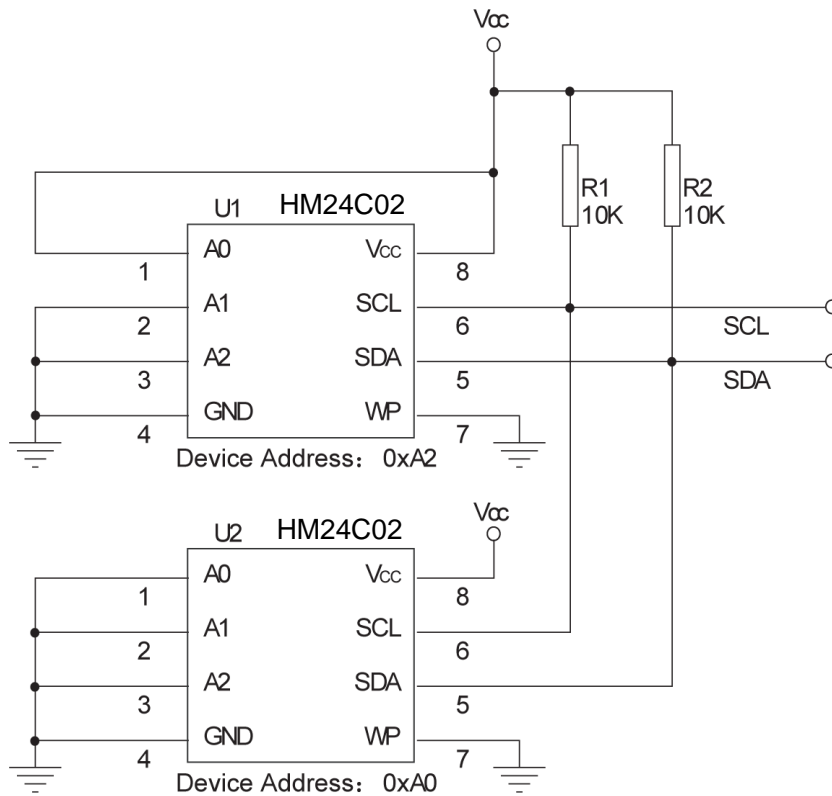
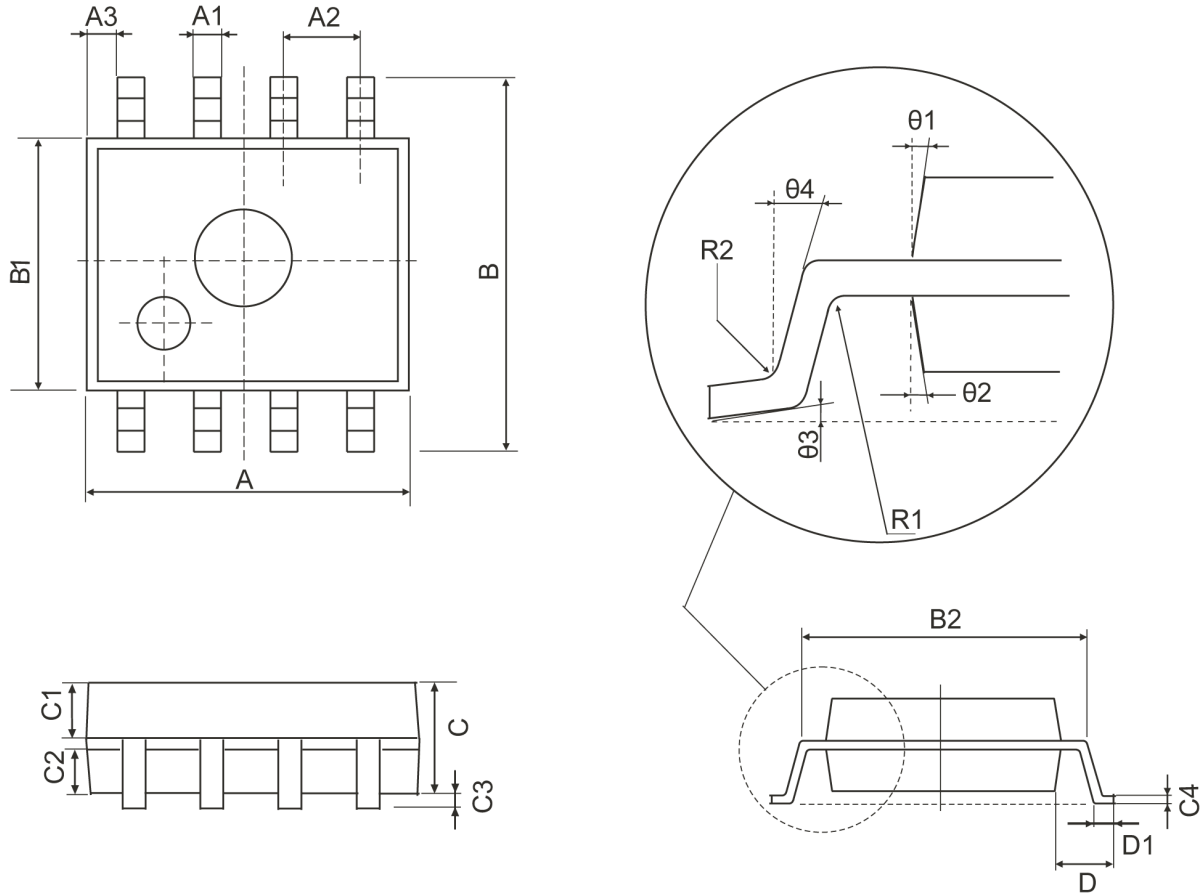


图 15. EEPROM 的级联

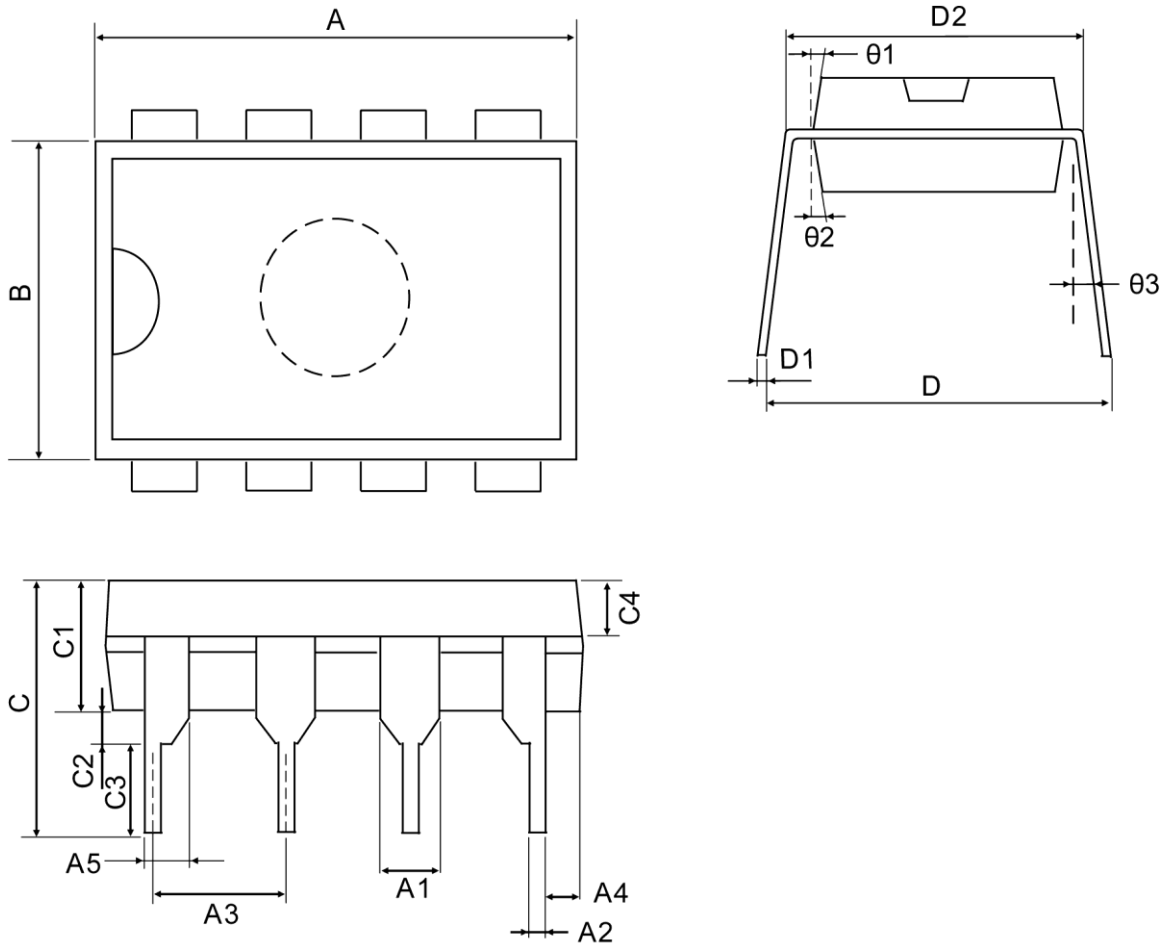
15. 封装尺寸

SOP8L



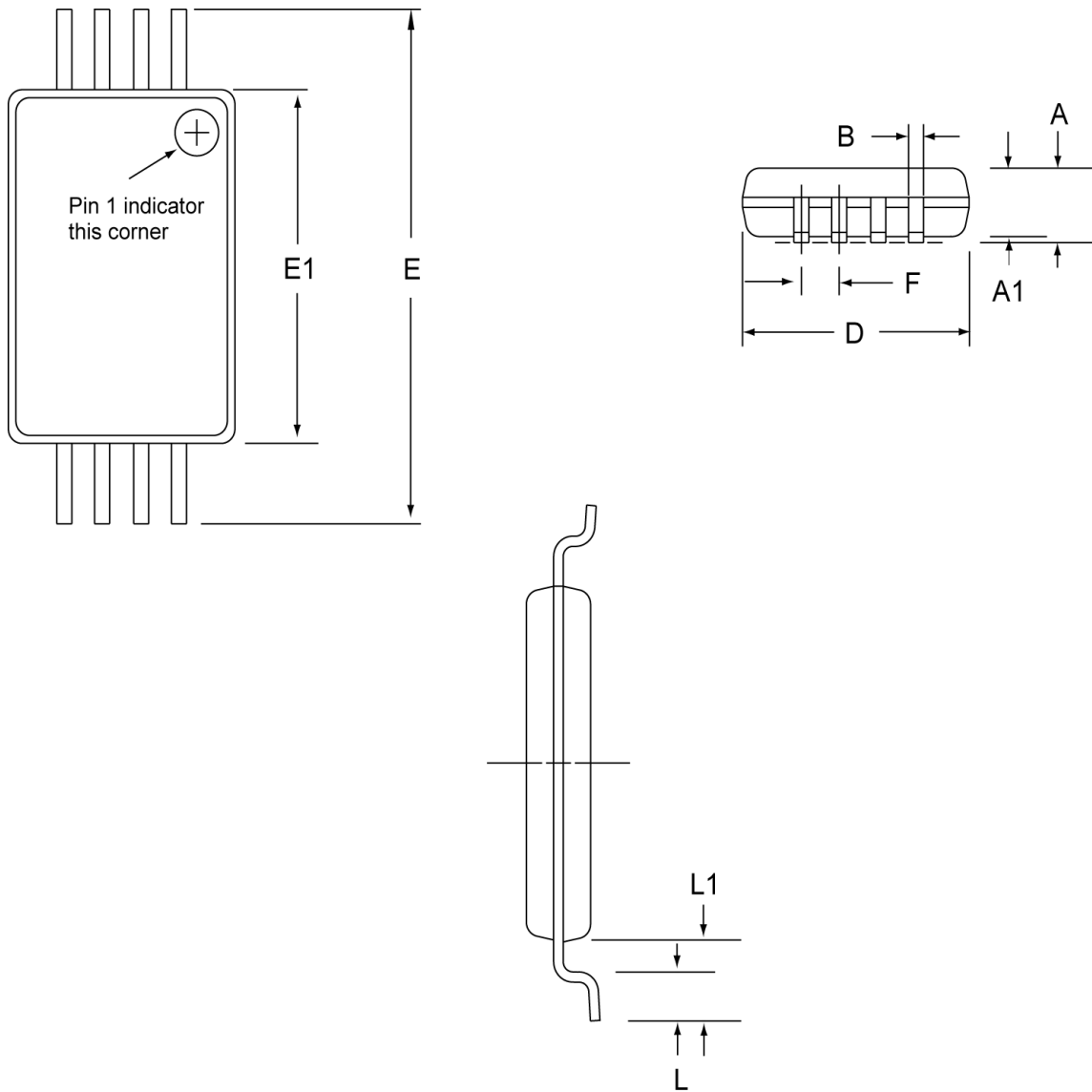
符号	尺寸 (mm)		符号	尺寸 (mm)	
	最小值	最大值		最小值	最大值
A	4.95	5.15	C3	0.05	0.20
A1	0.37	0.47	C4	0.20 (典型值)	
A2	1.27 (典型值)		D	1.05 (典型值)	
A3	0.41 (典型值)		D1	0.40	0.60
B	5.80	6.20	R1	0.07 (典型值)	
B1	3.80	4.00	R2	0.07 (典型值)	
B2	5.0 (典型值)		theta1	17° (典型值)	
C	1.30	1.50	theta2	13° (典型值)	
C1	0.55	0.65	theta3	4° (典型值)	
C2	0.55	0.65	theta4	12° (典型值)	

DIP8L



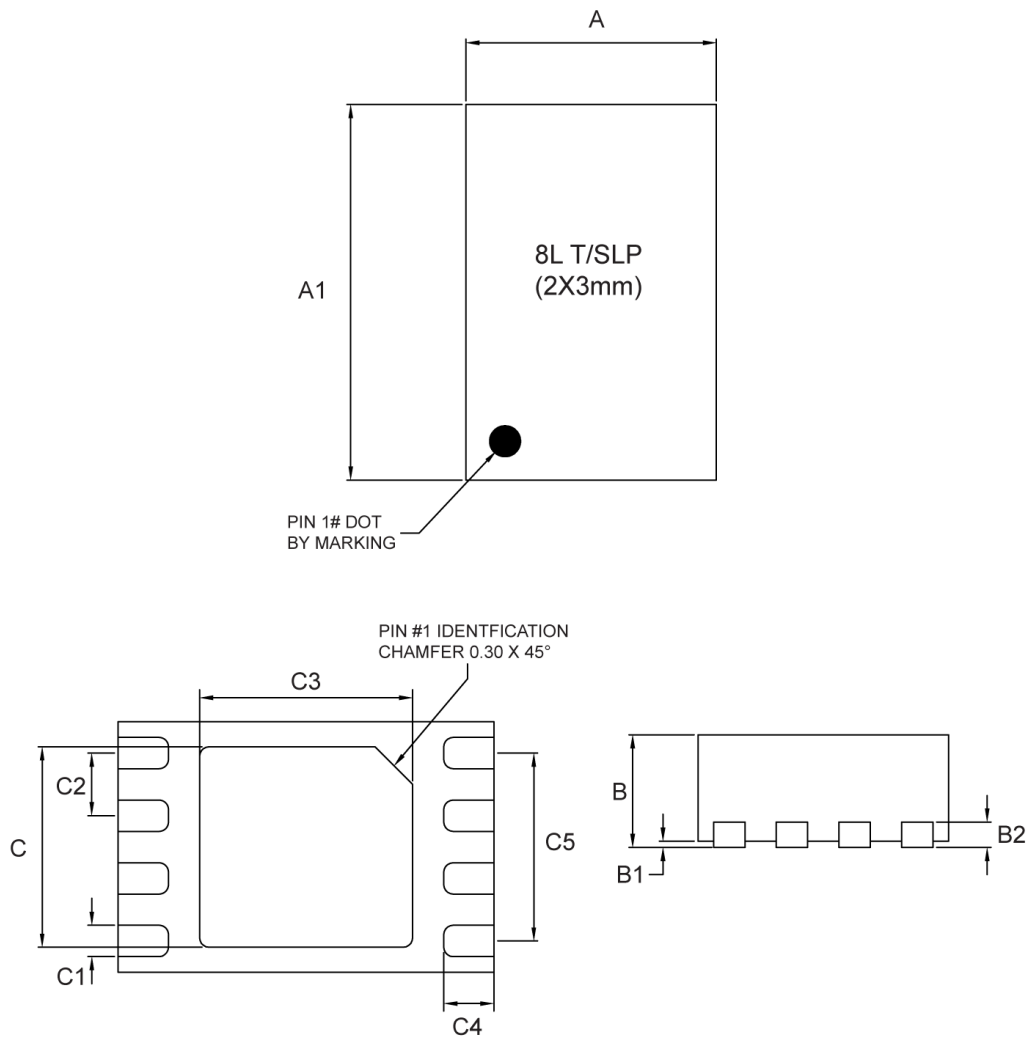
符号	尺寸 (mm)		符号	尺寸 (mm)	
	最小值	最大值		最小值	最大值
A	9.30	9.50	C2	0.5 (典型值)	
A1	1.524 (典型值)		C3	3.3 (典型值)	
A2	0.39	0.53	C4	1.57 (典型值)	
A3	2.54 (典型值)		D	8.20	8.80
A4	0.66 (典型值)		D1	0.20	0.35
A5	0.99 (典型值)		D2	7.62	7.87
B	6.3	6.5	theta 1	8° (典型值)	
C	7.20 (典型值)		theta 2	8° (典型值)	
C1	3.30	3.50	theta 3	5° (典型值)	

TSSOP8



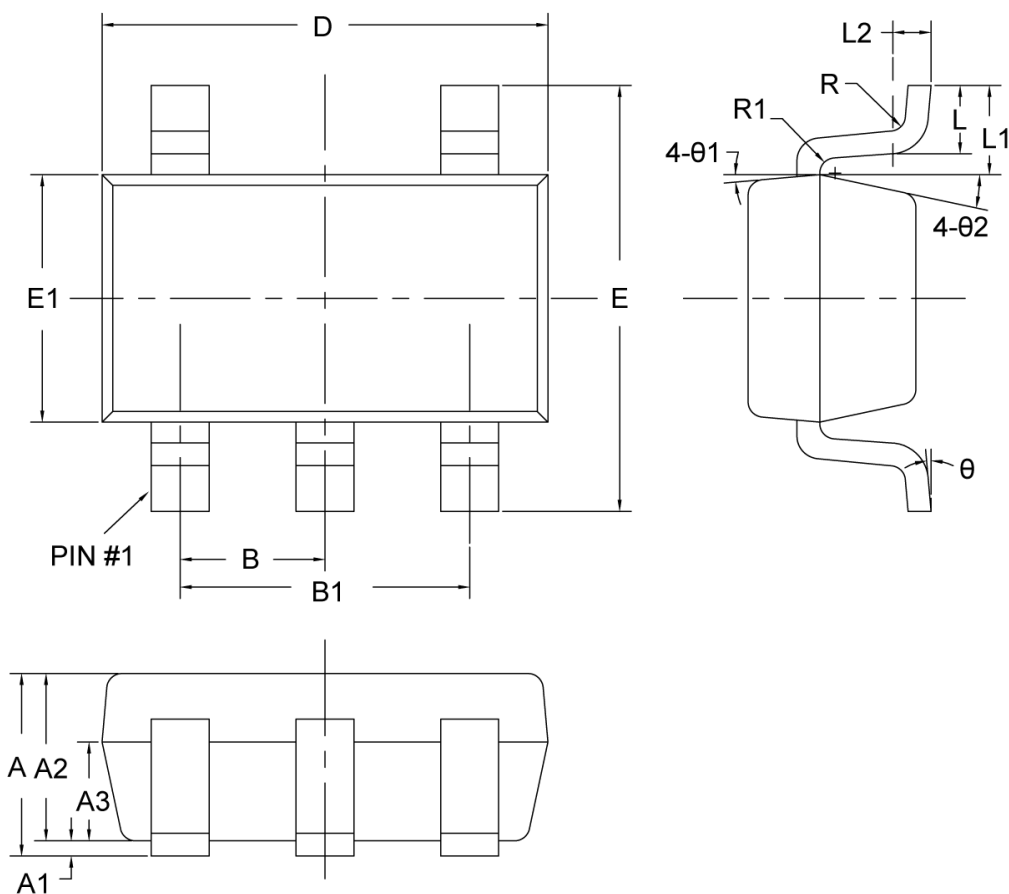
符号	尺寸 (mm)		符号	尺寸 (mm)	
	最小值	最大值		最小值	最大值
A	-	1.20	E1	4.30	4.50
A2	0.80	1.05	F	0.65 (典型值)	
B	0.19	0.30	L	0.45	0.75
D	2.90	3.10	L1	1.00 (典型值)	
E	6.40 (典型值)				

DFN8



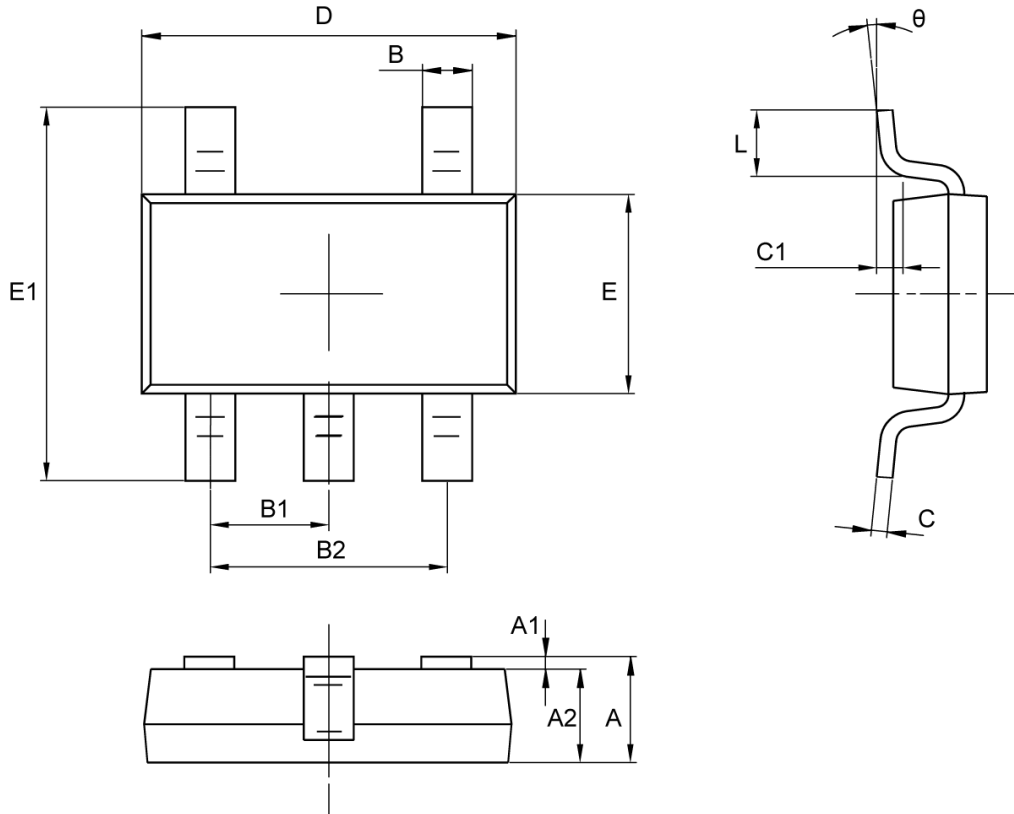
符号	尺寸 (mm)		符号	尺寸 (mm)	
	最小值	最大值		最小值	最大值
A	1.95	2.05	C1	0.20	0.30
A1	2.95	3.05	C2	0.50	
B	0.80	0.90	C3	1.65	1.75
B1	0.05		C4	0.35	0.45
B2	0.20		C5	1.50	
C	1.55	1.65			

SOT23-5



符号	尺寸 (mm)		符号	尺寸 (mm)	
	最小值	最大值		最小值	最大值
A	-	1.25	L	0.35	0.60
A1	0	0.15	L1	0.59	
A2	1.00	1.20	L2	0.25	
A3	0.60	0.70	R	0.10	-
B	0.90	1.00	R1	0.10	0.25
B1	1.80	2.00	θ	0°	8°
D	2.826	3.026	θ_1	3°	7°
E	2.60	3.00	θ_2	6°	14°
E1	1.526	1.726			

TSOT23-5



符号	尺寸 (mm)		符号	尺寸 (mm)	
	最小值	最大值		最小值	最大值
A	0.700	0.900	C1	0.25	
A1	0.000	0.100	D	2.820	3.020
A2	0.700	0.800	E	1.600	1.700
B	0.350	0.500	E1	2.650	2.950
B1	0.95		L	0.300	0.600
B2	1.90		θ	0°	8°
C	0.080	0.200			