

飞思卡尔扩展 MRAM 产品系列 引领非易失性存储器的未来

周 鑫

(飞思卡尔半导体中国有限公司 上海分公司, 上海 201203)

经常有人将磁阻 RAM (MRAM, Magnetoresistive Random Access Memory) 称作是非易失性存储器 (nvRAM, Non-Volatile RAM) 的关键性技术。作为一项非易失性存储器技术, MRAM 可以在掉电时保留数据, 并且不需要定期刷新。MRAM 利用磁性材料和传统的硅电路在单个器件中提供了 SRAM 的高速度和闪存的非易失性, 它的寿命几乎是没有限制的。MRAM 器件可以用于高速缓冲器、配置内存和其它要求高速、耐用和非易失性的商业应用。

作为第一家将 MRAM 技术商业化的公司, 飞思卡尔通过不断推出经济高效而且可靠的非易失性存储器来长期引导市场发展。飞思卡尔 2006 年推出的 MR2A16A 4Mbit 产品是全球第一款商用 MRAM 器件, 工作于商用级温度范围 ($0^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$)。

不久前, 飞思卡尔半导体又成功推出全球第一款 3V 4Mbit 的扩展温度范围 ($-40^{\circ}\text{C}\sim+105^{\circ}\text{C}$) 的非易失性 RAM (nvRAM) 产品 MR2A16AV, 从而扩展了其获奖磁电阻式随机存储器 (MRAM) 的产品系列。飞思卡尔提供了新的扩展温度范围选择, 使 MRAM 可用于恶劣的应用环境, 如工业、军事、航空和汽车应用设计等。在这类应用中, 半导体产品必须能够忍受恶劣的工作环境和极端的温度范围。

飞思卡尔还推出了一种 1Mbit 器件 MR0A16A, 扩展了商用 MRAM 产品系列。该器件可为系统设计师提供另一种密度选择, 它针对主流嵌入式产品市场上的“最佳点 (sweet spot)”。此外, 飞思卡尔还计划进一步扩展其 MRAM 产品系列, 在 2007 年第三季度将增加九种商用和工业用扩展温度产品。

MRAM 技术介绍

MRAM 是一种非易失性的磁性随机存储器。所谓“非易失性”是指掉电后, 仍可以保持存储内容完整, 此功能与 FLASH 闪存相同。而“随机存取”是指处理器读取资料时, 不一定要从头开始, 随时可用相同的速率, 从内存的任何位置读写信息。MRAM 中的存储单元采用磁隧道结 (MTJ) 结构进行数据存储。MTJ 由固定磁层、薄绝缘隧道隔离层和自由磁层组成。当向 MTJ 施加偏压时, 被磁层极化的电子会通过一个称为穿隧 (Tunneling) 的过

程, 穿透绝缘隔离层。当自由层的磁矩与固定层平行时, MTJ 结构具有低电阻; 而当自由层的磁矩方向与固定层反向平行 (anti-parallel) 时, 则具有高电阻。随着设备磁性状态的改变, 电阻也会变化, 这种现象就称为磁阻, “磁阻”RAM 也因此得名。

与大部分其他半导体存储器技术不同, MRAM 中的数据以一种磁性状态 (而不是电荷) 存储, 并且通过测量电阻来感应, 不会干扰磁性状态。采用磁性状态存储有两个主要优点: (1) 磁场极性不像电荷那样会随着时间而泄漏, 因此即使在断电的情况下, 也能保持信息; (2) 在两种状态之间转换磁场极性时, 不会发生电子和原子的实际移动, 这样也就不会有所谓的失效机制。在 MRAM 中使用的磁阻结构非常类似于在硬盘中使用的读取方式。

如图 1 所示, MRAM 单元有两条写入线, 还有读取电流的路径。晶体管导通用于检测 (读取), 截止用于编程 (写入)。为了制造高密度存储器, MRAM 单元排列在一个阵列中, 每个写入线横跨数百或数千个位, 另有用以进行交叉点写入的数据线和位线, 以及字线控制的隔离晶体管, 如图 2 所示。在写入操作中, 电流脉冲通过数据线和位线, 只写入处在两线交叉点上的位。在读取操作中, 目标位的绝缘晶体管被打开, MTJ 上施加偏压后, 将产生的电流与参考值进行比较, 以确定电阻状态是低还是高。

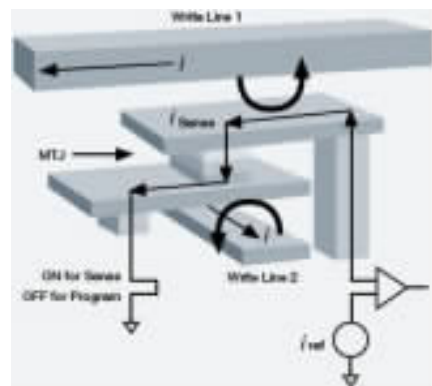


图 1 1 个晶体管, 1 个 MTJ 存储器单元的图解



图 2 包含 MRAM 单元的存储器阵列

MRAM 技术优势

与现有的 Flash、SRAM、DRAM 相比,MRAM 由于拥有存取速度快、存取次数多、耗电量低、体积小、可嵌入且不会随着时间的推移而丢失数据等特性,与现有的其他存储产品相比在便携式电子产品的应用更具优势。

首先,由于 MRAM 是非易失性的,所以完全断电后,它会保持数据。由于不需要背景刷新,MRAM 能够在非活动状态下关闭。与 DRAM 相比,这可以大幅降低系统功耗。MRAM 易于集成,能够方便地嵌入到系统中。与 SRAM 相比,由于 MRAM 的单元尺寸更小,所以 MRAM 将在成本竞争上处于优势。MRAM 还是非易失性的,而对于 SRAM 而言,只有比较复杂和昂贵的电池备份解决方案才能实现这一功能。与闪存相比,MRAM 的写入性能更佳,因为它的穿透模式不要求高电压,并且 MRAM 的写入速度相当快。MRAM 在写入周期中消耗的电流更少,写入每个数据位所需的功耗比闪存低几个数量级。MRAM 的耐久性是无限制的,没有明显或预知的磨损机制,而典型闪存的耐久性仅为 10⁵ 个写入周期。

MR0A16A 与 MR2A16AV

飞思卡尔最近推出的 MR0A16A 是一种 1Mbit 的用于商用温度范围的 3.3V 异步存储器,可存储 64K 字(16 位),读写周期为 35ns,它采用标准的 SRAM 引脚,从而可以用同样的封装将内存从 1Mbit 扩展到 4Mbit。该器件采用符合 RoHS 要求的 400-mil TSOP II 型封装,适合各

种商业应用,如联网、安全、数据存储、游戏和打印机。

与此同时推出的飞思卡尔 MR2A16AV 是一种 4Mbit,扩展温度范围的 3.3V 异步存储器,可存储 256K 字(16 位),读写周期为 35ns。它采用标准的 SRAM 引脚,可以兼容 SRAM 和其他 nvRAM 产品。该器件采用符合 RoHS 要求的 400-mil TSOP II 型封装中,为工业自动化、运输、军事和航空应用的严苛环境提供了一种强大的 NVM 解决方案。

多次获奖的 MR2A16A

2006 年,全球第一款商用 MRAM 产品在飞思卡尔投入生产,飞思卡尔将其命名为 MR2A16。MR2A16 基于翻转写入模式,并与采用铜互连技术的 CMOS 相集成。MRAM 单元采用单个晶体管和磁性隧道结构,其中结合了创新的体系结构,以保证磁数据的可靠写入。

MR2A16A 可以实现非常灵活的系统设计而不会导致总线竞争。MR2A16A 带有单独的字节支持控制(byte-enable control),各字节均可独立写入和读取。MR2A16 的运行电压为 3.3V,具有对称的高速读写功能,读写周期为 35ns,MR2A16 能够用 8 位或 16 位的数据总线进行存取,带有低电压保护电路的自动数据保护功能可防止电源中断时写入数据,所有输入和输出都兼容 TTL,采用完全静态的操作,数据至少可保存 10 年。MR2A16A 经济可靠,适用于多种商业应用,包括网络、安全、数据存储、游戏和打印机等。在需要永久存储和快速检索关键数据的应用中,MR2A16A 是理想的存储器解决方案。

MR2A16A 曾获得 Electronic Products 杂志颁发的 2006 年度最佳产品奖、电子工程专辑的 2007 年度最佳存储产品奖、LSI of the Year 的年度杰出产品奖和 In-Stat/Microprocessor Report 的 2007 年度创新产品奖。此外,飞思卡尔的 MRAM 设备还曾入围 EDN 的“2006 年度创新奖”和电子工程专辑的“2006 年度 ACE 奖”。