

SF25C128 SPI 接口

铁电随机存储器 (FRAM)

版权所有。

本公司及其子公司与关系企业(下称无锡舜铭存储)保有修改本手册记载内容的权利,恕不另行通知。请贵用户于订购产品前咨询无锡舜铭存储的销售代表。本手册记载的信息,例如功能概要和应用电路示例,仅提供给贵用户作为对于无锡舜铭存储产品的使用方法和操作示例的参考之用;无锡舜铭存储对于本手册所记载的各种信息,包括但不限于产品品质、正确性、功能表现、操作的适当性或产品是否侵权等,皆不提供任何明示或暗示的保证,亦不负责任何损害赔偿的责任。若贵用户基于本手册记载的信息,将无锡舜铭存储产品导入或安装于贵用户自行开发的产品或装置内,贵用户应承担所有风险,并就此使用所衍生的一切损害自行负责。无锡舜铭存储对本手册所载信息、亦或贵客户使用本手册所导致的任何损害概不负责。

目 录

1. 产品描述	3
2. 产品特点	3
3. 引脚分布	4
4. 引脚功能描述	5
5. 产品方框图	6
6. 接口模式	6
7. 串行外设接口	7
8. 操作码	8
9. 命令列表	9
10. 保持操作	12
11. 绝对最大额定值	12
12. 推荐工作条件	13
13. 电气特性	14
14. 时序图	16
15. 电源开/关时序	17
16. FRAM 特性	17
17. ESD 和门锁	18
18. 封装尺寸	18
19. 订购信息	19
20. 修订历史记录	20

1. 产品描述

该 FRAM 芯片（铁电随机存取存储器）配置为 16,384 × 8 位，通过铁电工艺和硅栅 CMOS 工艺技术形成非易失性存储单元和 SRAM 不同，该芯片不需要电池就可以保持数据。

该芯片中使用的存储单元可用于 1E6(1E8)^{*1} 次读/写操作^{*2}，它的读/写耐久性大大超过 FLASH 和 EEPROM，且不会像 FLASH 或 EEPROM 那样需要很长的数据写入时间，而且它不需要等待时间。

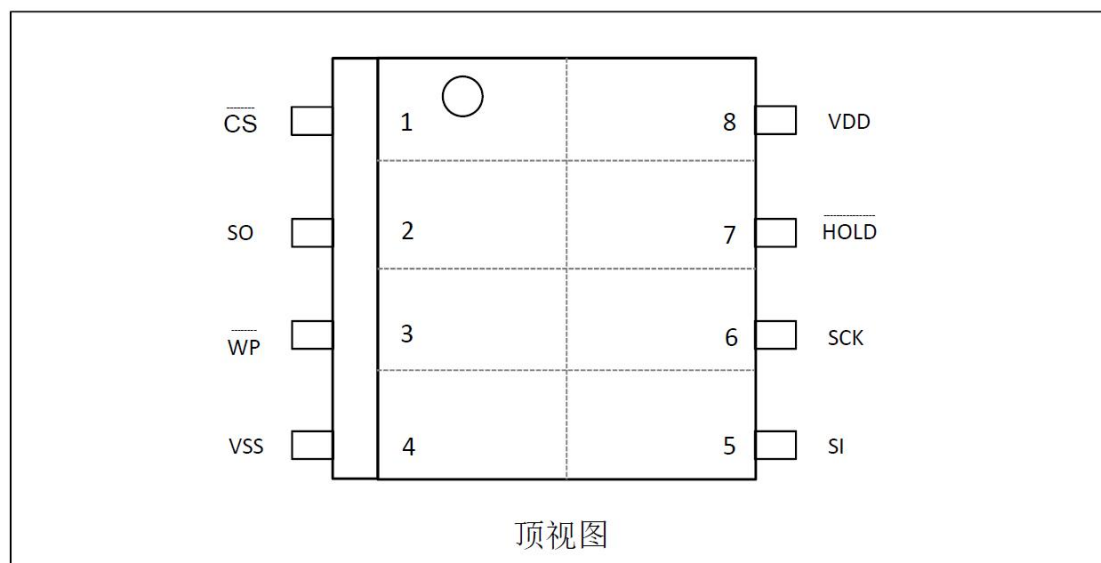
2. 产品特点

容量	128Kb
接口类型	SPI 接口 (模式0和模式3)
工作电压	2.7伏至3.6伏
工作频率	25兆赫兹
功耗	4.2毫安（25兆赫兹）
低功耗	9微安（待机）
耐久度	10 ⁶ (10 ⁸) ^{*1} /写（常温），10 ⁹ /读（常温）
数据保持	10年@85℃（200年@25℃）
高速读特性	支持 40MHz 高速读命令
工作环境温度范围	-40℃至85℃
封装形式	8引脚SOP封装，符合RoHS

使用说明：

- 我们建议在温度范围内进行编程。超出温度范围内长时间工作，无法保证正常温度内写入的数据。
- 不保证回流焊之前的数据，仅支持一次回流焊。
- 更多使用说明详见《可靠性测试技术总体规范》。
- *1 使用方法详见《产品应用说明》

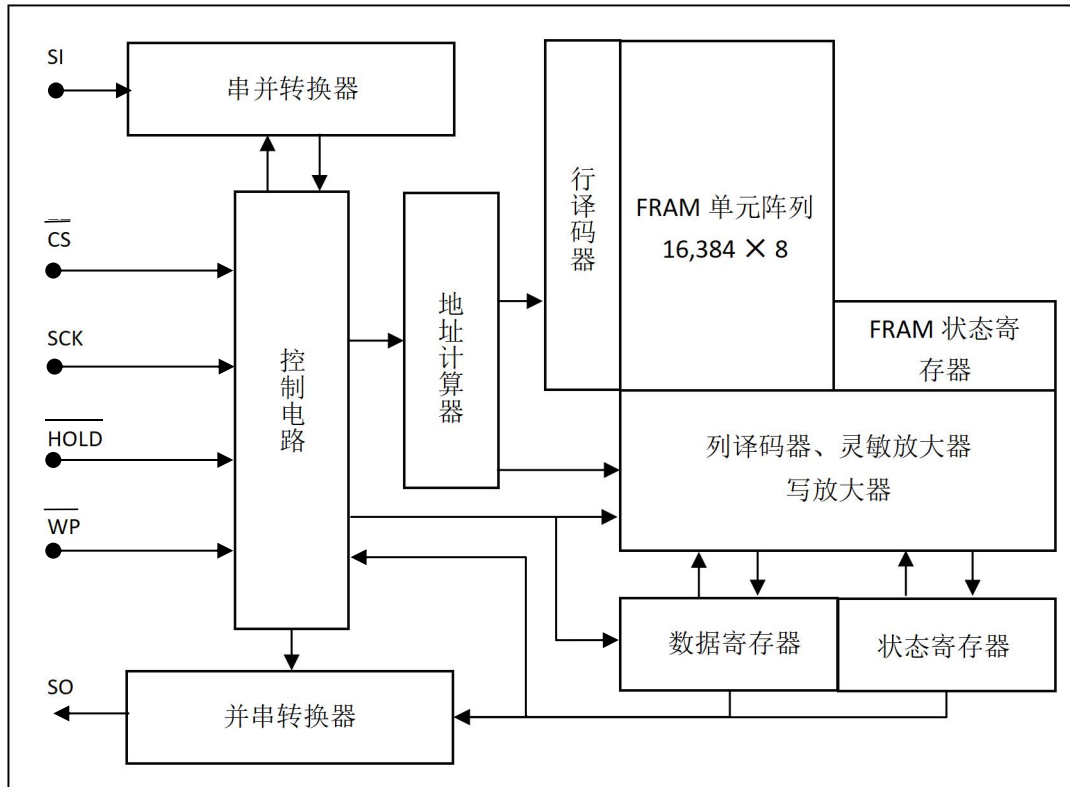
3. 引脚分布



4. 引脚功能描述

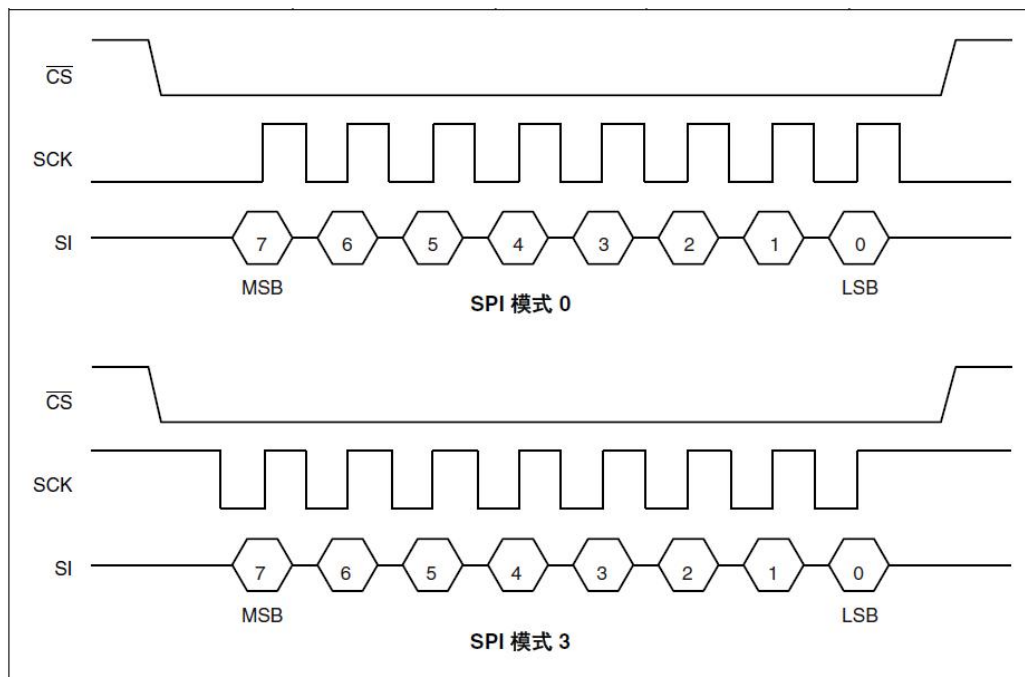
引脚名称	功能描述
$\overline{\text{CS}}$	片选引脚 这是进行芯片选择的输入引脚。当 $\overline{\text{CS}}$ 为 “高” 电位时，器件处于取消选择（等待）状态，S0 成为高阻抗状态。此时芯片会忽略其它引脚的数据输入。$\overline{\text{CS}}$ 为 “低” 电平时，器件处于选择（激活）状态。输入操作码之前，$\overline{\text{CS}}$ 必须为 “低” 电平。芯片选择引脚在内部上拉至 VDD 引脚。
S0	串行数据输出引脚
$\overline{\text{WP}}$	写保护引脚
VSS	接地引脚
SI	串行数据输入引脚 这是串行数据的输入引脚。用于输入操作码、地址和数据。
SCK	串行时钟引脚 时钟输入引脚，为串行数据输入输出提供时钟信号。
$\overline{\text{HOLD}}$	保持引脚，在没有取消片选的情况下中断串行输入\输出。$\overline{\text{HOLD}}$ 处于低电平时，保持操作被激活，S0 成为高阻抗状态，SCK 和 SI 成为可忽略状态。在保持操作时，$\overline{\text{CS}}$ 必须保留为低电平。
VDD	电源电压引脚

5. 产品方框图



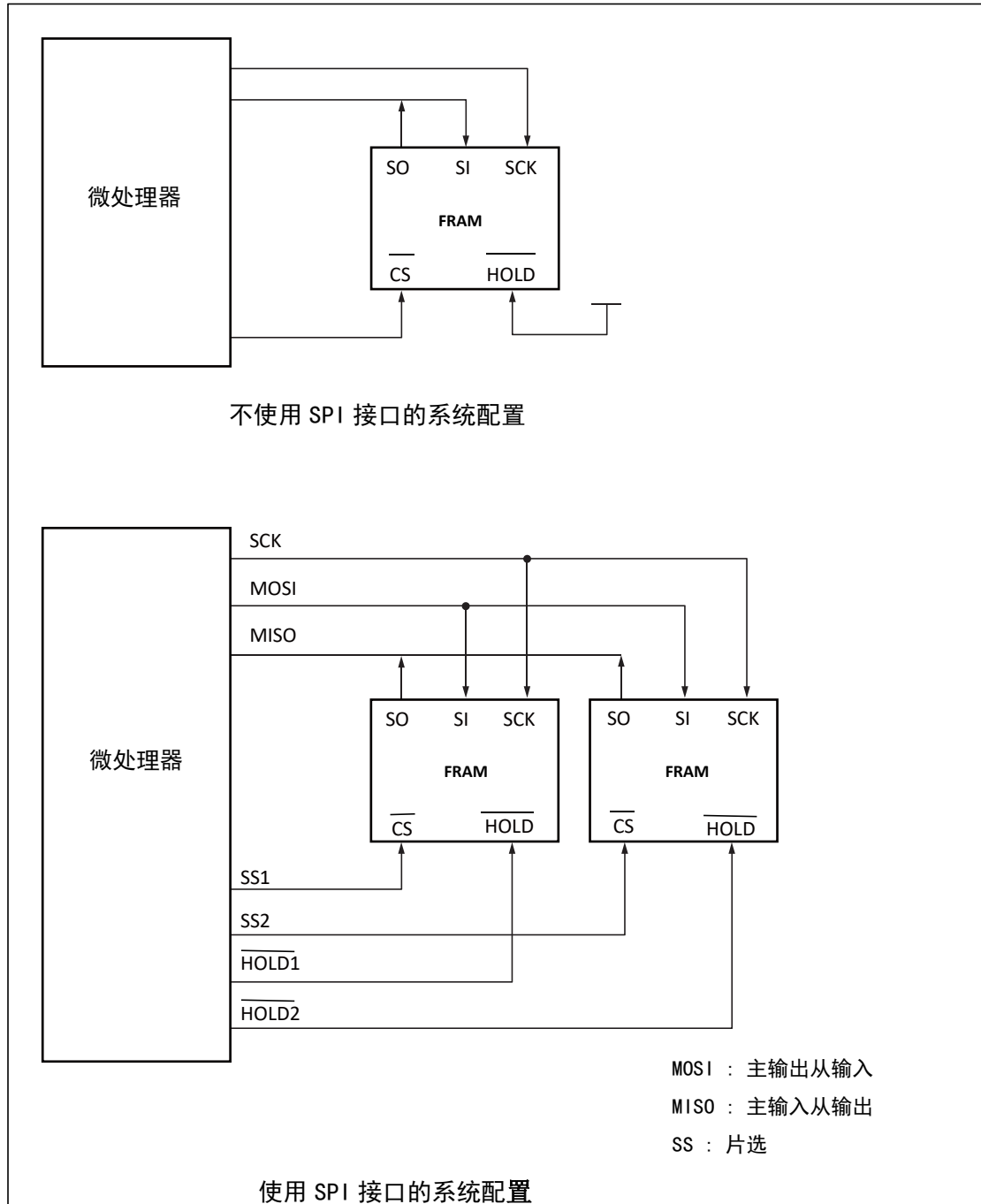
6. 接口模式

该芯片支持 SPI 模式 0 (CPOL=0, CPHA=0) 和 SPI 模式 3 (CPOL=1, CPHA=1) 通信。



7. 串行外设接口

该芯片作为 SPI 的从器件。通过使用配备 SPI 端口的微控制器可以连接多个器件。使用没有配备 SPI 端口的微控制器，可以通过模拟 SPI 总线操作。



8. 操作码

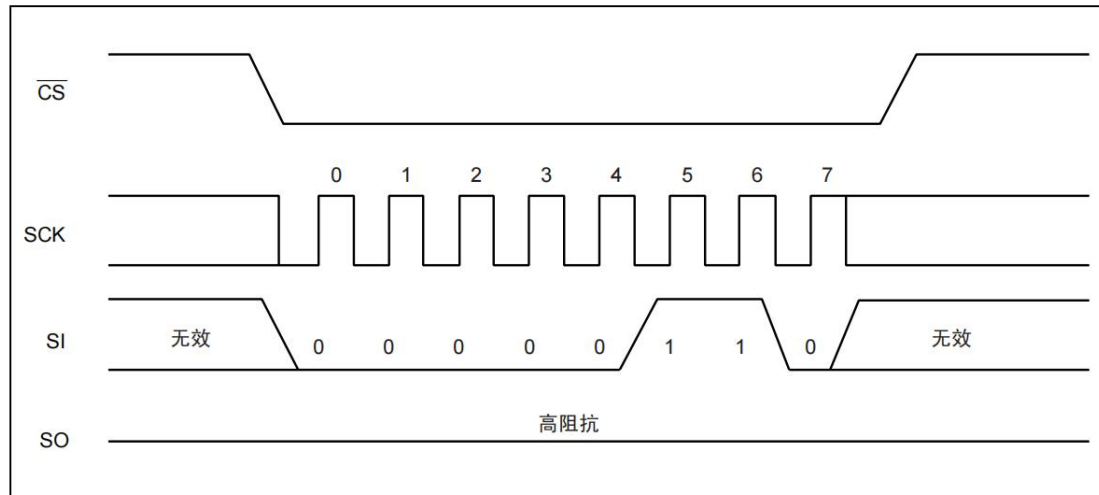
该芯片接受操作码中指定的 7 类命令。操作码是 8 位代码，不要输入这些代码以外的其他无效代码。如果 $\overline{CS}$ 在输入操作码时上升，则不会执行命令。

命令名称	命令描述	操作码
WREN	写使能锁存器命令	0000 0110 _B
WRDI	复位使能锁存器命令	0000 0100 _B
READ	读命令	0000 0011 _B
WRITE	写命令	0000 0010 _B
RDID	读设备序列号命令	1001 1111 _B
FSTRD	高速读命令	0000 1011 _B
SLEEP	睡眠命令	1011 1001 _B

9. 命令列表

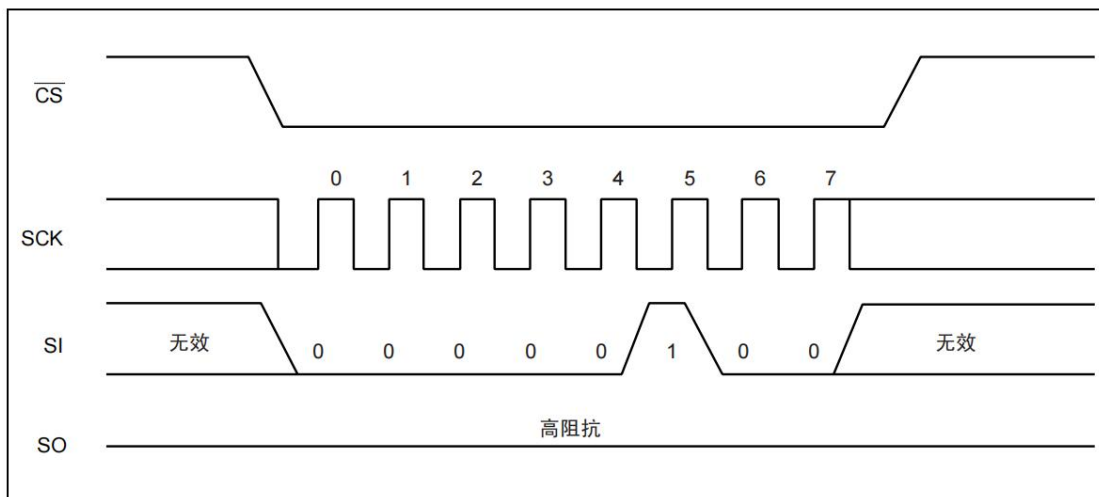
● WREN

WREN 命令用于设置写使能锁存器。需要在写操作（WRITE 命令）之前使用 WREN 命令设置写使能锁存器。



● WRDI

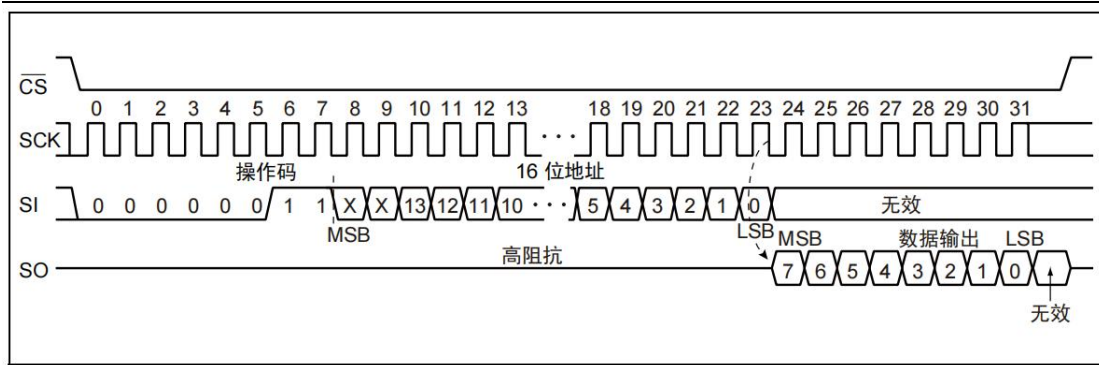
WRDI 命令用于重置写使能锁存器。在重置写使能锁存器时，不执行写操作（WRITE 命令）。



● READ

READ 命令读取 FRAM 存储单元阵列数据。任意 16 位地址和 READ 的操作码输入 SI。2 位高地址位无效。然后，输入 8 个时钟周期的 SCK，SCK 的下降沿同步输出 SO。读取时，SI 值无效。

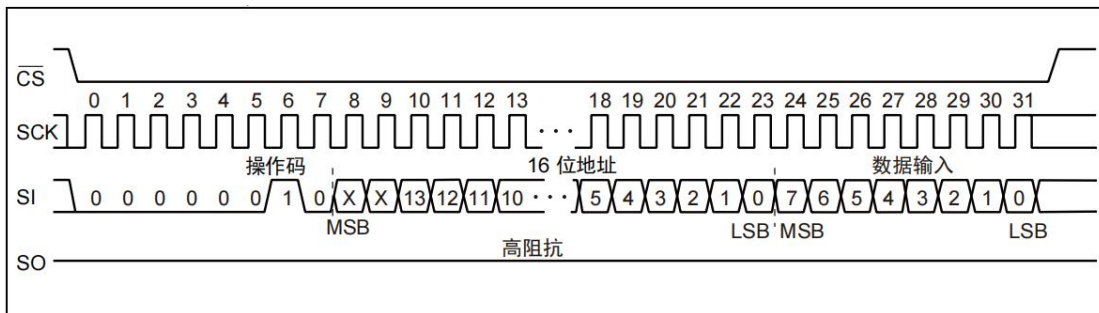
当 $\overline{CS}$ 上升时，READ 命令完成，但以自动地址递增的方式持续读取（通过在 $\overline{CS}$ 上升之前以 8 周期为单位连续发送时钟到 SCK 实现）。当到达最高位地址时翻转到起始地址，并无限保持读取周期。



● WRITE

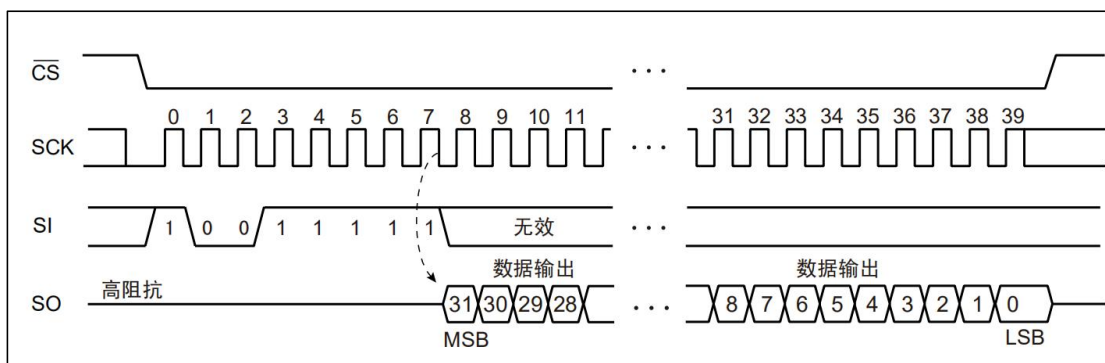
WRITE 命令将数据写入 FRAM 存储单元阵列。WRITE 操作码、任意 16 位地址和 8 位写入数据输入到 SI，2 位高地址位无效。

当输入 8 位写入数据时，数据写入 FRAM 存储单元阵列。 $\overline{\text{CS}}$ 上升将终止 WRITE 命令，但如果每个 $\overline{\text{CS}}$ 上升之前继续发送 8 位写入数据，则可以使用自动递增地址继续写入。当到达最重要的地址时翻转到起始地址，写周期将无休止地继续下去。



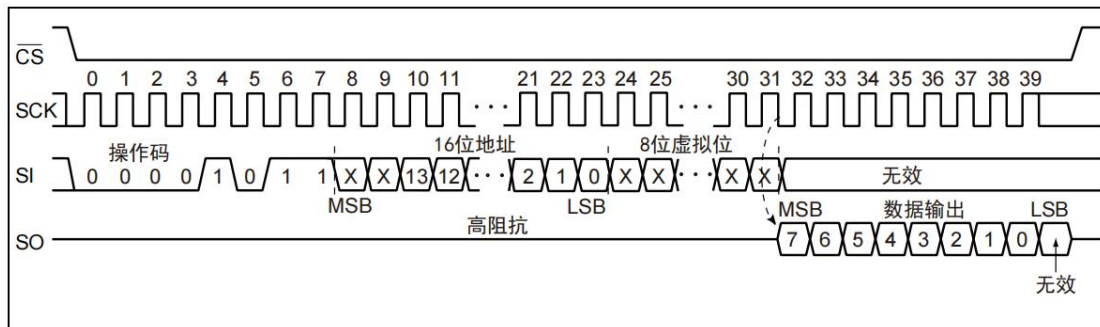
● RDID

RDID 命令读出设备序列号。向芯片发送 RDID 命令之后，然后发送 32 个时钟，此时 SI 无效。从第 8 个时钟的下降沿开始，从 SO 接口同步输出数据。芯片 ID：16 进制 628C 2200



● FSTRD

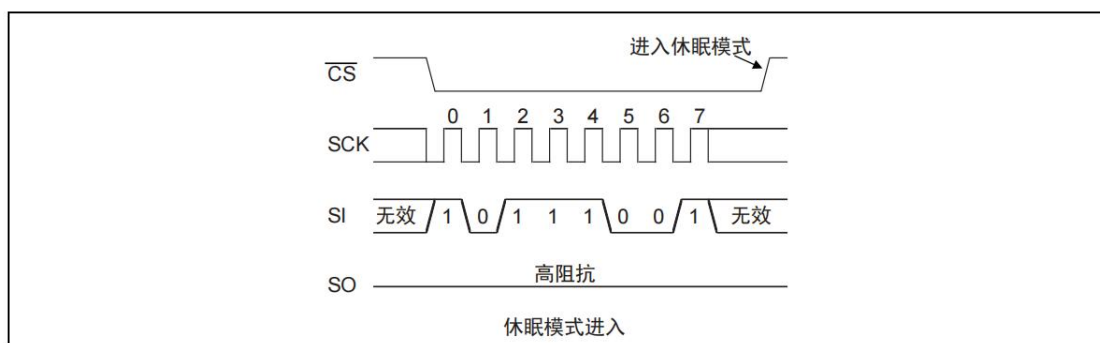
FSTRD 命令连续读取存储阵列的数据。在 8 位操作码之后，通过 SI 引脚输入 16 位地址信息（其中高 2 位无效），然后输入 8 位无效数据。在输入 8 位无效数据的同时，在 SCK 引脚有 8 位时钟输入。在 8 位 SCK 的下降沿，SO 引脚开始输出数据。在读取得同时，SI 引脚无效。当 $\overline{CS}$ 引脚上拉，FSTRD 命令结束。在 $\overline{CS}$ 引脚上拉之前，将持续读取数据，地址自动增加，循环读取存储阵列的数据。



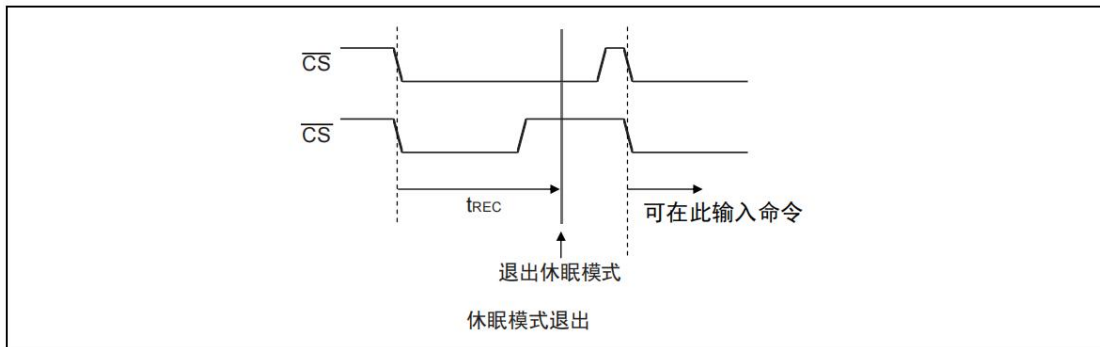
● SLEEP

SLEEP 命令可以将芯片设置为睡眠模式。在 SLEEP 命令的操作码执行之后， $\overline{CS}$ 的上升沿，芯片进入睡眠模式。但是，在操作码之后，在将 $\overline{CS}$ 引脚拉高之前，只要有一个时钟周期的时钟输入，将会取消执行 SLEEP 命令。

一旦切换至睡眠模式，对 SCK 引脚及 SI 引脚的输入即变为无效，SO 为 High-Z。



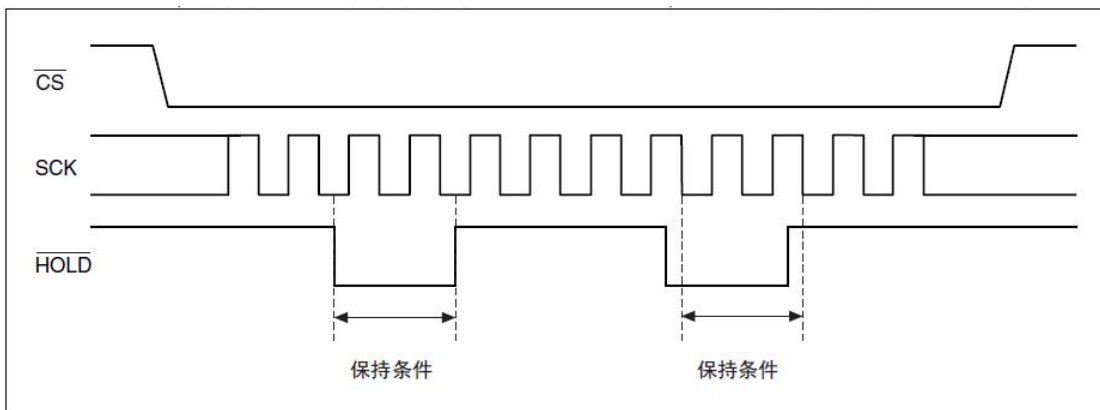
在 $\overline{CS}$ 下降沿之后的 t_{REC} （最大 1 微秒）时间内，芯片将退出睡眠模式。



10. 保持操作

在SCK为低电平时，将HOLD引脚转换为低电平，进入保持状态；然后，在SCK为低电平时，将HOLD引脚返回到高电平，则退出保持状态。在SCK为高电平期间，禁止进入\退出保持模式。任意命令操作在保持状态时都会中断，SCK和SI输入变为被忽略。在读取命令 (RDSR, READ) 时S0变为高阻抗。

此外，在保持状态期间，禁止拉高 CS 引脚。



11. 绝对最大额定值

参数	符号	额定值		单位
		最小值	最大值	
电源电压 ^{*1}	V_{DD}	-0.5	4.0	V
输入电压 ^{*1}	V_{IN}	-0.5	$V_{DD} + 0.5$	V
输出电压 ^{*1}	V_{OUT}	-0.5	$V_{DD} + 0.5$	V
工作环境温度	T_A	-40	85	°C
储存温度 ^{*2}	T_{stg}	-40	125	°C

*1：上述参数值以 $V_{SS} = 0\text{ V}$ 为基准。

*2：上述储存温度是为写入数据之前器件可以存储的环境温度，器件写入数据后，请参照工作环境温度

〈警告〉如在半导体器件上施加的负荷（电压、电流、温度等）超过最大额定值，

将会导致该器件永久性损毁，因此任何参数均不得超过其绝对最大额定值。

12. 推荐工作条件

参数	符号	数值			单位
		最小值	典型值	最大值	
电源电压 ^{*1}	V _{DD}	2.7	3.3	3.6	V
工作环境温度 ^{*2}	T _A	-40	-	+85	°C

*1：上述参数值以 VSS = 0V 为基准

*2：仅适用于本芯片在运行时的周围环境温度。可以理解成此温度与芯片表面的温度几乎相同。

〈警告〉 为确保半导体器件的正常工作，必须在推荐的运行环境或条件下使用。

器件在所推荐的环境或条件下运行时，其全部电气特性均可得到保证。请务必在所推荐的工作环境或条件范围内使用该半导体器件。如果超出该使用范围，可能会影响该器件的可靠性并导致故障。

本公司对本数据手册中未记载的使用范围、运行条件或逻辑组合不作任何保证。如果用户欲在所列条件之外使用器件，请务必事先联系销售代表。

13. 电气特性

■ 直流特性

(在推荐工作条件内)

参数	符号	条件	数值			单位
			最小值	典型值	最大值	
输入漏电流	$ I_{LI} $	$V_{IN} = 0\text{ V to }V_{DD}$	—	—	1	μA
输出漏电流	$ I_{LO} $	$V_{OUT} = 0\text{ V to }V_{DD}$	—	—	1	μA
工作电源电流	I_{DD}	SCK = 25MHz S0 = open	—	4.2	5.5	mA
待机电流	I_{SB}	SCK = SI = $\overline{\text{CS}} = V_{DD}$	—	9	50	μA
睡眠电流	I_{ZZ}	$\overline{\text{CS}} = V_{DD}$ All other inputs V_{SS} or V_{DD}	—	2.8	4	μA
输入高电压	V_{IH}	$V_{DD} = 2.7\text{V to }3.6\text{V}$	$V_{DD} * 0.7$		$V_{DD} + 0.3$	V
输入低电压	V_{IL}	$V_{DD} = 2.7\text{V to }3.6\text{V}$	-0.5		$V_{DD} * 0.3$	V
输出高电压	V_{OH}	$I_{OH} = -2\text{ mA}$	$V_{DD} - 0.5$		VDD	V
输出低电压	V_{OL}	$I_{OL} = 2\text{ mA}$	VSS		0.4	V
$\overline{\text{CS}}$ 上拉电阻	R_P		18	33	80	k Ω

■ 交流特性

参数	符号	数值		单位
		最小值	最大值	
时钟频率 (FSTRD 之外命令)	f_{CK}	0	25	MHz
时钟频率 (FSTRD 命令)	f_{CK}	0	40	MHz
时钟高电平时间	t_{CH}	11	—	ns
时钟低电平时间	t_{CL}	11	—	ns
芯片选择设置时间	t_{CSU}	10	—	ns
芯片选择保持时间	t_{CSH}	10	—	ns
输出禁用时间	t_{OD}	—	12	ns
输出数据有效时间	t_{ODV}	—	9	ns
输出保持时间	t_{OH}	0	—	ns
取消选择时间	t_D	40	—	ns
上升时间的数据	t_R	—	50	ns
数据下降时间	t_F	—	50	ns
数据设置时间	t_{SU}	5	—	ns
数据保持时间	t_H	5	—	ns
HOLD 设置时间	t_{HS}	10	—	ns
HOLD 保持时间	t_{HH}	10	—	ns
HOLD 输出浮动时间	t_{HZ}	—	20	ns
HOLD 输出激活时间	t_{LZ}	—	20	ns
SLEEP 退出时间	t_{REC}	—	1	μs

交流测试条件

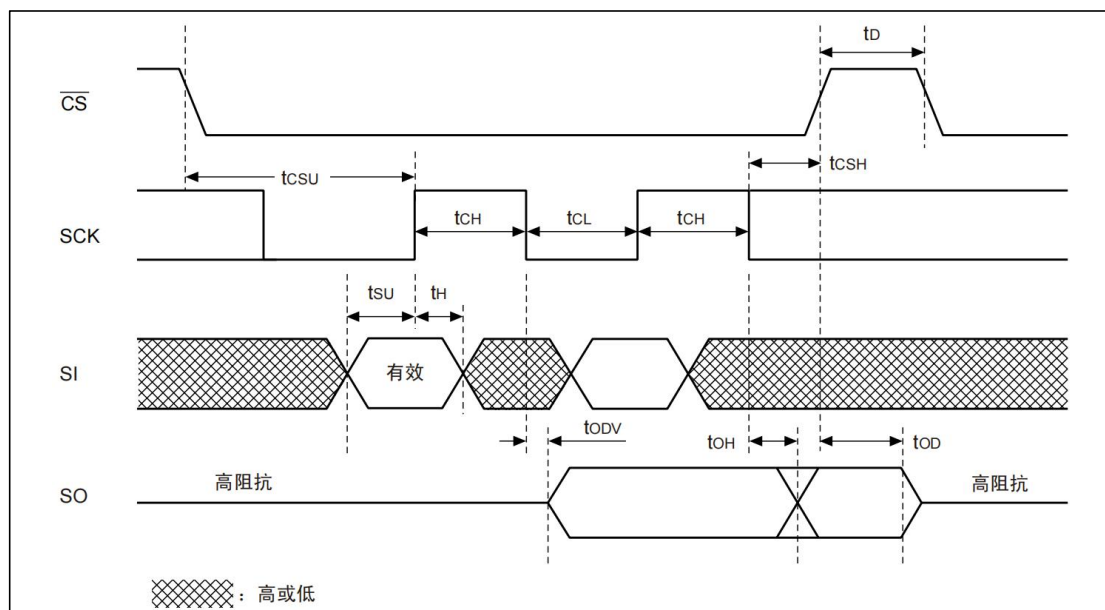
电源电压 : 2.7V 到 3.6V
 工作温度范围 : $-40^{\circ}C$ 到 $+85^{\circ}C$
 输入电压范围 : $V_{DD} * 0.7 \leq V_{IH} \leq V_{DD}$, $0 \leq V_{IL} \leq V_{DD} * 0.3$
 输入上升时间 : 5 ns
 输入下降时间 : 5 ns
 输入判定基准电平 : $V_{DD} * 0.5$
 输出判定基准电平 : $V_{DD} * 0.5$
 输出负载电容: 30pF

■ 引脚电容

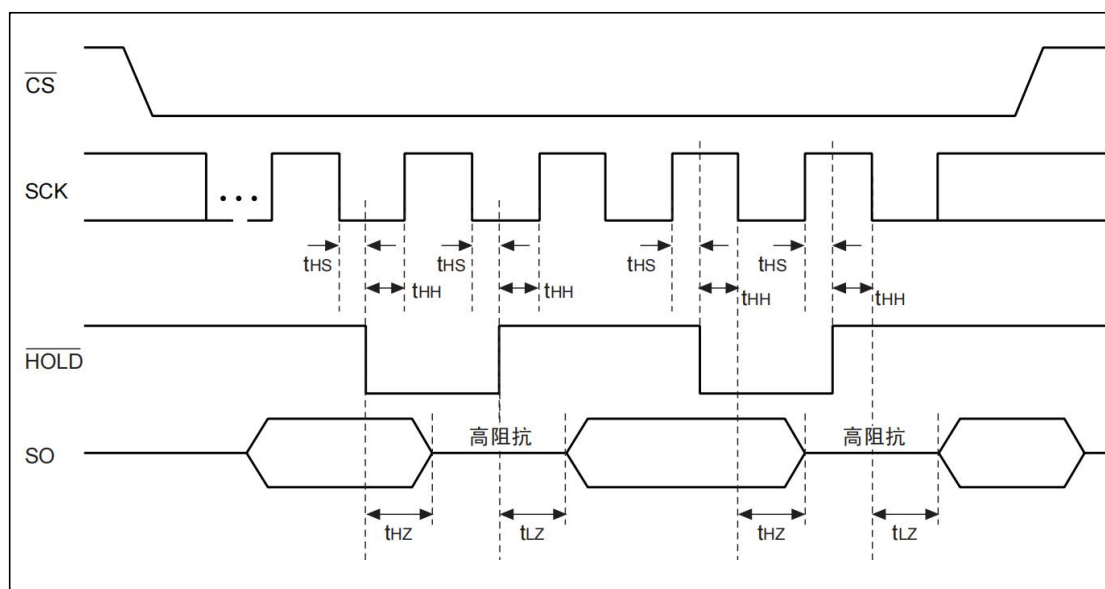
参数	符号	条件	数值		单位
			最小值	最大值	
输出电容	C_O	$V_{DD} = V_{IN} = V_{OUT} = 0V$, $f = 1 \text{ MHz}$, $T_A = +25^{\circ}C$	—	10	pF
输入电容	C_I		—	10	pF

14. 时序图

串行数据时序



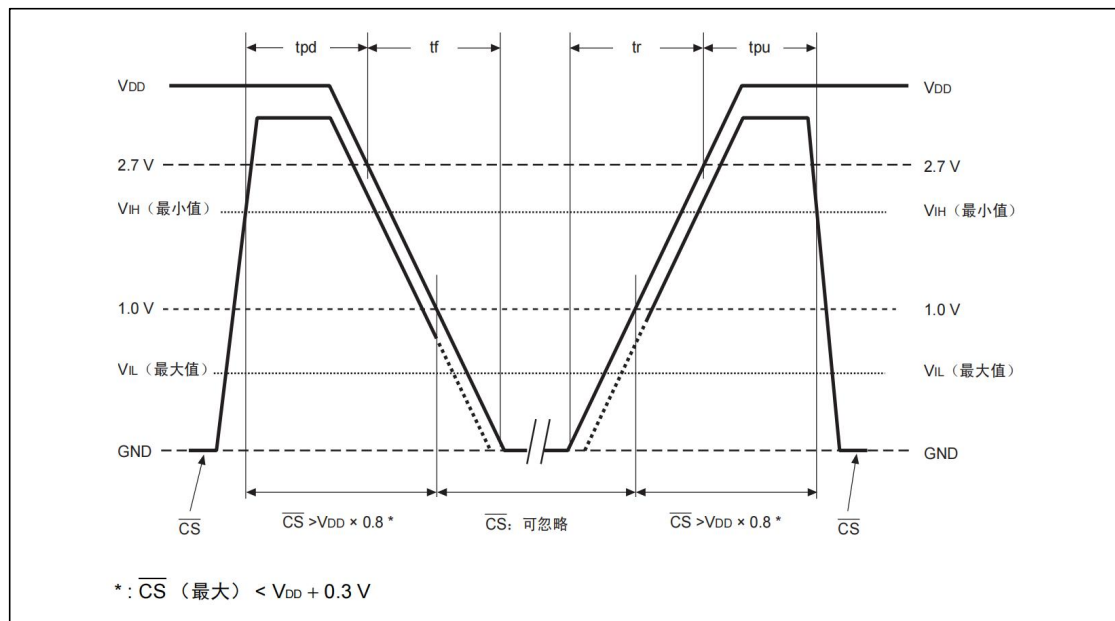
保持时序



15. 电源开/关时序

参数	符号	数值		单位
		最小值	最大值	
电源关闭时 $\overline{CS}$ 电平的保持时间	t_{pd}	200	—	ns
电源打开时 $\overline{CS}$ 电平的保持时间	t_{pu}	5	—	μs
电源下降时间	t_f	5	—	μs
电源上升时间	t_r	5	—	μs

注意：如果器件不能在读周期、写周期或上/掉电时序的特定条件内操作，无法保证存储数据。



16. FRAM特性

参数	最小值	最大值	单位	备注
读写耐久度*1	1E6	—	次/字节	工作环境温度 $T_A = -40^{\circ}C$
	1E6	—	次/字节	工作环境温度 $T_A = +25^{\circ}C$
	1E5	—	次/字节	工作环境温度 $T_A = +85^{\circ}C$
数据保持*2	200	—	年	工作环境温度 $T_A = -40^{\circ}C$
	200	—	年	工作环境温度 $T_A = +25^{\circ}C$
	10	—	年	工作环境温度 $T_A = +85^{\circ}C$

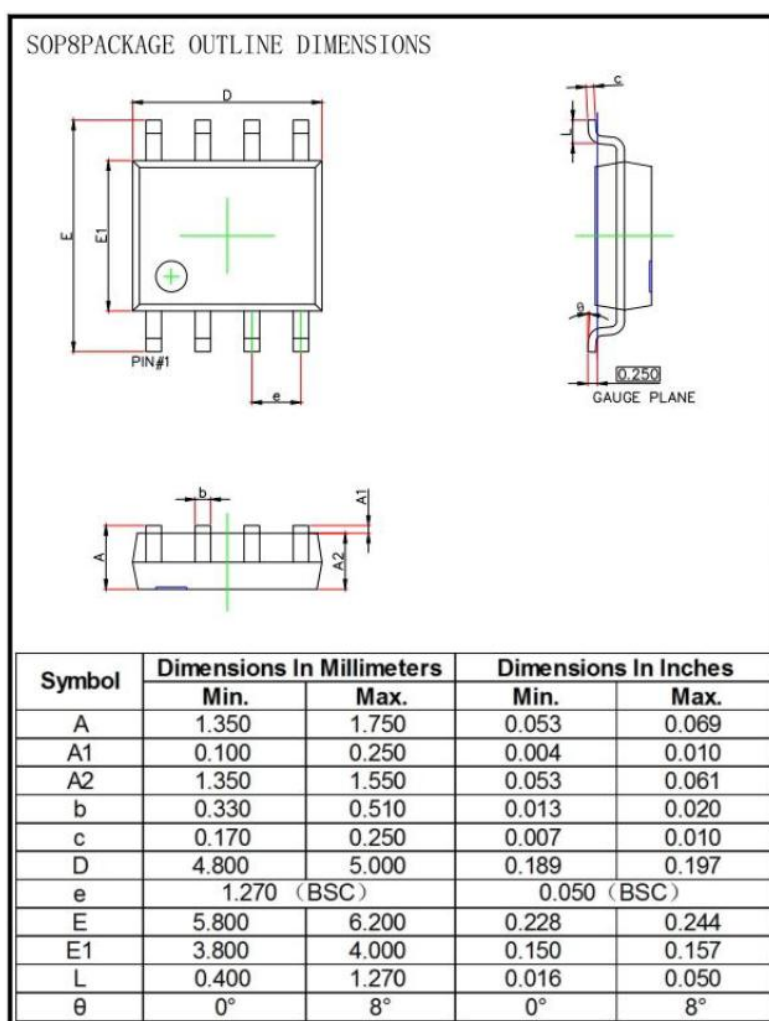
*1：由于 FRAM 存储采用破坏性读出机制操作，这里的读写耐久性的最小值定义为读和写的次数的总和。

*2：数据保持年数是指出厂交货后，第一次读写操作之后的数据保持时间。这些保持时间是根据可靠性评估结果得出的换算值。

17. ESD和门锁

测试	数值
ESD HBM (人体模型) 符合 JS-001	$\geq 2000 \text{ V} $
ESD CDM (充电器件模型) 符合 JS-002	$\geq 1000 \text{ V} $
门锁 符合 JESD78	$\geq 100 \text{ mA} $

18. 封装尺寸



20. 订购信息

举例：

S F 25C 128 _ N S H - I R

公司名称缩写

S=Smart Memories

产品系列

F=FRAM

产品接口

25C=SPI Interface

产品容量

128=128Kb

产品版本

Blank=A Version

B=B Version

C=C Version

工作电压

N=2.7~3.6V

W=1.7~5.5V

V=1.8~5.5V

封装形式

S=SOP8 150mil

T = TSSOP8

U = UDFN2*3

环保标准

H=RoHS Compliant

产品等级

C=Consumer Grade,T= -25°Cto60°C

I=Industrial Grade,T= -40°Cto85°C

包装形式

T=Tube

R=Tape&Reel

Y=Tray

21. 修订历史记录

修订版本	日期	描述
V1.0	2023/6/28	初始版本