

# 信息存储的新材料和新技术

## 摘要：

本文介绍了在信息存储的材料方面，国际内外的最新研究成果，以及应用的技术。主要介绍了磁存储介质，铁电存储介质，磁头材料，纳米材料，以及有机材料。

现如今，在当代的先进科学技术中，信息技术已经慢慢地成为了日后社会进步和发展的关键技术。而在信息技术中，信息新材料是最最重要的研究内容，信息材料科学技术的发展正在慢慢地促进着新的信息革命。因为信息材料是支撑着信息技术的发展的，所以它的进步可以说是最最快速的，信息存储材料是实现信息存储的物质基础，所以它的研究和开发也在影响着整个信息技术的发展进程，目前的应用领域中，信息存储技术已经广泛的应用于社会的各方面领域，比如电子邮件，游戏，音乐，银行，指纹，档案等等。

目前的常用的信息存储材料包括了很多种类，比较常用的是磁存储材料，光存储材料，半导体存储材料，磁光材料，铁电介质材料。同时，目前的信息存储技术发展的趋势是加速研制速度更快，容量更大的高密度存储材料，根据查阅的资料显示了不同存储材料的存储密度增长趋势，以及各类类型磁盘驱动存储

容量的增长趋势。

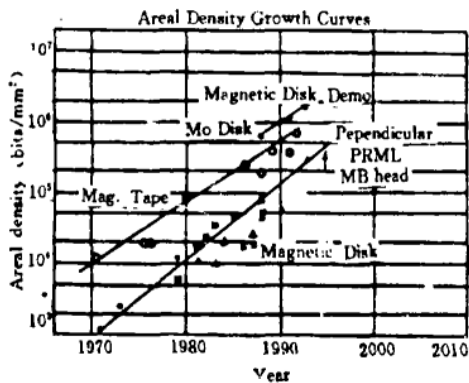


图3 信息存储材料的面密度增长趋势

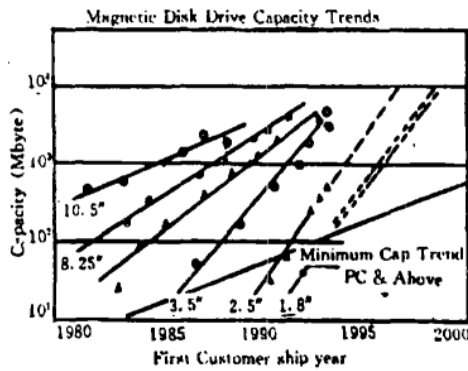


图4 磁盘驱动器容量增长趋势

接下来我将会介绍几个材质的材料的资料。  
一，磁存储介质材料。  
目前，磁存储介质材料是应用最为广泛的信息存储材料。下图显示了磁存储材料以技术研究的进展。

Areal density (bits/mm²)		10	100	1k	10k	100k	1M	10M
Disk removability	Fixed	Removable pack		Fixed module HDA		Disk enclosure L&E		Removable
	810 mm	356 mm (14 inch)		285 x 200 mm (10.5 x 8 inch)				
Disk size				135 mm (5.25 inch)				
				94 mm (3.5 inch)				
				65 mm (2.5 inch)				
				46 mm (1.8 inch) or less				
Head positioner	Motor	Hydraulic drive		Dedicated servo		Voice coil motor		Embedded servo
Head to disk spacing	18 µm	3 µm	2 µm	1 µm	0.45 µm	0.3 µm	0.2 µm	0.1 µm
Media	Particulate $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ / $\text{Co}\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$							
	(Plated) Continuous metal film (Sputtered)							
Recording head	Laminated my-metal		Composite lense (Ni-Zn)		Monolithic (MnZn)		Perpendicular	
					Thin film head		Single pole	
							MR head	
Read/write electronics	20 kBs	70 kBs	0.3 MB/s	0.8 MB/s	1.2 MB/s	1.8 MB/s	3 MB/s	4.5 MB/s
	NRZI	FM	MFII	(2,7)	RLLC	(1,7)		
		Amplitude detection		Peak position detection		Minimum threshold sequential detection		

图5 磁存储材料技术的研究进展

近年来，国外重点发展了金属磁粉的钕铁氧体磁粉，并且由颗粒涂布型磁存储介质向连续薄膜型磁存储介质方向发展，已经制备出矫顽力  $H_c > 15000\text{e}$ 。颗粒尺寸  $\leq 200$  埃的金属磁粉。利用铁粉制备的涂布型磁盘已经商业化，5.25 英寸的双面软磁盘容量已达 16MB，利用真空镀膜技术制备的伽马氧化铁薄膜，钴镍金属薄膜已具有较好的性能，存储信息的位密度已高达 100k 位/mm，用其他制备的软磁盘即将商品化。在录音录像带方面，目前使用的都是氧化铁系列的颗粒涂布磁带，随着人们对 S/N 比动态特性大容量的需求，因此最近世界的国家们都在致力于超细金属磁粉的研究。我国也将致力于这方面的研究。

最近国外已经有利用铁磁非磁性铁磁三层薄膜制作的全兴概念的全金属自选晶体管（ALL-METAL SPIN TRANSISTOR）来作为存储器的报道。

目前这种存储器知错的 NRAM-永久存储信息器件在体积，功耗，开关速度制造成本等方面，向 Si，GaAs，存储器提出了挑战，实验样品显示其单个晶体管面积约为 0.01 平方微米，封装密度比 Si 器件高 100 倍，具有电流放大逻辑运算以及信息存储等功能，开关时

间为 0.1-1ns，比 Ga 器件快 10-100 倍，而每门功耗在 50 欧姆负载下为 0.5 微瓦，因此对这种新材料及器件的研究近年来有长足的进展，是值得注意的领域。

高密度磁存储材料的发展极大地提高了信息存储密度，促进了信息存储设备的小型化，提高了可靠性，目前在存储密度和存储密度方面都超过了磁光截止存储设备，所以是目前的主流方向。

## 二，铁电存储介质材料。

铁电材料是指本身具有自发极化，且自发极化的取向能随外加电场方向的改变而改变的材料，具有铁电性，厚度为数纳米到数微米的薄膜材料交铁电薄膜，铁电记录材料的原理与磁性材料利用不同的极化状态来实现信息存储，比如可将铁电薄膜中的存储单元在外电场作用下产生的局部极转向形成的不同极化状态定为 0 和 1 来实现二进制信息的存储。

铁电随即存储器（FERAM）的开发应用是近两年来铁电材料最为重要的技术进展，是继高 TC 超导材料之后第二类对电子工业的发展作出重要贡献钙钛矿结构陶瓷材料，采用铁电薄膜制作的非易失性 FERAM 具有以下功能优点：固有不易失性，工作温度宽，具有磁屏蔽功能，抗辐射能力强，快速写入与读取，存储密度大，功耗很低，与硅，坤化镓继承电路的工艺匹配性高，操作电压小于 v，FERAM 现在已经成为国际上高性能存储器技术发展领域的研究。其应用前景好，并将成为铁电薄膜的最大实用领域，除了美国 Ramtron 公司先捷足先登，日本 Hitachi 公司也积极介入了这一重要领域。

采用适当的绝缘和金属化技术，FERAM 可以与硅或 GaAs 继承电路一道制备，目前在 FERAM 技术中需要考虑的技术关键是：1PZT 材料组成及改性，极化特性及电厂相应特性优化，2 薄膜厚度控制，膜厚 200-300nm，晶粒尺寸小于 1 微米，以薄足集成电路低电平操作以及增加记录密度要求。3 减小铁电薄膜与基质材料的界面效应。4 改善极化转向的疲劳效应，目前铁电存储器的循环次数可达  $10^{12}$ 。

## 三，磁头材料

磁头材料也在逐渐地发展，，现在高密度磁记录磁头材料目前国外发展较好的有 FE-ZR-N，铁基微晶材料，多层软磁薄膜材料等，这些材料是非常优质的磁头材料，其主要性能均优于现有的材料。国外已经有用此类材料的 MIG 磁头和薄膜磁头面市，比如日本已经研制了一种新型非晶碳素磁头材料，具有碳化铝钛合金一样的强度，表面润滑性强，作为磁头以后与截止接触几乎不产生阻力和磨损，被雨以为新一代的磁头材料，美国电子与电机工程学会正式宣布了计算机高密度记录硬盘技术有两个关键发展，其中一个就是 IBM 的 NIFE 薄膜词组读磁头。实现了磁记录密度超过磁光记录密度，目前正在研究巨磁矩 FE16N2 软磁薄膜磁头材料，。

## 四，纳米存储材料

纳米材料是 80 年代中期发展起来的一种新型材料，组成纳米材料的超微颗粒既可以是晶态也可以是非晶态，由于微粒尺寸属于纳米量级，因其界面原子所占比例极大，这部分界面原子的结构既不同于长程有序的晶体，也不同于长称无序的非晶体。正是纳米材料的这种特殊结构使得材料自身具有量子尺寸效应，量子隧道效应，小尺寸和界面效应，实验表明，纳米材料具有比通常结构下的酮成分的材料特殊得多的磁学性能。

纳米磁性多层薄膜是一种有巨大潜力的信息存储介质，迄今为止，已研究过的纳米磁性多层膜已超过 50 多个系列，典型的是 copt, cocr 等系统，研究表明当磁性层减薄到一定厚度时，表现出垂直各向异性，但目前对它的垂直各向异性机理尚未解决，其磁性和创备工艺还有待提高。

## 五，有机存储材料

近十年来，利用光致变色材料开发信息记录介质的研究十分活跃，目前有希望达到

信息存储实用化的有机光致变色材料，主要有螺恶嗪，俘精酸酐和二纺机乙烯类化合物。这些化合物在一定波长的光作用下，其分子结构发生变化形成新的产物，使材料的吸收光谱和发射光谱产生明显的变化，从而实现光信息的记录，擦出方法可用加入或另一波长的光的照射，使之恢复初始状态来去掉记录的信息。游记存储材料具有分辨率高，存储容量大，响应速度快，容易实现分子水平多位存储的优点，因而备受瞩目。

国际上利用有机菁染料和酞菁染料知错一次写入光盘材料的研究也取得很大进展，光盘在 80 年代末已由伤口出现，但是光热稳定性欠佳，该光盘性能稳定，寿命长，预计不久可以商品化，有机存储材料的应用研究已经成为国际上的重点。

41624147 陈肇宁