

**计算机组成原理**

**结课论文**

**固态硬盘发展前景**

|  |  |
| --- | --- |
| 学 号： | **2123121** |
| 姓 名： | **杨芸菲** |
| 提交日期： | **2014/11/25** |
| 成 绩： |  |

**东北大学秦皇岛分校**

**固态硬盘发展前景**

摘 要

固态硬盘用固态电子[存储芯片](http://baike.baidu.com/view/6546463.htm)阵列而制成的硬盘，由[控制单元](http://baike.baidu.com/view/2080770.htm)和[存储单元](http://baike.baidu.com/view/1223079.htm)（[FLASH芯片](http://baike.baidu.com/view/1523755.htm)、DRAM芯片）组成。固态硬盘的接口规范和定义、功能及使用方法上与普通硬盘的完全相同，在产品外形和尺寸上也完全与普通硬盘一致。

本文就固态硬盘的由来，发展以及物理原理介绍，并简要科普市面上常见的固态硬盘，以及对现代超级笔记本的推进作用和前景猜想。

关键字：固态硬盘；原理简介；前景猜想；

1 引言

固态硬盘（Solid State Drives），简称固盘，是用固态电子存储芯片阵列而制成的硬盘，其芯片的工作温度范围很宽,商规产品（0~70℃）工规产品（-40~85℃）。半导体硬盘SSD由NAND闪存、NAND控制器以及用在缓存的DRAM所构成。在SSD中，坏块处理、纠错编码及单元调整等处理都有NAND控制器的内存转换层来执行。SSD的性能不仅取决于NAND闪存的性能，而且在很大程度上还会受到NAND控制器算法的影响。因此，在优化NAND控制器的设计时，需要考虑到NAND内存的特性。

虽然成本较高，但也正在逐渐普及到DIY市场。由于固态硬盘技术与传统硬盘技术不同，所以产生了不少新兴的存储器厂商。厂商只需购买NAND存储器，再配合适当的控制芯片，就可以制造固态硬盘了。新一代的固态硬盘普遍采用SATA-2接口、SATA-3接口、MSATA接口和CFast接口。 目前SSD开始逐步应用与计算机存储中，突破机械硬盘对传输速度的限制，涌现出一批“超级本”等新兴电子产品，改变人们的生活。

2 正文

2.2 固态硬盘发展历程

1956年，[IBM](http://baike.baidu.com/subview/1937/5817096.htm)公司发明了世界上第一块硬盘。

1968年，IBM重新提出“温彻斯特”（Winchester）技术的可行性，奠定了硬盘发展方向。

1970年，StorageTek公司(Sun StorageTek)开发了第一个固态硬盘驱动器。

1989年，世界上第一款固态硬盘出现。

2006年3月，三星率先发布一款32GB容量的固态硬盘笔记本电脑，

2007年1月，SanDisk公司发布了1.8寸32GB固态硬盘产品，3月发布2.5寸32GB型号。

2007年6月，东芝推出了其第一款120GB固态硬盘笔记本电脑。

2008年9月，忆正MemoRight SSD的正式发布，标志着着中国企业加速进军固态硬盘行业。

2009年，SSD井喷式发展，各大厂商蜂拥而来，存储虚拟化正式走入新阶段。

2010年2月，镁光发布全球首款SATA 6Gbps接口固态硬盘，突破SATAII接口300MB/s的读写速度。

2012年，苹果公司在笔记本电脑上应用容量为512G的固态硬盘。[1]

2012年7月 ，Goldendisk 深圳云存科技推出全球第一款体积最小的CFast固态硬盘。

2.2 固态硬盘的存储介质

SSD包括两种存储介质：

一种是闪存（FLASH芯片）。另外一种是DRAM。它们的特点如下：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 特  性  类  型 | 存储介质 | 存储特性 | 接口 | 应用方式 | 使用范围 |
| 闪存  （FLASH芯片） | FLASH芯片（NAND Flash） | 非易失性存储器（NVRAM，永久性存储器） | IDE和Serial ATA、PCI-E等 | 笔记本硬盘、微硬盘、存储卡、U盘等 | 个人 |
| DRAM | DRAM（动态随机存取存储器，如：SDRAM） | 非永久性存储器（需独立电源维持） | 工业标准的PCI和FC接口、DIMM | SSD硬盘和SSD硬盘阵列两种 | 服务器 |

◇基于闪存的固态硬盘（非易失性随机存储器、永久性存储器）：

采用FLASH芯片作为存储介质，这也是我们通常所说的SSD，适合于个人用户使用，有笔记本硬盘、微硬盘、存储卡、U盘等样式。和易失性存储器相比，作为非易失性存储器的闪存盘一经写入数据，就不需要外界电力来维持其记忆。因此更适于作为传统硬盘的替代品。

非易失性随机存储器（Non-Volatile Random Access Memory，NVRAM）的数据访问速度介于易失性存储器和传统硬盘之间。其特性类同ROM，只不过它不但可读，也是可写的。

其主体其实就是一块PCB板，上面有控制芯片（不同的主控可致性能相差数十倍），缓存芯片（部分低端硬盘无缓存芯片）和用于存储数据的闪存芯片等。

Flash分有两种：NAND flash和NOR flash。NAND Flash是最常见的非易失性存储器，小容量的NAND闪存用于闪存盘（U盘）。

目前用来生产固态硬盘的NAND Flash有三种：

分别是单层式存储（SLC, Single Level Cell），多层式存储（MLC, Multi Level Cell，但通常只用来指称两层式存储），三层式存储（TLC, Triple-Level Cell）。

SLC因为结构简单，在写入数据时电压变化的区间小，所以寿命较长，可以经受10万次的读写。但它的成本最高。

MLC理论比SLC的记录密度理论提升一倍，官方给出的可擦写次数仅为1万次,但是一般为3000 - 10000次。固态硬盘的主流从SLC芯片转到MLC芯片，促成了2011年的大降价，固态硬盘因此普及。

TLC容量达到MLC的1.5倍，其价格较之MLC闪存最大降低50%，制造工艺仅次于MLC，高于SLC，使命寿命仅有500 -1000次,理论上的读写速度最慢。TLC速度较慢但成本低，原本只用来做U盘的TLC也开始作为低级廉价市场的主力。

三种NAND Flash简单对比如下：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 特  性  类  型 | 读写速度比 | 使用寿命比 | 可读写次数 | 存储层式 | 成本 | 需要纠错比特数即  ECC（同一制程下之比） |
| SLC | 4 | 6 | 100000 | 单层 | 高 | 低（1） |
| MLC | 2 | 3 | 3000-10000 | 多层（双层） | 中 | 中（2） |
| TLC | 1 | 2 | 500-1000 | 三层 | 低 | 高（4） |

◇基于DRAM的固态硬盘（易失性随机存储器，非永久性存储器）：

采用 DRAM作为存储介质，属于比较非主流的设备，与PC的内存、显存同类同性，属性于随机访问存储器。具有使用寿命很长、访问速度快的特点，美中不足的是需要独立电源来保护数据安全。

因为这类存储器需要靠外界电力（独立电源）维持其记忆，所以由易失性存储器制成的固态硬盘主要用于临时性存储。当电源意外中断时，靠电池驱动的这类固态硬盘可以有足够的时间将数据转移到传统硬盘中。当电力恢复后，再从传统硬盘中恢复数据。

2.3 固态硬盘与机械硬盘储存原理

机械硬盘（HDD）的基本工作原理。当机械硬盘需要读写数据时，将会接到指令，然后磁头会移动到相应位置，盘片也会转动以便让数据发生操作的区域到达指定位置。这些动作所需要的时间就是寻道时间和潜伏周期，由于需要发生装置的移动，这些过程都需要几毫秒的时间。

这是由于操作系统的读写机制造成的：硬盘被分为若干个区域作为最基本的操作单位，这个单位被叫做“扇区”，当一个新数据写入时，会选择一个或几个扇区进行数据写入，这些扇区的位置都是挨着的，从逻辑上说它们是连续的，无论在读取还是写入的时候所需时间都比较短。而问题的关键在于：所有数据都不是在建立之后就永远放在那里不会改变了，当原先写入的数据修改时，比如增加内容、数据量加大，而紧挨着原有扇区的位置已经有了其他数据，这些新数据就要写入到其他位置去，那么我们在操作系统中看到的一个文件，在实际物理地址上并不是连续的，那么在再次读取该文件时，磁盘要进行的工作量就会加大，在最恶劣的情况，磁头和盘片会进行多次移动和转动，最后的工作时间也是成倍的增加。随着单位面积存储容量的提高，我们可以享用到更高容量的硬盘，但是读写数据的速度上并没有太大突破。因为决定寻道时间、潜伏周期的关键因素：磁头移动速度和磁盘转动速度都已经接近了极限，继续增加会带来其他不利因素：比如成本增加、噪音、温度的增加等等。

SSD的系统接口、供电部分，以及驱动方式都与HDD没有差别，其主要改变是构成单元和物理工作方式。SSD的内部构造包括PCB板、主控制器芯片和闪存芯片，有些产品还会有缓存。SSD最基本的单位就是闪存芯片，英文名字叫做Nand Flash，这是一种非易失性内存芯片，通过充电、放点的方式写入和擦除数据，速度相当快。由于在读写操作中完全通过电路来传输信号，因此不会存在类似HDD那样移动磁头、旋转盘片等动作，因此大大减少了处理时间。然而，Nand Flash也分为几种，目前消费级SSD甚至不少企业级SSD都是用MLC（多层单元）闪存，这种闪存的写入性能不如SLC（单层单元）闪存，寿命也较之短很多，但是价格要低很多。就算这样，目前SSD的成本也没有降低到人人都能接受的程度，价格仍然是影响SSD进一步普及的障碍。

一块SSD是由多个Nand flash闪存颗粒组成的，我们可以将每一个闪存颗粒看作是一个独立的存储单位，然后由主控制器将他们做了一个RAID并联。也就是说SSD的读写是“多线程”的，每次的工作并不会只局限于一个颗粒之上，主控可以让数据分解并同时在不同颗粒上进行写入，这样以来速度自然会更快了。这也是SSD速度快的原因之一。当然，主控要做的事情远非这么简单。

2.4 固态硬盘的主控器

SSD闪存也是有最小操作单元的，和机械硬盘相比，Nand Flash的一个比较特殊的区别是写入与擦出操作最小单位不同，写入最小单位为4KB,这个4KB大小的单元称之为“页”（Page），而擦除则为512KB，叫做“块”（Block）。也就是说，在空白单元上写入，可以以页为单位来进行，但是若要删除这个数据，就需要将整个块进行擦除操作。并且当有一个块中的数据需要删除时，会先对需要删除的数据进行标记而非真正物理擦出，然后当再次需要在同一物理位置写入之时，会将有效数据保留，复制到新的块上，然后擦写原来的块。听起来似乎很复杂，简单的说，SSD的写入机制就是原本需要写入1MB大小的数据，实际操作量是会大于这个数值的，具体是多少，就要看主控制器的算法是否具备高效率，而实际随机写入速度则取决于运算速度是否够快。和HDD的相同之处是，SSD也需要逻辑地址来管理，然而操作系统的逻辑地址最小单位是512B，SSD的最小写入单位则是4KB，这其中就需要[CPU](http://product.pcpop.com/CPU/00000_1.html)、芯片组和主控制器依次工作。除此之外，主控制器还要负责分配每个闪存芯片的任务量，全盘闪存状态的监控，各个块的管理，数据校验等等，工作相当多而繁杂，这也是为什么在一些新主控上会使用到ARM双核心处理器，因为主控的性能会直接影响到SSD的速度。

2.5 固态硬盘的优势

读写速度快：采用闪存作为存储介质，读取速度相对机械硬盘更快。固态硬盘不用[磁头](http://baike.baidu.com/view/121676.htm)，寻道时间几乎为0。持续写入的速度非常惊人，固态硬盘厂商大多会宣称自家的固态硬盘持续读写速度超过了500[MB](http://baike.baidu.com/view/35572.htm)/s！固态硬盘的快绝不仅仅体现在持续读写上，随机读写速度快才是固态硬盘的终极奥义，这最直接体现在绝大部分的日常操作中。与之相关的还有极低的存取时间，最常见的7200转机械硬盘的寻道时间一般为12-14[毫秒](http://baike.baidu.com/view/251176.htm)，而固态硬盘可以轻易达到0.1毫秒甚至更低。

防震抗摔性：传统硬盘都是磁碟型的，数据储存在磁碟扇区里。而固态硬盘是使用闪存颗粒（即mp3、U盘等[存储](http://baike.baidu.com/view/87682.htm)介质）制作而成，所以SSD固态硬盘内部不存在任何机械部件，这样即使在高速移动甚至伴随翻转倾斜的情况下也不会影响到正常使用，而且在发生碰撞和震荡时能够将[数据](http://baike.baidu.com/view/38752.htm)丢失的可能性降到最小。相较传统硬盘，固态硬盘占有绝对优势。

低功耗：固态硬盘的[功耗](http://baike.baidu.com/view/720038.htm)上要低于传统硬盘。

无噪音：固态硬盘没有机械马达和风扇，工作时噪音值为0分贝。基于闪存的固态硬盘在工作状态下能耗和发热量较低（但高端或大容量产品能耗会较高）。内部不存在任何机械活动部件，不会发生机械故障，也不怕碰撞、冲击、振动。由于固态硬盘采用无机械部件的闪存芯片，所以具有了发热量小、散热快等特点。

工作温度范围大：典型的硬盘驱动器只能在5到55摄氏度范围内工作。而大多数固态硬盘可在-10~70摄氏度工作。固态硬盘比同容量机械硬盘体积小、重量轻。固态硬盘的接口规范和定义、功能及使用方法上与普通硬盘的相同，在产品外形和尺寸上也与普通硬盘一致。其[芯片](http://baike.baidu.com/view/26651.htm)的工作温度范围很宽（-40~85摄氏度）。

轻便：固态硬盘在重量方面更轻，与常规1.8英寸硬盘相比，重量轻20-30克。

2.6 固态硬盘的发展趋势

一、SSD将会取代传统机械硬盘

大家都知道机械硬盘的读写速度跟SSD比那是天壤之别，并且现在的机械硬盘的脚步已经放缓了，远没有SSD发展的脚步那么快，并且机械硬盘受制于自身的机械机构，在性能和容量上很难有进一步的发展，所以必然会被SSD所取代。

二、SSD的闪寸工艺越来越小 容量将逐渐增大

如今现在的闪存工艺已经做的越来越小了，影驰的Thunder GT系列采用的是19 nm TYPEB的闪存，技术发展的非常之快，而随着闪存的工艺制程的越来越先进，这也意味着SATA接口的固态硬盘的容量将会越来越大。

三、SSD的尺寸将越来越小

如今SSD的尺寸大小都是在2.5英寸的居多，而市面上的SSD会有一小部分采用了1.8英寸的硬盘尺寸，而随着工艺制程的越来越先进，1.8英寸或者更小尺寸的SSD将会逐渐代替2.5英寸大小的SSD。

四、将会使用TLC闪存颗粒

大家都知道，现在的SSD用的闪存分为SLC、MLC、TLC，而MLC以及SLC相对于TLC来说有更长的寿命以及更快的速度，消费级的大多是采用MLC，而企业级的大多采用的是SLC，但是随着一些针对提升TLC闪存颗粒耐久度相关技术的产品的出台（信号处理，更强的ECC算法等），加上TLC闪存颗粒本身在价格上的吸引力，价格上比SLC与MLC更加的吸引人。相信TLC闪存颗粒将会更多的普及到SSD上，性能上也会比普通的机械硬盘要快很多，用户也能体验到不错的表现。

五、SSD的寿命将会更长

大家都知道，SSD的寿命主要是看写入这部分，随着各项技术的提升，相信在未来SSD的写入寿命将会越来越长，它的使用寿命也将会更长。

六、SSD的价格将会越来越低

现在许多厂商都开始积极投入到固态硬盘的市场中，这两年固态硬盘来了一个井喷式的发展，并且随着未来SSD的工艺不断的提高，TLC的闪存颗粒更多的普及到SSD上面，必然SSD的成本将会走低，那价格当然是持续走低的，这是许多消费者所希望能看到的，这样子SSD将会普及到更多的用户，这一切就让我们拭目以待吧。

参考文献

[1]《电子设计应用》2008年07期

[2]王纪奎.成就存储专家之路 : 存储从入门到精通[M]北京：[清华大学出版社](http://www.bookschina.com/publish/302/) 2009-6-1：87-110

[3]NAND flash and SRAM combo [J] [Electronics Times](http://www.yidu.edu.cn/educhina/ShowJournal.do?cccjid=120101152886&svalue=NAND&ssort=2&sscope=0&skey=0&hase=0&stype=99) [2001年 Jan 8, 2001卷](http://ccc.calis.edu.cn/result.php?op=journal&cccjid=120101152886&year=2001&volume=Jan 8, 2001&issue=)

[4][Kharif Olga](http://www.yidu.edu.cn/saas/ClickSearchArticle.do?svalue=Kharif, Olga) Memory: Beyond Flash and DRAM.[J][Business Week Online](http://www.yidu.edu.cn/educhina/ShowJournal.do?cccjid=211000000196&svalue=DRAM&ssort=2&sscope=0&skey=0&hase=0&stype=99) [2004年](http://ccc.calis.edu.cn/result.php?op=journal&cccjid=211000000196&year=2004&volume=&issue=)

[5]许文胜, 黄兰娟, 陈国宏等编著 硬盘使用与维护完全掌握[M]上海：上海科学技术出版社; 第1版 (2009年1月1日)