

FRAM 常见问题解答

1. 什么是 FRAM?

FRAM 是 ferroelectric random access memory (铁电随机存取存储器) 的首字母缩写, 它是非易失性存储器, 即便在断电后也能保留数据。尽管从名称上说, FRAM 是铁电存储器, 但它不受磁场的影响, 因为芯片中不含铁基材料 (铁)。铁电材料可在电场中切换极性, 但是它们不受磁场的影响。

2. FRAM 较之闪存/EEPROM 具有哪些主要优势?

1) 速度。FRAM 具有快速写入的特性。写入到 FRAM 存储器单元的实际时间小于 50ns, 这超越了所有其他存储器的类似操作。这大约比 EEPROM 快 1000 倍。此外, 与需要两步 (写入命令和随后的读取/验证命令) 才能写入数据的 EEPROM 不同, FRAM 的写入操作与读取操作发生在同一过程中。只提供一个存储器访问命令, 实现读取或写入功能。因此, 与 EEPROM 写入处理相关联的所有时间实际上在基于 FRAM 的智能 IC 中被有效地消除了。

2) 低功耗。在低电压下写入 FRAM 单元, 并且只需很低的电流即可更改数据。对于 EEPROM, 则需要高电压。FRAM 使用非常低的电源电压---1.5V, 而 EEPROM 则使用 10-14V 电源电压。FRAM 的低电压意味着低功耗, 同时能够在更快的处理速度下实现更多功能。

3) 数据可靠性。由于只需要少量能量, 因此操作 FRAM 所需的所有能量在数据写入开始时就被预先加载。这就避免了“数据分裂”---由于能源缺乏的关系导致部分数据在写入时被破坏。基于 EEPROM 的智能 IC 在写周期内被从射频 (RF) 磁场电源中移除时就会出现这种情况。此外, FRAM 还具有 100 兆次的写入/读取数或更多 --- 远远超过了 EEPROM 的写入数量。

3. FRAM 在高温环境下的表现如何?

FRAM 是一项非常强大可靠的存储技术, 即使在高温环境下也是如此。在温度为 85 摄氏度时, FRAM 的数据保持时间超过 10 年。这远远超过政府的身份识别 (ID) 卡市场的要求, 并展现了 FRAM 的强健耐用的数据保持能力。FRAM 用于多种汽车电子应用中, 并且已经被证明能够耐受极其恶劣条件。

4. FRAM 产品在升级时会有与闪存/EEPROM 相同的问题吗?

与 FRAM 不同, 闪存/EEPROM 采用浮栅电荷存储设计, 该设计需要高电压和昂贵的、需要大量电能且占空间的电路, 例如晶体管和充电泵。所有这些传统高压电路的局限性在于不易于升级到越来越小的 IC 处理节点制造工艺。此外, TI 先进的 130 纳米 (nm) FRAM 制造工艺生产出的芯片比大多数基于闪存和 EEPROM 的嵌入式微处理器所使用的 180 - 220 nm 节点尺寸更小, 从而使 FRAM 产品在尺寸、性能和功效方面具有巨大优势。更需指出的是, FRAM 制造工艺能够与数字 CMOS 工艺完全兼容, 从而使该技术在将来可轻松升级到更小的技术节点。

5. FRAM 会在读取后丢失数据吗?

不会。FRAM 是一款非易失性存储器, 即使在断电后也可保持其中的数据。与可在个人计算机、工作站和非手持游戏控制台 (例如 PlayStation 和 Xbox) 的大型 (主) 存储器中使用的常用 DRAM (动态随机存取存储器) 类似, FRAM 也要求在每次读取后进行内存恢复。进行内存恢复的原因是 FRAM 存储器单元要求在刷新功能中重新写入已访问的每

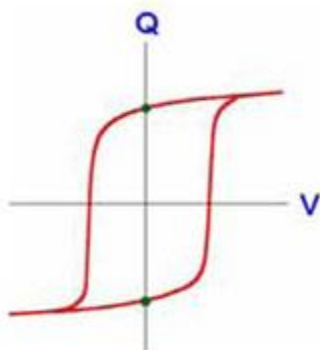
个位，这一点与 DRAM 相同。由于 FRAM 具有无穷的写入次数（100 兆次写入/读取周期），因此我们并不需要对这一点有太多顾虑。

6. 全新的嵌入式 FRAM 存储技术是否带来了新的安全顾虑？

FRAM 已用于不断进化的财务智能卡和机顶盒应用中。与现有 EEPROM 技术相比，FRAM 在电场、辐射等环境中具有更强的抗数据损坏能力。超快写入时间和 130 纳米 (nm) 小处理节点使攻击者束手无策。此外，FRAM 的低功耗（其读取功耗和写入功耗实际上是相同的）使攻击者更难以使用差分功率分析技术对其进行攻击。

7. FRAM 器件受磁场的影响吗？

常见的一种误解是，人们认为铁电晶体中包含铁或是具有铁磁性或类似属性。术语“铁电”是指作为电压函数绘制的电荷图（下图）与铁磁材料磁滞回线（BH 曲线）之间的相似性。**铁电材料不受磁场影响。**



8. FRAM 器件能够经受多强的电场？

FRAM 存储器单元通过将开关电压用于感应和恢复数据状态的方式工作。PZT 铁电薄膜的厚度约为 70nm。如果将该器件放在距离 50kV/cm 电场 1cm 的位置上，则铁电薄膜中不可能产生大于 1V 的电压。实际情况就是，FRAM 器件不受外部电场的影响。

9. FRAM 受辐射或软错误的影响吗？

易失性存储器 DRAM 和 SRAM 使用电容器来存储电荷或使用简单的锁存器来存储状态。这些单元容易受到 α 粒子、宇宙射线、重离子、伽马射线、X 射线等等的破坏，这可能导致数据位会翻转为相反状态。这就称为软错误，软错误之后的后续写入将被保留。此情况的发生概率就称为器件的软错误率 (SER)。由于 FRAM 单元将状态存储为 PZT 薄膜偏振，因此 α 射线的冲击难以迫使偏振更改给定单元的状态，我们甚至测量不到 FRAM 的 SER。

FRAM 的这种“抗辐射”特性使其在若干种新兴医疗应用中备受瞩目。

10. TI 在 FRAM 技术中关注哪些方面？

虽然 TI 目前仍在为 Ramtron 生产独立的 FRAM 存储器，我们的内部工作重心仍为

- 嵌入式 FRAM（作为数字化流程的 2 掩码加法器）。我们已成功设计出高达 32Mb 的阵列。

- FRAM 是一种真正的 NVRAM 技术，可替代高速缓存 SRAM、DRAM、闪存/ EEPROM
- 支持 1.5V 电压面向低功耗应用

FRAM 的确为客户带来无与伦比的灵活性和优势，同时其初始的实现和设计都针对目标市场进行优化。需要重点强调的是，FRAM 技术可同时支持高性能和低功耗应用；但是，我们目前的 FRAM 阵列设计是针对低功耗操作优化的。关于我们的初始 FRAM 设计的一些考虑事项：

1. 它们最适用于工作频率低于 25 MHz 的器件。不过，随着所有技术的发展进步，我们希望今后能设计出更高性能的 FRAM 存储器阵列，以支持器件的更高时钟运行速度。
2. 如上所述，我们期望我们的一些初始 FRAM 存储器器件使用 2T-2C 配置（每个数据位使用 2 个单元）。这种“冗余”方法将形成一个交叉点，其中，FRAM 阵列比低于 64KB – 128KB 内存的同等闪存存储器更小（具体取决于设计要求）。同时，我们期待这一交叉点能在 1T-1C 操作和未来工艺技术的简化过程中得到改进。
3. 此外，TI 目前尚未将汽车应用作为其嵌入式 FRAM 产品的目标应用领域。

11. F-RAM 和 FeRAM 都是指 FRAM 吗？

是的。F-RAM、FeRAM 和 FRAM 是同义词。德州仪器 (TI) 选择使用首字母缩写词“FRAM”，而 Ramtron 则选择使用“F-RAM”。

12. 市场上有商用的 FRAM 产品吗？

FRAM 是半导体市场中可靠的商用存储器，仅 Ramtron 销售的 FRAM 就有 1.5 亿多件。Ramtron 的 F-RAM 存储器产品已成为高品质行业（例如汽车）中非常普遍的选择。诸如 Mercedes、GM、BMW、Ford、Porsche 等制造商正在将 FRAM 用于他们的汽车产品中。

TI 当前采用其先进的 130 纳米 (nm) FRAM 制造工艺生产 Ramtron 的 4Mb 和 2Mb FRAM 存储器 (<http://www.ramtron.com/products/nonvolatile-memory/parallel.aspx>)。Ramtron 的 4Mb FRAM 存储器产品被《中国电子产品》(EPC) 杂志评为“2008 年年度产品”。

TI [MSP430FR57xx](#) 系列能提供样品及完整的开发套件。将在 2011 年 8 月开始工业化生产，未来将有更多的产品投放市场。

13. 我可以在与基于闪存的器件相同的条件下焊接 FRAM 微控制器吗？

现在还不行。当超过现有 MSP430FR5739 器件的额定最大存储温度 (Ts) 时，不能保证 FRAM 存储器上的数据保持。然而，我们将在以后的所有 MSP430FRAM 器件上支持这一功能。

对于电路板制造过程中的焊接，必须遵循现行 JEDEC J-STD-020 规范，回流焊峰温度不高于装运箱或卷带的器件标签指定的温度。

如果产品的开发设计过程中需要手工焊接，任何单个器件峰值温度超过 250°C 的总时间一定要在 5 分钟以内。

使用用户代码对器件进行编程应该只能在回流焊/手工焊接后进行。

出厂时设定好的信息（如校准值）旨在耐受通常情况下达到当前 JEDEC J-STD-020 规范的温度。

14. 已经被写入其他 MSP430 器件中的代码将与全新的具有 FRAM 的 MSP430FR57xx 器件中的代码兼容吗？

是的! 虽然需要将某些因素考虑在内, 写入基于闪存的 MSP430 器件的代码绝对可以用在具有 FRAM 的 MSP430FR57xx 器件上。由于 FRAM 使用许多与其他 MSP430 器件相同的外设, 转换十分简单。

15. 基于 FRAM 的开发是否与使用基于闪存的 MCU 完全不同？

绝对不是。就编写代码而言, FRAM 技术是完全透明的。开发环境一致而熟悉。虽然编程和代码开发与基于闪存的 MSP430 的开发完全一样, 但性能优势是惊人的。

16. 我的代码和项目可否从闪存 MSP430 移植到 FRAM MSP430？

可以, FRAM 器件的代码与其他基于闪存存储器的 MSP430 MCU 完全兼容。但它们的引脚并不具有可互换的兼容性。FR5xx 系列采用了一些新外设, 包括灵活计时系统和电源管理模块。将在即将出版的针对 MSP430F2xx 到 MSP430FR5xx 迁移指南中公布更多细节。