

## NOR Flash 和 NAND Flash 比较

NOR Flash 生产厂商有 Intel 和 ST, Nand Flash 厂商有 Hynix, micon, Samsung, Toshiba 和 Fujitsu 等。

2006 年 NAND 将占据 59% 的闪存市场份额, NOR 的市场份额将下降到 41%。而到 2009 年时, NAND 的市场份额将上升到 65%, NOR 的市场份额将进一步下滑到 35%。

Nand 主要应用: Compacflash, Secure Digi-tal, Smartmedia, SD, MMC, Xd, PC Card, USB Sticks 等。

NOR 的传输效率很高, 在小容量时具有很高的成本效益, 更加安全, 不容易出现数据故障, 因此, 主要应用以代码存储为主, 多与运算相关。

目前, NAND 闪存主要用在数码相机闪存卡和 MP3 播放机中, 这两个市场的增长非常迅速。而 NOR 芯片主要用在手机和机顶盒中, 这两个市场的增长速度相对较慢。

### 性能比较

Flash 闪存是非易失存储器, 可以对称为块的存储器单元块进行擦写和再编程。任何 flash 器件的写入操作只能在空或已擦除的单元内进行, 所以大多数情况下, 在进行写入操作之前必须先执行擦除。NAND 器件执行擦除操作是十分简单的, 而 NOR 则要求在进行擦除前先要将目标块内所有的位都写为 0。

由于擦除 NOR 器件时是以 64~128KB 的块进行的, 执行一个写入/擦除操作的时间为 5s, 与此相反, 擦除 NAND 器件是以 8~32KB 的块进行的, 执行相同的操作最多只需要 4ms。

执行擦除时块尺寸的不同进一步拉大了 NOR 和 NADN 之间的性能差距, 统计表明, 对于给定的一套写入操作(尤其是更新小文件时更多的擦除操作必须在基于 NOR 的单元中进行。这样, 当选择存储解决方案时, 设计师必须权衡以下的各项因素。

- NOR 的读速度比 NAND 稍快一些。
- NAND 的写入速度比 NOR 快很多。
- NAND 的 4ms 擦除速度远比 NOR 的 5s 快。
- 大多数写入操作需要先进行擦除操作。
- NAND 的擦除单元更小, 相应的擦除电路更少。

### 接口差别

NOR flash 带有 SRAM 接口, 有足够的地址引脚来寻址, 可以很容易地存取其内部的每一个字节。

NAND 器件使用复杂的 I/O 口来串行地存取数据, 各个产品或厂商的方法可能各不相同。8 个引脚用来传送控制、地址和数据信息。

NAND 读和写操作采用 512 字节的块, 这一点有点像硬盘管理此类操作, 很自然地, 基于 NAND 的存储器就可以取代硬盘或其他块设备。

### 容量和成本

NAND flash 的单元尺寸几乎是 NOR 器件的一半, 由于生产过程更为简单, NAND 结构可以在给定的模具尺寸内提供更高的容量, 也就相应地降低了价格。

NOR flash 占据了容量为 1~16MB 闪存市场的大部分, 而 NAND flash 只是用在 8~128MB 的产品当中, 这也说明 NOR

主要应用在代码存储介质中, NAND 适合于数据存储, NAND 在 CompactFlash、Secure Digital、PC Cards 和 MMC 存储卡市场上所占份额最大。

## 可靠性和耐用性

采用 flash 介质时一个需要重点考虑的问题是可靠性。对于需要扩展 MTBF 的系统来说, Flash 是非常合适的存储方案。可以从寿命(耐用性)、位交换和坏块处理三个方面来比较 NOR 和 NAND 的可靠性。

### 寿命(耐用性)

在 NAND 闪存中每个块的最大擦写次数是一百万次, 而 NOR 的擦写次数是十万次。NAND 存储器除了具有 10 比 1 的块擦除周期优势, 典型的 NAND 块尺寸要比 NOR 器件小 8 倍, 每个 NAND 存储器块在给定的时间内的删除次数要少一些。

### 位交换

所有 flash 器件都受位交换现象的困扰。在某些情况下(很少见, NAND 发生的次数要比 NOR 多), 一个比特位会发生反转或被报告反转了。

一位的变化可能不很明显, 但是如果发生在一个关键文件上, 这个小小的故障可能导致系统停机。如果只是报告有问题, 多读几次就可能解决了。

当然, 如果这个位真的改变了, 就必须采用错误探测/错误更正(EDC/ECC)算法。位反转的问题更多见于 NAND 闪存, NAND 的供应商建议使用 NAND 闪存的时候, 同时使用 EDC/ECC 算法。

这个问题对于用 NAND 存储多媒体信息时倒不是致命的。当然, 如果用本地存储设备来存储操作系统、配置文件或其他敏感信息时, 必须使用 EDC/ECC 系统以确保可靠性。

### 坏块处理

NAND 器件中的坏块是随机分布的。以前也曾有过消除坏块的努力, 但发现成品率太低, 代价太高, 根本不划算。

NAND 器件需要对介质进行初始化扫描以发现坏块, 并将坏块标记为不可用。在已制成的器件中, 如果通过可靠的方法不能进行这项处理, 将导致高故障率。

## 易于使用

可以非常直接地使用基于 NOR 的闪存, 可以像其他存储器那样连接, 并可以在上面直接运行代码。

由于需要 I/O 接口, NAND 要复杂得多。各种 NAND 器件的存取方法因厂家而异。

在使用 NAND 器件时, 必须先写入驱动程序, 才能继续执行其他操作。向 NAND 器件写入信息需要相当的技巧, 因为设计师绝不能向坏块写入, 这就意味着在 NAND 器件上自始至终都必须进行虚拟映射。

## 软件支持

当讨论软件支持的时候, 应该区别基本的读/写/擦操作和高一级的用于磁盘仿真和闪存管理算法的软件, 包括性能优化。

在 NOR 器件上运行代码不需要任何的软件支持, 在 NAND 器件上进行同样操作时, 通常需要驱动程序, 也就是内存技术驱动程序(MTD), NAND 和 NOR 器件在进行写入和擦除操作时都需要 MTD。

使用 NOR 器件时所需要的 MTD 要相对少一些, 许多厂商都提供用于 NOR 器件的更高级软件, 这其中包括 M-System 的 TrueFFS 驱动, 该驱动被 Wind River System、Microsoft、QNX Software System、Symbian 和 Intel 等厂商所采用。

驱动还用于对 DiskOnChip 产品进行仿真和 NAND 闪存的管理, 包括纠错、坏块处理和损耗平衡。