

128 Kbit (16 K × 8) 串行 (I²C) F-RAM

特性

- 128 Kbit 铁电随机存储器 (F-RAM) 被逻辑组织为 16 K × 8
 - 高耐久性: 100 万亿 (10¹⁴) 次的读 / 写操作
 - 151 年的数据保留时间 (请参考数据保留时间与耐久性表)
 - NoDelay™ 写操作
 - 可靠性较高的高级铁电工艺
- 快速的双线串行接口 (I²C)
 - 最大频率为 3.4 MHz
 - 可以直接替代串行 EEPROM 的硬件
 - 支持在 100 kHz 和 400 kHz 频率时的旧版计时器
- 器件 ID
 - 制造商 ID 和产品 ID
- 低功耗
 - 当频率为 100 kHz 时, 活动电流为 175 mA
 - 待机电流为 150 mA
 - 睡眠模式电流为 8 mA
- 工作电压较低: V_{DD} = 2.0 V 到 3.6 V
- 工业温度范围: -40 °C 到 +85 °C
- 8 引脚小外型集成电路 (SOIC) 封装
- 符合有害性物质限制 (RoHS)

功能概述

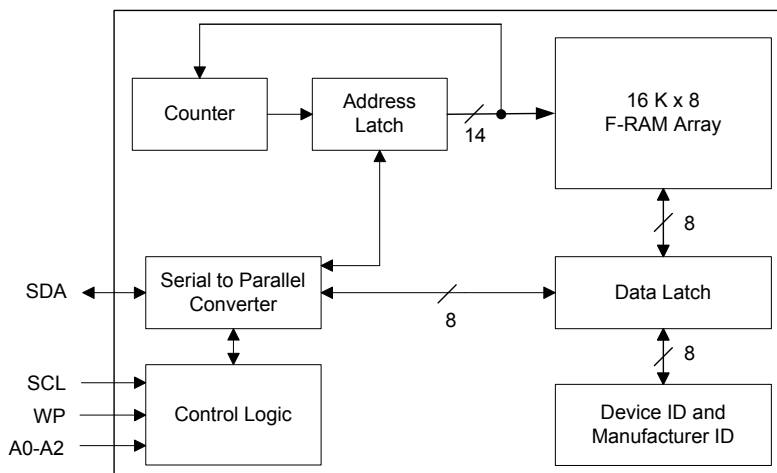
FM24V01A 是一个采用高级铁电工艺的 128 Kbit 非易失性存储器。F-RAM 是非易失性的: 与 RAM 相同, 它能够执行读和写操作。它提供 151 年的可靠数据保留时间, 同时解决了由 EEPROM 和其他非易失性存储器所造成的复杂性、开销和系统级可靠性等问题。

与 EEPROM 不同, FM24V01A 以总线速度执行写操作。并不会产生写延迟。在每个字节成功传输到设备后, 数据立即被写入到存储器阵列。这时, 可以开始执行下一个总线周期而不需要数据轮询。此外, 与其他非易失性存储器相比, 该产品提供了更多的擦写次数。在写操作期间, F-RAM 的功耗也远远低于 EEPROM, 因为写电路不需要高电源电压。FM24V01A 能够支持 10¹⁴ 读 / 写周期, 或支持比 EEPROM 多 1 亿次的写周期。

由于具有这些特性, 因此 FM24V01A 适用于需要频繁或快速写入的非易失性存储器应用。应用的范围包括从数据采集 (其中写周期数量是非常重要的) 到满足工业控制 (其中 EEPROM 的较长写时间会使数据丢失)。通过各特性的组合, 系统可以更频繁地进行数据写入而只需要较少的开销。

FM24V01A 使用硬件直接替代串行 (I²C) EEPROM 时, 可为用户带来极大的方便。该器件包含一个只读的器件 ID, 通过该 ID, 主机可以确定制造商、产品容量和产品版本。在 -40 °C 到 +85 °C 的工业温度范围内, 该器件规范受保证。

逻辑框图

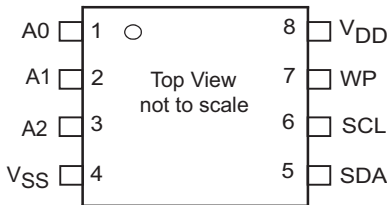


目录

引脚分配	3	最大额定值	11
引脚定义	3	工作范围	11
概述	4	直流电气特性	11
存储器架构	4	数据保留时间与耐久性	12
双线接口	4	电容	12
STOP事件 (P)	4	热电阻	12
START事件 (S)	4	交流测试负载和波形	12
数据/地址传输	5	交流测试条件	12
确认/否认	5	交流开关特性	13
高速模式 (Hs模式)	6	电源循环时序	14
从设备地址	6	订购信息	15
寻址概述	6	订购代码定义	15
数据传输	6	封装图	16
存储器操作	6	缩略语	17
写操作	6	文档规范	17
读操作	7	测量单位	17
睡眠模式	9	文档修订记录页	18
器件ID	10	销售、解决方案和法律信息	19

引脚分配

图 1. 8 引脚 SOIC 的引脚分配



引脚定义

引脚名称	I/O 类型	说明
A0-A2	输入	器件选择地址 0-2。 使用这些引脚可选择同一个双线总线上最多 8 个相同类型器件中的一个。要选择器件，三个引脚的地址必须与从设备地址内的对应位相匹配。内部下拉地址引脚。
SDA	输入 / 输出	串行数据地址。 这是双线接口的双向引脚。它是开漏引脚，用以与双线总线上其他器件执行“与”运算。输入缓冲区包含一个用以实现抗噪能力的施密特触发器；输出驱动器包括下降沿的斜率控制。需要使用一个外部上拉电阻。
SCL	输入	串行时钟。 是指双线接口的串行时钟引脚。器件的数据从下降沿上输出，并从上升沿上输入。SCL 输入也可包含一个用来实现抗噪能力的施密特触发器输入。
WP	输入	写保护。 当与 V _{DD} 连接时，整个存储器映射中的地址均受写保护。当 WP 接地时，可对所有地址进行写操作。内部下拉该引脚。
V _{SS}	电源	器件的接地引脚。必须连接至系统地面端。
V _{DD}	电源	器件的电源输入。

概述

FM24V01A 是一个串行的 F-RAM 存储器。该存储器阵列被逻辑组织为 $16,384 \times 8$ 位，并可通过行业标准的双线（I²C）接口访问。F-RAM 和串行 EEPROM 的功能操作是相同的。FM24V01A 与具有相同引脚分配的串行 EEPROM 的主要区别在于 F-RAM 具有更好的写性能、高耐久性以及低功耗。

存储器架构

当访问 FM24V01A 时，用户寻址 16 K 地址的每 8 个数据位。这些 8 数据位被连续移入或移出。通过使用具有一个从设备地址（以与其他非存储器设备区分开来）和一个 2 字节地址的双线协议，可以访问这些地址。该地址范围的高 2 位都是‘无需关注’的值。14 位的完整地址独立指定每个字节的地址。

存储器的访问时间几乎为零，但要考虑串行协议所需要的时间。因此，该存储器以双线总线的速度进行读 / 写操作。与串行 EEPROM 不同，不必轮询器件的就绪条件，因为写操作是以总

线速度进行的。新的总线数据操作移入器件前，需要完成写操作。第 6 页上的存储器操作中详细介绍了该功能。

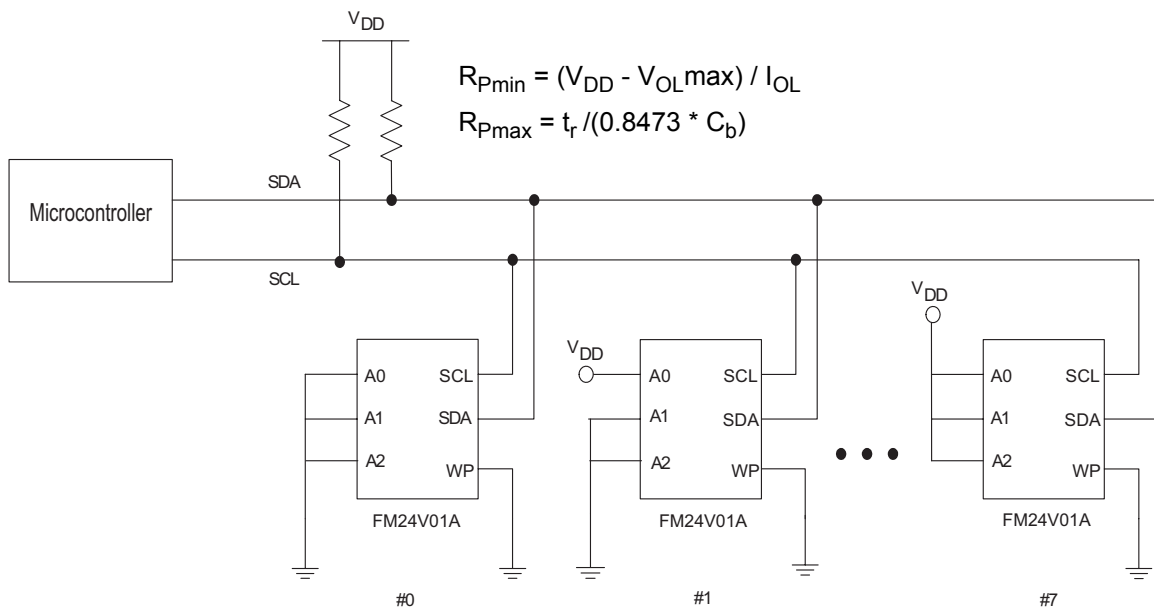
双线接口

FM24V01A 采用了使用几个引脚或较少电路板空间的双向 I2C 总线协议。图 2 显示的是在基于微控制器系统上使用 FM24V01A 的典型系统配置。许多用户已对行业标准的双线总线很熟悉，但在本章节仍然对此进行了说明。

按约定，将数据发送到总线的任意设备称为发送器，而接收数据的目标设备称为接收器。控制总线的器件就是主设备。主设备负责给所有操作生成时钟信号。在总线上被控制的任何器件又称从设备。FM24V01A 总是从设备。

总线协议由 SDA 和 SCL 信号上的切换状态控制。共有四种条件，其中包括：启动（START）、停止（STOP）、数据位和确认。图 3 和第 5 页上的图 4 说明了指定四种状态的信号条件。“电气规范”一节中已对时序图进行了详细介绍。

图 2. 使用串行（I²C）F-RAM 的系统配置



STOP 事件（P）

总线主设备将 SDA 从低电平切换至高电平（同时 SCL 信号为高电平）时，表示 STOP 事件。使用 FM24V01A 的所有操作要以 STOP 事件结束。当激活 STOP 事件时，正在运行的某个操作将被终止。主设备需要控制 SDA（并非存储器读取操作），以激活 STOP 事件。

START 事件（S）

总线主设备将 SDA 从高电平切换至低电平（同时 SCL 信号为高电平）时，表示发生 START 事件。发送所有指令之前，需要生成一个 START 事件。随时激活 START 事件，便可终止正在运行的操作。使用 START 事件终止某个操作会使 FM24V01A 准备执行新操作。

在操作过程中，如果电源下降到比指定的 V_{DD} 更小的值，则在执行其他操作前，系统需要发出 START 事件。

图 3. START 和 STOP 事件

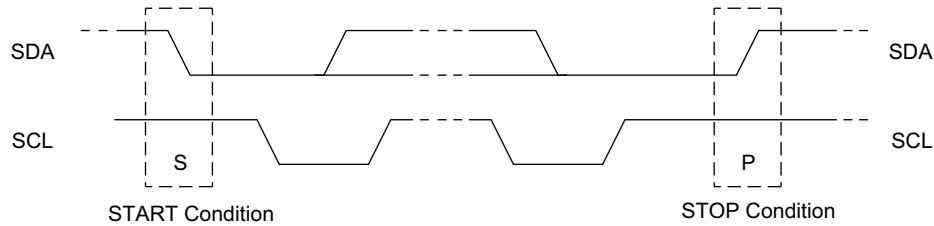
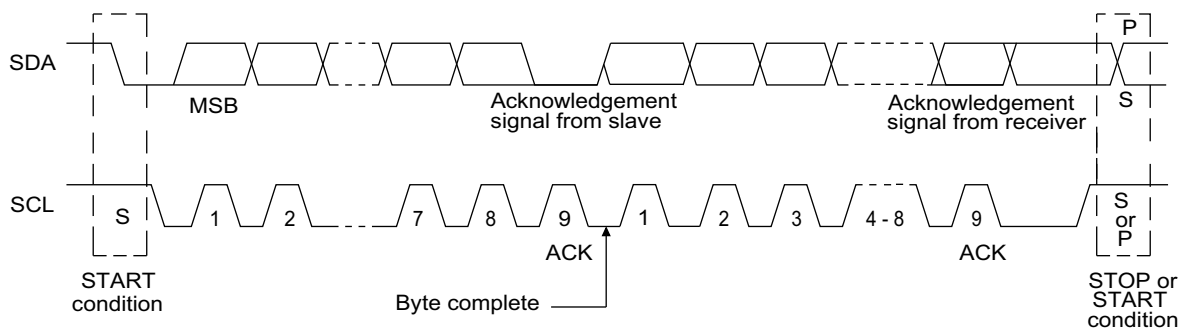


图 4. I²C 总线上的数据传输



数据 / 地址传输

当 SCL 信号为高电平时，会进行所有数据的传输（包括地址）。除了在上述 3 种事件下，SCL 为高电平时也不能更改 SDA 信号。

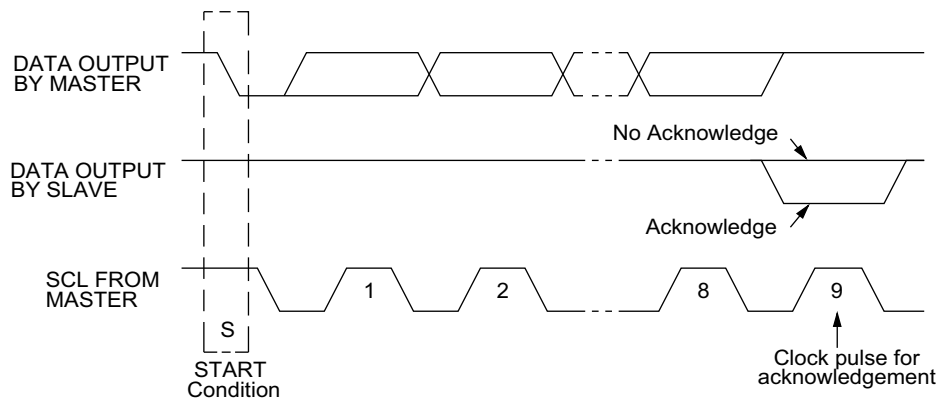
确认 / 否认

在任何数据传输中，第 8 个数据位被传输之后，会发生确认事件。在该状态中，发送器应该释放 SDA 总线，以允许接收器驱动该信号。接收器将 SDA 信号置于低电平，以确认收到字节。如果接收器不将 SDA 信号置于低电平，则会发生否认事件，并终止操作。

接收器确认失败的原因有两个，第一个是字节传输失败。在这种情况下，否认事件终止当前操作，以便再次对器件进行寻址。这样允许最后字节在通信错误事件发生时恢复。

第二个也是最常见的原因是接收器不确认故意终止操作。比如，在读取操作过程中，只要接收器发出确认（和时钟信号）数据包，FM24V01A 会持续将数据放置在总线上。当读操作已完成，且不需要发送任何数据时，接收器不必确认最后的字节。如果接收器确认了最后一个字节，在主设备正在发出新指令（如停止事件）时，FM24V01A 会尝试在下一个时钟周期内驱动总线。

图 5. 在 I²C 总线上确认

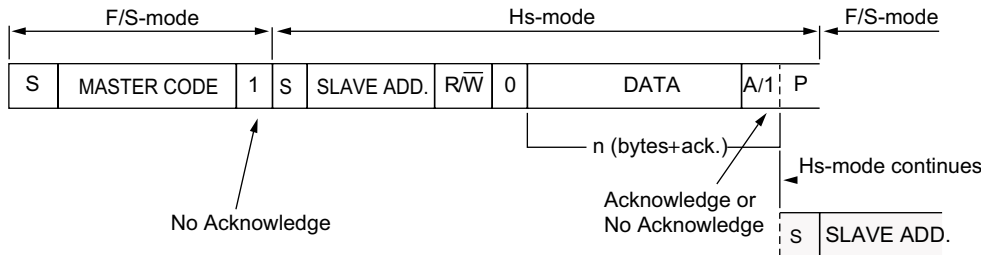


高速模式（Hs 模式）

FM24V01A 支持 3.4 MHz 的高速模式。必须生成主设备代码（00001XXXb），以将器件置于高速模式。主设备和从设备间的

通信将被启用，以达到最高速率 3.4 MHz。STOP 事件将退出高速模式。支持单字节和多字节读写。

图 6. 高速模式下的数据传输格式

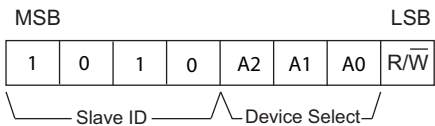


从设备地址

发出 START 事件后，FM24V01A 所期望接收的第一个字节是从设备地址。如图 7 中所示，从设备地址包括器件类型或从设备 ID、器件选择地址位以及一个指定读 / 写操作的位。

对于 FM24V01A，位 7-4 是设备类型（从设备 ID）以及应该被设置为 1010b。这些位允许同一个地址范围的双线总线具有不同的功能类型。位 3-1 是器件选择地址位。它们要符合于外部地址引脚的对应值，以选择器件。通过对每个器件分配不同的地址，多达 8 个 FM24V01A 器件可以常驻于同一个双线总线上。位 0 是读 / 写位（R/W）。R/W = '1' 表示读操作，R/W = '0' 表示写操作。

图 7. 存储器从器件地址



寻址概述

FM24V01A（如接收器）确认从设备地址后，主设备可以将存储器地址放置在总线上，以实现写操作。该地址需要使用两个字节。14 位的完整地址被内部锁存。每个访问操作均使所锁存的地址值自动递增。当前地址是保留在锁存器中的值，无论它是新写入的值还是最后的访问操作后的地址。只要保持电源或在写入新的值前，仍会保留当前地址。读操作一直使用当前地址。通过执行如下解释的写操作，可以加载某个随机读取地址。

传输每个数据字节后，执行确认条件前，FM24V01A 会增加内部地址锁存器。这样可以访问下一个连续字节而无需额外地址。达到最后地址（3FFFh）后，地址锁存将翻转到 0000h。单个读或写操作访问的字节数量不受限制。

数据传输

地址字节被发送后，可以开始进行总线主设备与 FM24V01A 之间的数据传输。对于读操作，FM24V01A 将 8 个数据位置于总线上，然后等待主设备发出确认信号。如果主设备发出了确认信号，FM24V01A 将传输下一个连续字节。如果不发生确认事件，FM24V01A 将终止读操作。对于写操作，FM24V01A 将接收来自主设备的 8 个数据位，然后发出确认信号。所有数据传输操作都优先发送 MSB（最高有效位）。

存储器操作

FM24V01A 的操作方式被设计为与其他双线接口存储器产品的操作方式相同。主要差异是由于 F-RAM 技术的更高性能和写入功能引起的。这些改进使得 FM24V01A 与具有相同配置的 EEPROM 之间在写操作中存在一些差异。下面内容对读和写的完整操作进行了加以说明。

写操作

所有写操作都从从设备地址开始，然后轮到存储器地址。通过设置从设备地址的 LSB（R/W 位）为 '0'，总线主设备将指示一个写操作。寻址之后，总线主设备将每一个数据字节发送到存储器内，然后存储器生成一个确认事件。可以写入任意连续字节数量。如果达到地址范围的终点，地址计数器将从 3FFFh 返回 0000h。

与其他非易失性存储器技术不同，使用 F-RAM 技术时没有有效的写操作延迟。因为基础存储器的读写访问时间相等，所以用户体验到总线上没有延迟。整个存储器周期的发生时间短于单个总线时钟周期。因此，完成某个写入操作后，可以立即发生任何读或写操作。不需要使用数据应答轮询技术（EEPROM 使用该技术来确定写操作是否完成），并且会始终返回就绪条件。

在内部中，传输第 8 个数据位后，会发生实际存储器写操作。发出确认条件前，会完成该操作。因此，如果用户需要中止写操作而不修改存储器内容，应该通过发生第 8 个数据位前使用 START 事件或 STOP 事件来实现该操作。FM24V01A 不使用页缓冲区。

通过使用 WP 引脚，可以对存储器阵列进行写保护。将 WP 引脚设置为高电平状态（V_{DD}），便可对所有地址进行写保护。FM24V01A 将不确认被写入到保护地址的数据字节。此外，如果尝试写入这些地址，地址计数器将不增加。将 WP 引脚设置为低电平状态（V_{SS}），便可禁用写保护。WP 被内部下拉。

图 8 和图 9 显示的是全速模式下的单字节和多字节写周期。图 10 则显示高速模式下的单字节写周期

图 8. 单字节写入

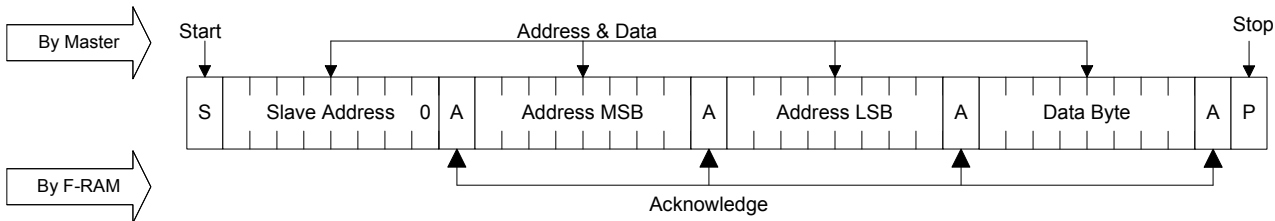


图 9. 多字节写入

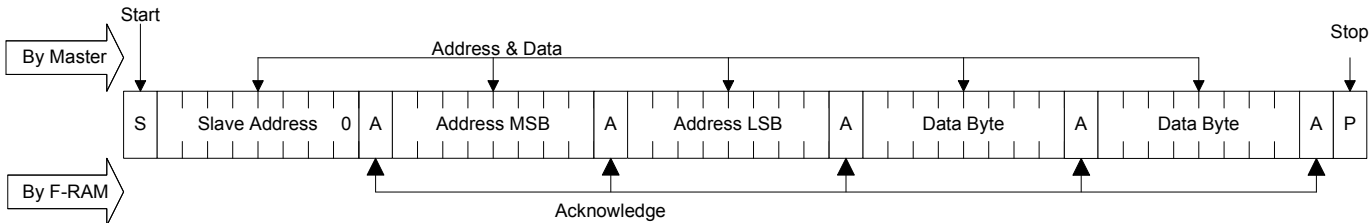
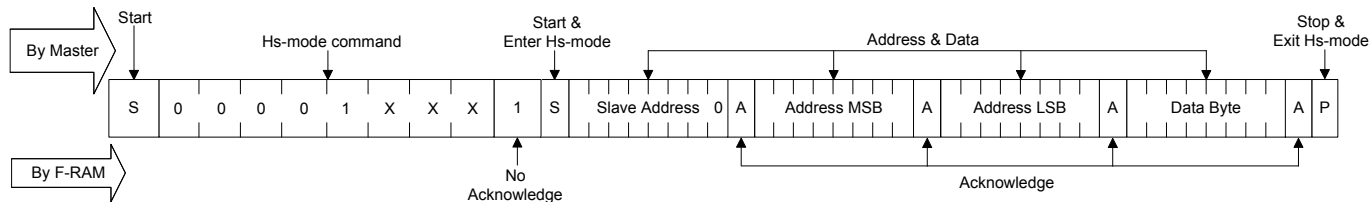


图 10. 高速模式下的字节写入



读操作

读操作具有两种基本类型。它们分别为当前地址读取和选择性地址读取。对于当前地址读取，FM24V01A 使用内部地址锁存器来提供地址。对于选择性地址读取，用户将地址设置为指定值。

当前地址读取和连续读取

如上面所述，FM24V01A 通过使用内部锁存器给读操作提供地址。进行读操作时，当前地址读取会将地址锁存器中现有的值作为起始地址使用。系统从最后操作地址的随后地址开始读取。

为执行当前地址读取，总线主设备提供具有 LSB 被设为 '1' 的从设备地址。这指示请求了一个读操作。接收完整从设备地址后，FM24V01A 在下一个时钟上将从当前地址开始移出数据。当前地址是内部地址锁存器中所保留的值。

从当前地址开始，总线主设备可以读取任意字节数。因此，一个连续读取仅是一个进行多字节传输的当前地址读取。传输每个字节后，内部地址计数器会增加。

注意: 每次总线主设备确认某个字节时，会指示 FM24V01A 可以读取下一个连续字节。

可以通过四种方式进行适当地终止读操作。不适当地终止读操作将导致总线冲突，比如 FM24V01A 尝试读取总线上的额外数据。四种有效方法具体为：

1. 总线主设备在第 9 个时钟周期内发送一个否认条件，并在第 10 个时钟周期内发送 STOP 事件。下面框图描述了该操作。这是首选方法。
2. 总线主设备在第 9 个时钟周期发送否认条件，并在第 10 个时钟周期内发送 START 事件。
3. 总线主设备在第 9 个时钟周期发送 STOP 事件。
4. 总线主设备在第 9 个时钟周期发送 START 事件。

如果内部地址达到 3FFFh，它将在下一个读周期中返回 0000h。

图 11 和图 12 显示的是当前地址读取的正确操作。

图 11. 当前地址读取

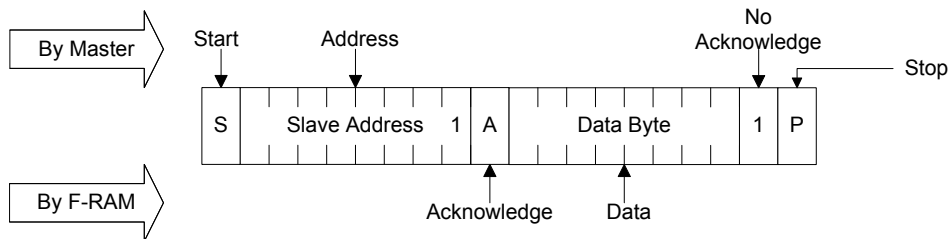


图 12. 连续读取

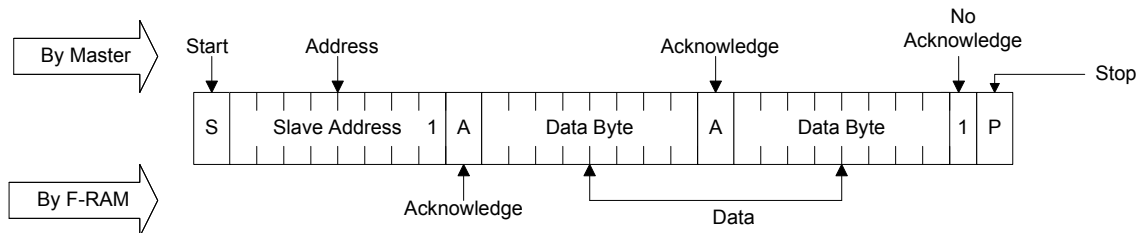
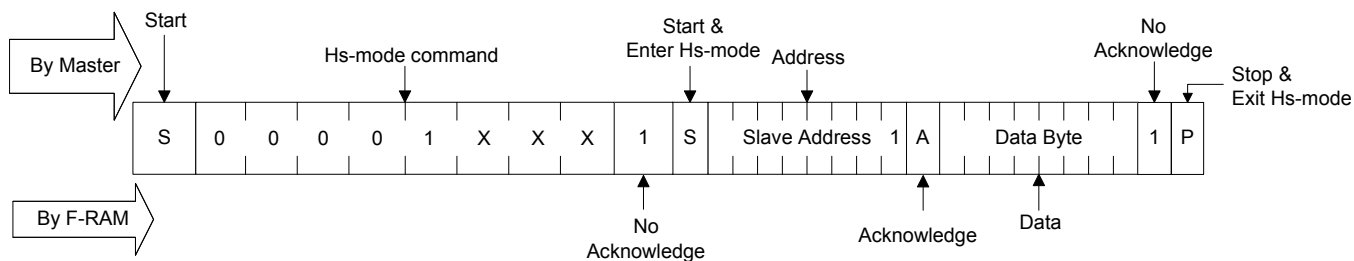


图 13. 高速模式下的当前地址读取

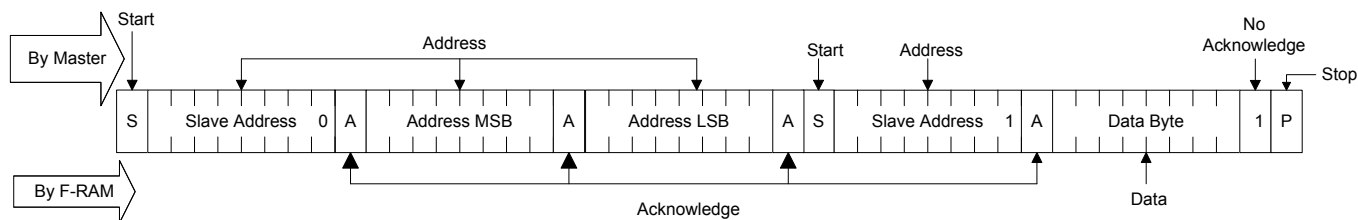


选择性（随机）读取

通过一种简单的技术，用户可以选择一个随机地址位置作为读操作的起始地址。该技术使用写操作的前三个字节来设置后续读操作随后的内部地址。

为执行一个选择性读取，总线主设备发出具有 **LSB (R/W)** 被设置为 **0** 的从设备地址。这样表示一个写操作。根据写协议，总线主设备会发送被加载到内部地址锁存器中的地址字节。**FM24V01A** 确认地址后，总线主设备将发出 **START** 事件。这样会中止写操作，同时允许通过将设备地址的 **LSB** 设置为 ‘1’ 来发出读指令。该操作现在是当前地址读取。

图 14. 选择性（随机）读取



睡眠模式

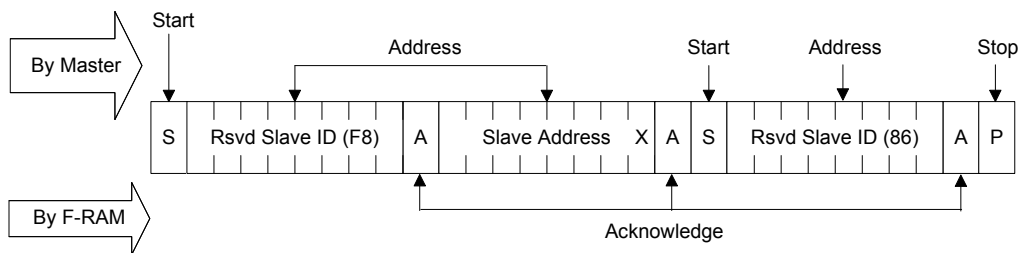
低功耗模式又称为睡眠模式可以在 **FM24V01A** 器件上实现。当睡眠指令 **86h** 被输入时，器件会进入低功耗模式。按照以下操作可以进入睡眠模式：

1. 主设备发送 **START** 指令。
2. 主设备发送保留的从设备 ID **0xF8**。
3. **FM24V01A** 发送 **ACK**。
4. 主设备将所需识别的从设备的从设备地址发送到 **I²C** 总线。最后一位是 “无需关注” 的值 (**R/W** 位)。一个器件必须确认该字节（该字节包含 **I²C** 总线从设备地址）。
5. **FM24V01A** 发送 **ACK**。

6. 主设备发送 **Re-START**（重新启动）指令。
7. 主设备发送保留的从设备 ID **0x86**。
8. **FM24V01A** 发送 **ACK**。
9. 主设备发送 **STOP**，以确保器件进入睡眠模式。

一旦进入睡眠模式，器件消耗 **I_{ZZ}** 电流，但是器件继续监控 **I²C** 引脚。一旦主设备发送了 **FM24V01A** 所确认的从设备地址，器件将 “唤醒”，并在 **t_{REC}**（最长为 **400 ms**）时间内准备好执行正常的操作。主设备可以发送读或写指令，并寻找 **ACK**，这是确定器件何时就绪的另一种方法。正在唤醒器件时，它会 **NACK** 主设备，直到它就绪为止。

图 15. 进入睡眠模式





FM24V01A 器件提供数据的三个字节（即制造商 ID、产品 ID 和芯片版本）来识别器件。器件 ID 是只读的。可以按照下面步骤访问器件 ID:

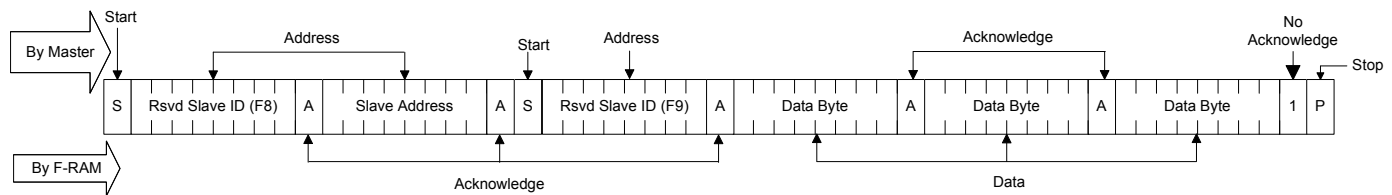
1. 主设备发送 **START** 指令。
2. 主设备发送保留的从设备 ID 0xF8。
3. FM24V01A 发送 **ACK**。
4. 主设备将所需识别的从设备的从设备地址发送到 I²C 总线。
最后一位是“无需关注”的值（RW 位）。一个器件必须确认该字节（该字节包含 I²C 总线从设备地址）。
5. FM24V01A 发送 **ACK**。
6. 主设备发送 **Re-START**（重新启动）指令。
7. 主设备发送保留的从设备 ID 0xF9。
8. FM24V01A 发送 **ACK**。
9. 可以执行器件 ID 读取，首先是 12 个制造商位，其次是 9 个器件标识位和最后是 3 个芯片版本位。
10. 主设备通过 **NACK** 最后字节可以结束器件 ID 读序列，从而复位从设备状态机，并允许主设备发送 **STOP** 指令。

表 1. 器件 ID

器件 ID (3 个字节)	器件 ID 描述			
	23–12 (12 位)	11–8 (4 位)	7–3 (5 位)	2–0 (3 位)
	制造商 ID	产品 ID		
		容量	变量	芯片版本
004101h	000000000100	0001	00000	001

注意：产品 ID 位 0 和位 4 均被保留。

图 16. 读取器件 ID



最大额定值

超过最大额定值可能会缩短器件的使用寿命。这些用户指导未经过测试。

存放温度 -55 °C 至 +125 °C
 最高结温 95 °C
 与 V_{SS} 相对的 V_{DD} 上的供电电压 -1.0 V 到 +4.5 V
 输入电压 * -1.0 V 到 +4.5 V 和 $V_{IN} < V_{DD} + 1.0$ V
 直流电压应用在
 高阻 (High Z) 状态下的输出 -0.5 V 到 $V_{DD} + 0.5$ V
 处于接地电位的任何引脚上的
 瞬变电压 (< 20 ns) -2.0 V 到 $V_{DD} + 2.0$ V
 封装功率散耗能力 ($T_A = 25$ °C) 1.0 W

表面贴装铅焊温度 (3 秒) +260 °C

静电放电电压

人体模型 (JEDEC Std JESD22-A114-B) 2 kV

充电器件模型 (JEDEC 标准 JESD22-C101-A) 500 V

栓锁电流 > 140 mA

* 例外: “ $V_{IN} < V_{DD} + 1.0$ V” 的限制并不适用于 SCL 和 SDA 输入。

工作范围

范围	环境温度 (T_A)	V_{DD}
工业级	-40°C 至 +85°C	2.0 V 至 3.6 V

直流电气特性

适用条件为工作范围

参数	说明	测试条件	最小值	典型值 ^[1]	最大值	单位
V_{DD}	电源		2.0	3.3	3.6	V
I_{DD}	V_{DD} 平均电流	SCL 在 $V_{DD} - 0.2$ V 与 V_{SS} 之间进行切换, 其他输入的电压为 V_{SS} 或 $V_{DD} - 0.2$ V。 $f_{SCL} = 100$ kHz	—	—	175	μA
		$f_{SCL} = 1$ MHz	—	—	400	μA
		$f_{SCL} = 3.4$ MHz	—	—	1000	μA
I_{SB}	V_{CC} 待机电流	SCL = SDA = V_{DD} 。所有其他输入的电压为 V_{SS} 或 V_{DD} 。已发出停止 (Stop) 指令。	—	90	150	μA
I_{ZZ}	睡眠模式电流	SCL = SDA = V_{DD} 。所有其他输入的电压为 V_{SS} 或 V_{DD} 。已发出停止 (Stop) 指令。	—	5	8	μA
I_{LI}	输入漏电流 (除 WP 和 A2-A0 外)	$V_{SS} \leq V_{IN} \leq V_{DD}$	-1	—	+1	μA
	输入漏电流 (用于 WP 和 A2-A0)	$V_{SS} \leq V_{IN} \leq V_{DD}$	-1	—	+100	μA
I_{LO}	输出漏电流	$V_{SS} \leq V_{OUT} \leq V_{DD}$	-1	—	+1	μA
V_{IH}	输入高电平电压 (SDL, SDA)		$0.7 \times V_{DD}$	—	$V_{DD(max)} + 0.3$	V
	输入高电平电压 (WP, A2-A0)		$0.7 \times V_{DD}$	—	$V_{DD} + 0.3$	V
V_{IL}	输入低电平电压		-0.3	—	$0.3 \times V_{DD}$	V
V_{OL}	输出低电平电压	$I_{OL} = 3$ mA	—	—	0.4	V
		$I_{OL} = 6$ mA	—	—	0.6	V
$R_{in}^{[2]}$	输入电阻 (WP, A2-A0)	$V_{IN} = V_{IL(Max)}$	50	—	—	kΩ
		$V_{IN} = V_{IH(Min)}$	1	—	—	MΩ
V_{hys}	施密特触发器输入电压迟滞	$f_{SCL} = 1$ MHz	$0.05 \times V_{DD}$	—	—	V
		$f_{SCL} = 3.4$ MHz	$0.1 \times V_{DD}$	—	—	V

注释:

- 典型值要求条件为: 环境温度为 25 °C, $V_{DD} = V_{DD}$ (典型值)。并非 100% 经过了测试。
- 当输入电压低于 V_{IL} 时, 输入下拉电路会较强 (50 kΩ); 输入电压高于 V_{IH} 时, 输入下拉电路较弱 (1 MΩ)。

数据保留时间与耐久性

参数	说明	测试条件	最小值	最大值	单位
T_{DR}	数据保留时间	$T_A = 85^{\circ}\text{C}$	10	—	年
		$T_A = 75^{\circ}\text{C}$	38	—	
		$T_A = 65^{\circ}\text{C}$	151	—	
NV_C	擦写次数	在工作温度范围内	10^{14}	—	周期

电容

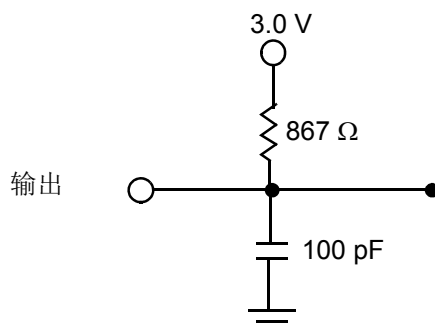
参数 ^[3]	说明	测试条件	最大值	单位
C_{IO}	输入 / 输出引脚的电容 (SDA)	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 、 $f = 1\text{ MHz}$ 、 $V_{DD} = V_{DD}$ (典型值)	8	pF
C_I	输入引脚电容		6	pF

热电阻

参数 ^[3]	说明	测试条件	8 引脚 SOIC	单位
Θ_{JA}	热电阻 (结温至环境温度)	根据 EIA/JESD51 的要求, 测试条件应遵循热阻的标准测试方法和过程。	146	$^{\circ}\text{C/W}$
Θ_{JC}	热电阻 (结温至壳温)		48	$^{\circ}\text{C/W}$

交流测试负载和波形

图 17. 交流测试负载和波形



交流测试条件

输入脉冲电平 V_{DD} 的 10% 和 90%
 输入上升和下降时间 10 ns
 输入和输出时序参考电平 $0.5 \times V_{DD}$
 输出负载电容 100 pF

注释:

3. 这些参数仅通过设计保证, 并未经过测试。

交流开关特性

适用条件为工作范围

参数 ^[4]	备用参数	说明	全速模式 ^[6]		高速模式 ^[6]		单位
			最小值	最大值	最小值	最大值	
f_{SCL} ^[5]		SCL 时钟频率	—	1.0	—	3.4	MHz
$t_{SU;STA}$		用于重复 Start 的 Start 事件建立时间	260	—	160	—	ns
$t_{HD;STA}$		Start 事件的保持时间	260	—	160	—	ns
t_{LOW}		时钟为低电平的周期	500	—	160	—	ns
t_{HIGH}		时钟为高电平的周期	260	—	60	—	ns
$t_{SU;DAT}$	$t_{SU;DATA}$	数据输入的建立时间	50	—	10	—	ns
$t_{HD;DAT}$	$t_{HD;DATA}$	数据输入的保留时间	0	—	0	70	ns
t_{DH}		从在 V_{IL} 时的 SCL 到数据输出的保留时间	0	—	0	—	ns
t_R ^[7]	t_r	输入上升时间	—	120	10	80	ns
t_F ^[7]	t_f	输入下降时间	$20 * (V_{DD} / 5.5 V)$	120	10	80	ns
$t_{SU;STO}$		STOP 事件的建立时间	260	—	160	—	ns
t_{AA}	$t_{VD;DATA}$	从 SCL 为低电平到 SDA 数据输出有效的时间	—	450	—	130	ns
$t_{VD;ACK}$		ACK 输出的有效时间	—	450	—	130	ns
t_{OF} ^[7]		从 V_{IHmin} 到 V_{ILmax} 的输出下降时间	$20 * (V_{DD} / 5.5 V)$	120	—	80	ns
t_{BUF}		新传输发生前总线处于闲置状态的时间	500	—	300	—	ns
t_{SP}		在 SCL、SDA 上的噪声抑制时间常量	0	50	—	5	ns

图 18. 读取总线时序图

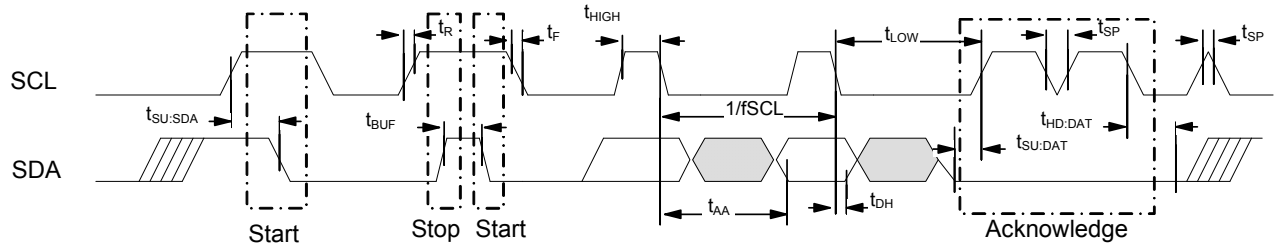
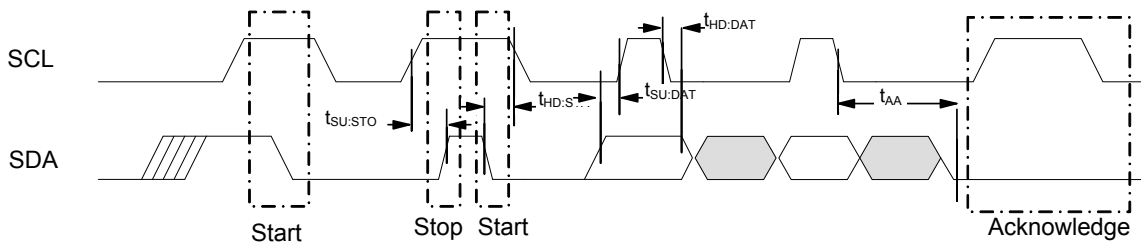


图 19. 写入总线时序图



注释:

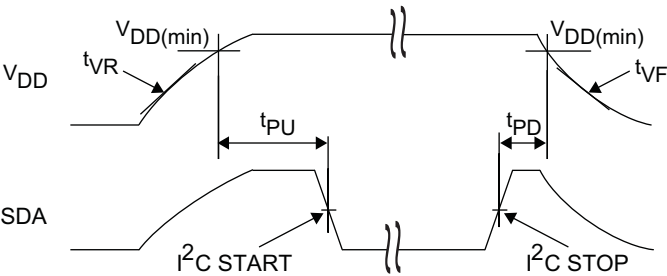
- 测试条件假设了信号跃变时间为 10 ns 或更短, 时序参考电压电平为 $V_{DD}/2$, 输入脉冲电压电平为 0 V 至 V_{DD} (典型值), 以及特定 I_{OL} 输出负载电流和 100 pF 负载电容, 如图 17 所示。
- 与速度相关的规范由特性线上的各点保证, 这些点位于工作频率为 DC 至 f_{SCL} (最大值) 的连续曲线上。
- 总线负载 (C_b) 的注意事项: 对于 I²C 时钟频率 (SCL) 1 MHz, $C_b < 550$ pF; 对于 3.4 MHz 的 SCL, $C_b < 100$ pF。
- 这些参数仅通过设计保证, 并未经过测试。

电源循环时序

适用条件为工作范围

参数	说明	最小值	最大值	单位
t_{PU}	从加电 $V_{DD(min)}$ 到第一次访问（发生 START 事件）的时间	250	—	μs
t_{PD}	从最后一次访问（发生 STOP 事件）到断电（ $V_{DD(min)}$ ）的时间	0	—	μs
$t_{VR}^{[8、9]}$	V_{DD} 加电升降斜率	50	—	$\mu s/V$
$t_{VF}^{[8、9]}$	V_{DD} 断电升降斜率	100	—	$\mu s/V$
t_{REC}	从睡眠模式恢复的时间	—	400	μs

图 20. 电源循环时序



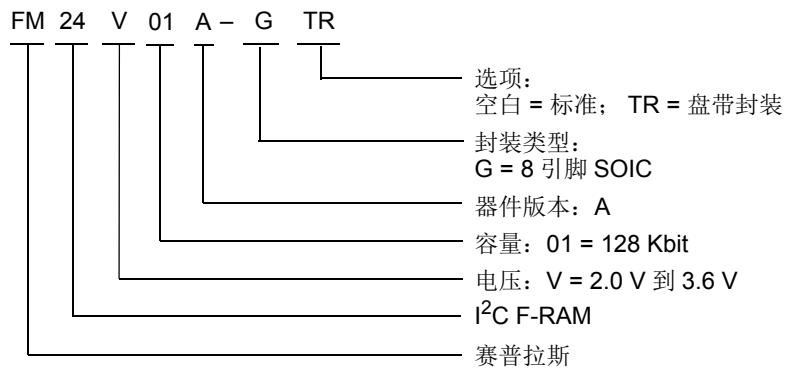
注释：
 8. 在 V_{DD} 波形的任何位置测量斜率。
 9. 这些参数仅通过设计保证，并未经过测试。

订购信息

订购代码	封装图	封装类型	工作范围
FM24V01A-G	51-85066	8 引脚 SOIC	工业级

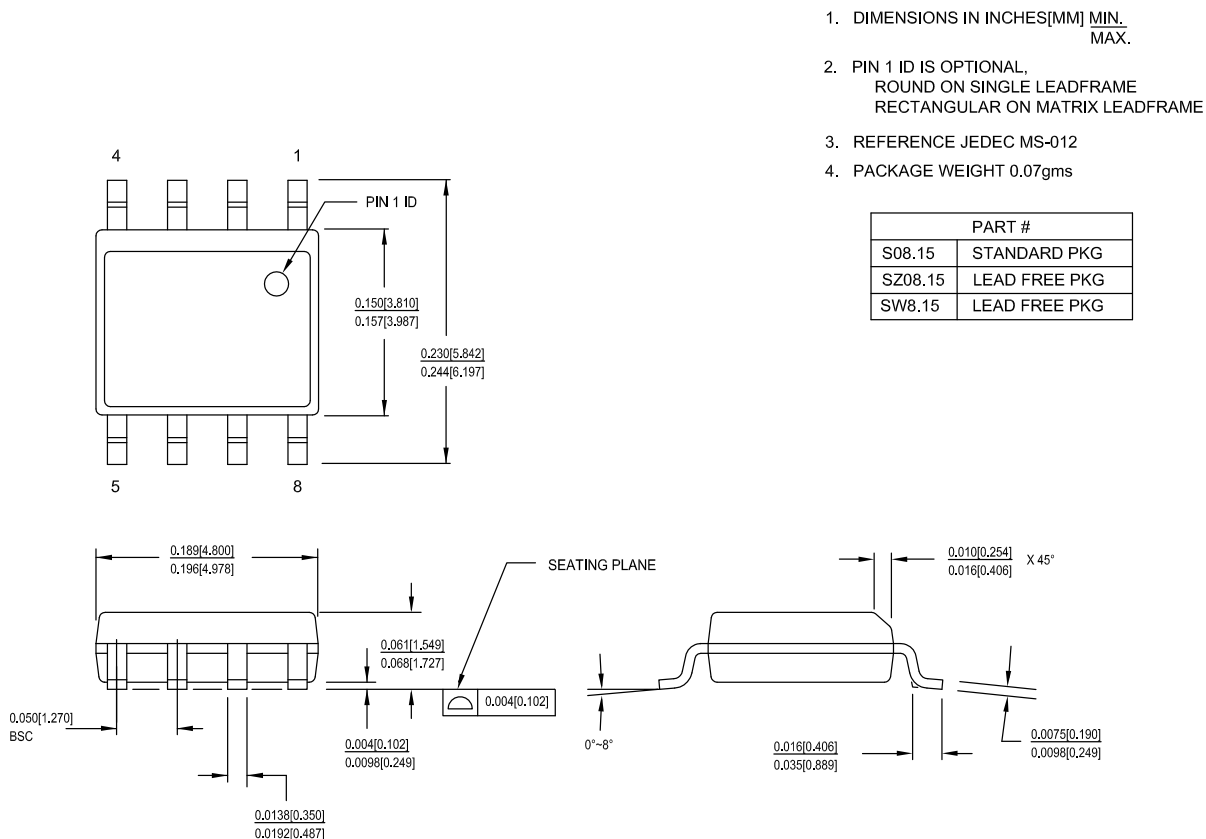
这些器件都是无铅的。要了解这些器件的供应情况，请联系赛普拉斯本地销售代表。

订购代码定义



封装图

图 21. 8 引脚 SOIC (150 mils) 封装外形, 51-85066



51-85066 *H

缩略语

缩略语	说明
ACK	确认
CMOS	互补金属氧化物半导体
EIA	电子工业联盟
I ² C	内部集成电路
I/O	输入 / 输出
JEDEC	联合电子器件工程委员会
LSB	最低有效位
MSB	最高有效位
NACK	否认
RoHS	有害物质限制
R/W	读 / 写
SCL	串行时钟线
SDA	串行数据访问
SOIC	小外型集成电路
WP	写保护

文档规范

测量单位

符号	测量单位
°C	摄氏度
Hz	赫兹
KB	1024 位
kHz	千赫兹
kΩ	千欧
MHz	兆赫
MΩ	兆欧
μA	微安
μs	微秒
mA	毫安
ms	毫秒
ns	纳秒
Ω	欧姆
%	百分比
pF	皮法
V	伏特
W	瓦特

文档修订记录页

文档标题: FM24V01A, 128 Kbit (16 K × 8) 串行 (I ² C) F-RAM 文档编号: 001-93812				
版本	ECN 编号	原始变更	提交日期	变更说明
**	4478637	YLIU	09/08/2014	本文档版本号为 Rev**, 译自英文版 001-90869 Rev*A。
*A	5563061	GVCH	12/29/2016	更新第 14 页的 tPU, 将 1ms 更新为 250μs。

销售、解决方案和法律信息

全球销售和 design 支持

赛普拉斯公司拥有一个由办事处、解决方案中心、工厂代表和经销商组成的全球性网络。要找到离您最近的办事处，请访问 [赛普拉斯所在地](#)。

产品

汽车级产品	cypress.com/go/automotive
时钟与缓冲器	cypress.com/go/clocks
接口	cypress.com/go/interface
照明与电源控制	cypress.com/go/powerpsoc cypress.com/go/plc
存储器	cypress.com/go/memory
PSoC	cypress.com/go/psoc
触摸感应产品	cypress.com/go/touch
USB 控制器	cypress.com/go/USB
无线 / 射频	cypress.com/go/wireless

PSoC® 解决方案

psoc.cypress.com/solutions
PSoC 1 | PSoC 3 | PSoC 4 | PSoC 5LP

赛普拉斯开发者社区

[社区](#) | [论坛](#) | [博客](#) | [视频](#) | [训练](#)

技术支持

cypress.com/go/support

© 赛普拉斯半导体公司，2014-2016 年。本文件是赛普拉斯半导体公司及其子公司，包括 Spansion LLC（“赛普拉斯”）的财产。本文件，包括其包含或引用的任何软件或固件（“软件”），根据全球范围内的知识产权法律以及美国与其他国家签署条约由赛普拉斯所有。除非在本款中另有明确规定，赛普拉斯保留在该等法律和条约下的所有权利，且未就其专利、版权、商标或其他知识产权授予任何许可。如果软件并不附随有一份许可协议且贵方未以其他方式与赛普拉斯签署关于使用软件的书面协议，赛普拉斯特此授予贵方属人性的、非独家且不可转让的如下许可（无再许可权）（1）在赛普拉斯特软件著作权项下的下列许可权（一）对以源代码形式提供的软件，仅出于在赛普拉斯硬件产品上使用之目的且仅在贵方集团内部修改和复制软件，和（二）仅限于在有关赛普拉斯硬件产品上使用之目的将软件以二进制代码形式的向外部最终用户提供（无论直接提供或通过经销商和分销商间接提供），和（2）在被软件（由赛普拉斯公司提供，且未经修改）侵犯的赛普拉斯专利的权利主张项下，仅出于在赛普拉斯硬件产品上使用之目的制造、使用、提供和进口软件的许可。禁止对软件的任何其他使用、复制、修改、翻译或汇编。

在适用法律允许的限度内，赛普拉斯未对本文件或任何软件作出任何明示或暗示的担保，包括但不限于关于适销性和特定用途的默示保证。赛普拉斯保留更改本文件的权利，届时将不另行通知。在适用法律允许的限度内，赛普拉斯不对因应用或使用本文件所述任何产品或电路引起的任何后果负责。本文件，包括任何样本设计信息或程序代码信息，仅为供参考之目的提供。文件使用人应负责正确设计、计划和测试信息应用和由此生产的任何产品的功能和安全性。赛普拉斯产品不应被设计为、设定为或授权使用作武器操作、武器系统、核设施、生命支持设备或系统、其他医疗设备或系统（包括急救设备和手术植入物）、污染控制或有害物质管理系统中的关键部件，或产品植入之设备或系统故障可能导致人身伤害、死亡或财产损失其他用途（“非预期用途”）。关键部件指，若该部件发生故障，经合理预期会导致设备或系统故障或会影响设备或系统安全性和有效性的部件。针对由赛普拉斯产品非预期用途产生或相关的任何主张、费用、损失和其他责任，赛普拉斯不承担全部或部分责任且贵方不应追究赛普拉斯之责任。贵方应赔偿赛普拉斯因赛普拉斯产品任何非预期用途产生或相关的所有索赔、费用、损失和其他责任，包括因人身伤害或死亡引起的主张，并使之免受损失。

赛普拉斯、赛普拉斯徽标、Spansion、Spansion 徽标，及上述项目的组合，WICED，及 PSoC、CapSense、EZ-USB、F-RAM 和 Traveo 应视为赛普拉斯在美国和其他国家的商标或注册商标。请访问 cypress.com 获取赛普拉斯商标的完整列表。其他名称和品牌可能由其各自所有者主张为该方财产。