

MOM

磁光存储技术原理

TECHNOLOGY
AND
PRINCIPLE

OF MAGNETO-OPTIC MEMORY



陈小洪 高正平 编著

UEST

PUBLISHINGHOUSE

电子科技大学出版社

磁光存储技术原理

陈小洪 高正平 编著

电子科技大学出版社

• 1994 •

[川]新登字 016 号

内 容 提 要

本书从磁光记录介质入手,详尽地分析和介绍了磁光盘驱动器的工作原理及设计方法,从而对磁光存储技术原理作了系统的阐述。

本书共分四篇,基础篇介绍磁光盘和磁光盘驱动器结构以及相关的纠错编码技术;光学篇介绍了磁光存储器的光学系统;电路篇介绍了磁光存储器的读写系统、伺服系统、控制系统和接口技术;机械篇介绍了磁光盘驱动器的执行机构和机械结构。

本书可作为理工科大学计算机、光电记录技术、信息处理等相关专业高年级本科生和研究生的教材,也可供从事光盘存储系统研究、开发、应用以及从事计算机技术和信息处理的科技人员参考。

磁光存储技术原理

陈小洪 高正平 编著

*

电子科技大学出版社出版

(成都建设北路二段四号) 邮编 610054

成都双流新桥印刷厂印刷

四川省新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 16 字数 389 千字

版次 1994 年 5 月第一版 印次 1994 年 5 月第一次印刷

印数 1—1000 册

中国标准书号 ISBN 7-81043-025-4/TN·6

定价:24.50 元

序

光电记录技术以其极大的存储容量和低廉的存储价格，给信息存储领域带来了巨大的希望，世界上一些科学技术与工业发达国家为此投入了大量人力、物力和财力进行开发研究。60年代主要进行基础研究工作；70年代取得各单项技术的突破，并组成了光学存储系统；80年代光电记录技术终于走出了实验室，成功地实现了商品化，其应用范围不断扩大；到90年代的今天，光电记录技术产品已经进入信息存储的各个领域，向传统的磁记录挑战。人们有理由相信，到21世纪，光电记录技术产品将占领整个信息存储、处理领域。

磁光存储技术是光电记录技术中十分重要、最具发展前途的分支，磁光存储系统在光盘存储领域最明显的特点是可擦重写，它同时具有光存储和磁存储的优点，即大容量、长寿命、高可靠性，磁光盘反复擦写的次数可达100万次以上。目前，磁光盘和磁光盘驱动器已在计算机、音频视频、科研教学、图书资料、航空航天等需要大规模信息存储与处理的领域得到了广泛的应用。

光电记录技术发展到了今天，有关的论文不计其数，关于光盘存储系统的专著也有若干。但是，全面、系统介绍磁光存储技术的专门著作还未见到。值得高兴的是，电子科技大学两位青年学者陈小洪、高正平根据他们多年的科研成果，在参阅大量文献的基础上，写出了《磁光存储技术原理》一书，详尽系统地阐述了磁光存储技术的基本原理，介绍了磁光盘驱动器的设计方法。我相信；此书对于从事磁光存储系统开发、研究、应用的科技人员具有很好的参考价值，也可作为光电记录技术、计算机、信息处理等相关专业的教学参考书。

同时希望本书在推动我校青年教师的成长方面也能起到积极的作用和影响。

刘盛纲

1994年5月4日于电子科技大学

前 言

磁光存储系统是可擦重写光盘存储技术中最具发展前途的分支。磁光存储技术同时具有光存储和磁存储技术的优点,即具有超高密度、超大容量、高可靠性、信息位价格低、可擦重写、记录介质可卸换性等其它信息存储技术无法比拟的优点。目前,磁光盘和磁光盘驱动器已在计算机、广播电视、工业、商业、金融、文档管理、航空航天、军事等领域得到了广泛应用,产品占了可擦重写光盘存储产业的75%以上。

本书详尽系统地阐述了磁光存储技术的基本原理,介绍了磁光盘驱动器的设计方法。全书共分四篇。第一篇为基础篇,主要介绍磁光记录介质、磁光盘驱动器的部件和主要技术指标,着重介绍纠错编码技术。第二篇为光学篇,详细介绍了光盘存储系统的光学基础理论,给出了磁光存储系统的光路设计。第三篇为电路篇,分别介绍了磁光盘驱动器的读写电路、伺服电路、系统控制、系统接口的原理和典型电路的设计。第四篇为机械篇,介绍了磁光盘驱动器的执行机构、盘片装载机构及其它辅助机构的工作原理和设计。

光盘存储技术从70年代兴起,80年代形成产业,现在已走进我们生活的各个方面,有关光盘存储技术的专门著作也有若干,但对磁光存储技术作深入系统、全面阐述的还未见。基于这种现状,我们编写了此书。由于编者水平有限,加之时间仓促,难免疏漏之处,还望读者赐教。

编 者

一九九四年四月十五日

目 录

第一篇 基础篇

第一章 磁光记录技术的发展	1
第二章 磁光记录原理和记录介质	3
第一节 磁光记录原理	3
第二节 磁光记录介质	4
第三节 光盘结构	6
第四节 磁光盘预格式信息	9
第三章 记录编码技术	18
第一节 概述	18
第二节 数字记录编码	19
第三节 编码的性能指标	21
第四节 RLLC 的数学基础	23
第五节 RLLC 主要码型分析	27
第六节 RLLC 的设计	37
第七节 磁光记录编码技术	38
第四章 纠错编码技术	43
第一节 引 言	43
第二节 纠错编码的理论基础	43
第三节 循环码	46
第四节 循环冗余码	51
第五节 BCH 码	52
第六节 磁光盘存储器中的纠错码技术	54
第五章 磁光盘驱动器的组成及主要技术指标	59
第一节 磁光盘驱动器的组成	59
第二节 磁光盘驱动器的主要技术指标	61

第二篇 光学篇

第一章 概论	67
第一节 概述	67
第二节 激光源	70
第三节 光学读/写头与光学系统	71

第二章 光学基础理论	74
第一节 光学简介	74
第二节 象差理论	74
第三节 光的偏振	77
第四节 偏振光的产生	79
第五节 波片改变光的偏振态	81
第六节 旋光现象	85
第七节 克尔效应	86
第八节 光栅	86
第九节 全息术	87
第十节 光纤技术简介	88
第十一节 偏振态及琼斯矢量	88
第三章 光盘系统光学单元技术	90
第一节 光学隔离器	90
第二节 棱镜扩束系统	90
第三节 激光束准直和整形	91
第四节 光探测器	92
第五节 聚焦误差信号检测	93
第六节 跟踪误差信号检测	96
第四章 光盘存储系统的光学读写原理	98
第一节 只读型和只写一次型光盘系统光学读写原理	98
第二节 可擦式光盘系统光学读写原理	99
第五章 光盘系统的标量衍射理论	102
第一节 概述	102
第二节 正则坐标的引入	103
第三节 扫描光点的幅值分布	103
第四节 光盘结构引起光的衍射	104
第五节 检测信号傅氏表达式	106
第六章 光盘系统的矢量衍射理论	108
第一节 概述	108
第二节 矢量衍射理论	108
第三节 磁光盘系统的矢量衍射理论	110
第七章 光盘系统的光路设计	115
第一节 概述	115
第二节 光学单元技术设计	116
第三节 典型光学系统的光路分析	121
第四节 光学头的优化设计	125
第五节 光学头的优化设计实例	126
第八章 光学技术决定的光盘存储系统发展方向	133

第三篇 电 路 篇

第一章 磁光盘驱动器读写电路	136
第一节 概述	136
第二节 读信息处理电路	137
第三节 信息写入电路	144
第二章 磁光盘驱动器伺服系统	146
第一节 概述	146
第二节 聚焦伺服系统	152
第三节 跟踪/寻道伺服系统	159
第四节 主轴伺服系统	170
第五节 光盘驱动器数字伺服技术	173
第三章 磁光盘驱动器系统控制	177
第一节 基本控制环节	177
第二节 基本操作的执行过程	178
第三节 错误处理	180
第四章 磁光盘驱动器系统接口	183
第一节 SCSI 概要	183
第二节 SCSI 信号	184
第三节 SCSI 物理、电气条件	185
第四节 SCSI 接口协议	189
第五节 SCSI 命令系统	201
第六节 SCSI 扩充	217

第四篇 机 械 篇

第一章 伺服系统执行机械	218
第一节 两级寻道伺服执行机械	218
第二节 磁光盘驱动器的主轴系统	234
第二章 盘片装载机构及其它辅助机构	238
第一节 驱动器机械结构设计特点	238
第二节 盘片装载机构	239
第三节 其它辅助机构	244

第一篇 基础篇

第一章 磁光存储技术的发展

对目前信息时代而言,无论在科技、工业、商业、管理、军事等领域均要求大量信息的存储与读出,虽然磁记录已有近百年的历史,而且发展很快,记录密度及性能均在不断提高,但仍然不能满足需要。70年代兴起的光存储技术,到80年代已迅速形成产业,在经历了只读式光盘存储系统和一次写入光盘存储系统后,目前已进入可擦重写光盘存储系统的规模化工业生产阶段。

磁光存储系统在可擦重写光盘存储领域最具发展前途,其产品占了该领域的75%以上。它从一开始就引人注目,因为它同时具有光存储和磁存储的优点。作为新一代计算机外部设备,磁光盘具有记录密度高、存储容量大、可靠性好、使用寿命长、信息位价格低等突出优点,特别是由于可擦重写和随意卸换的特点,磁光盘驱动器最终向传统磁盘的计算机外设地位提出正式挑战。同时,磁光存储系统已在广播电视、图像文档存储、航空航天、国家管理、军事等领域进入大规模的应用阶段。

1987年,可擦重写磁光存储系统作为商品问世,其性能为:容量640MB,平均存取时间150ms,数据速度0.15MB/s。经过5~6年的发展,目前商品化的磁光存储系统容量已经超过1GB、1.2GB,到了1.3GB;平均存取时间从90ms、45ms到了现在的19ms;数据速率已达到1.5MB/s。1990年,多功能磁光盘驱动器问世,所谓多功能驱动器是指能读、写、擦可重写介质,能读、写一次写入介质和能读出与可写入相同格式的只读介质。1991年,直接重写磁光盘和驱动器出现在国际光存储会议上。可擦重写磁光盘在写入信息时,要两次操作才能完成,第一次是将已经记录在盘上的信息抹去,第二次才是写入新的信息。直接重写技术是在写入新信息的同时自动擦除原有的信息,勿需两次动作。磁光盘刚问世时,生产厂家标明的寿命为大于10年,后来改为大于30年,有的厂家已称寿命大于60年。事实上,实验表明磁光盘的寿命可望超过100年。现在,磁光存储系统除了向多功能驱动器、直接重写技术和提高介质寿命方面作努力外,正在向增加存储容量、缩短存取时间、提高数据速率的方向发展,下面,对这三方面的技术可行性作一分析。

增加存储容量,亦即提高存储密度,其关键技术之一是采用短波长激光器。波长越短,激光点直径越小,因而记录密度越高。目前磁光盘驱动器采用的半导体激光器波长一般为780nm,通过各种倍频与和频技术,可得到更短波长的激光器。适用于磁光介质读、写、擦的400nm波长激光器在近几年内完全可能实现。另外,采用在磁光盘的预刻槽的“台上”和“槽内”记录信息的“光道密度加倍法”和提高线密度的“区域比特记录法”均可使存储密度提高一倍。光学头聚焦透镜的数值孔径与激光点直径成反比,如果提高数值孔径,再加上采用更先进的RLL(1,7)编码技术以及使光盘采用多个磁光层的组合等技术,均可使存

储容量大大提高。

缩短平均存取时间。平均存取时间是指向光盘驱动器发出命令到驱动器可接受读写命令为止的时间，它由读写光头移动时间、读写光头稳定时间和旋转等待时间三部份组成，这个时间当然越短越好。缩短平均存取时间最关键的技术是轻型光学头和直接重写技术。轻型光学头最重要的成果是“声光偏转光学头技术”，此法采用声光偏转技术作精细调节，使光学头以较高的速度到位，几乎不需要调整时间，从而使光学头把激光束直接引向要求的轨道，而无需重新定位，再配以具有高加速度的分离式光学头，其平均存取时间在实验室已低至14ms。此外，也可使用保偏光纤，使光与极靠近盘面飞行的微小物镜耦合来实现光学头的轻型化。直接重写技术可以免去先转一圈抹去信息的等待时间，从而使平均存取时间大大缩短。直接重写技术主要采用激光束调制和磁场调制两种方法，目前已进入实用阶段。

提高数据速率，即增加从光盘驱动器送出的数据传输率。数据速率与盘片转速、记录的位密度有关，它的提高主要涉及转速的提高、高功率短波长二极管列阵的应用以及编码和信号处理方法的改进。目前磁光驱动器转速一般为1800~3600rpm，几年之内达到5000~5400rpm是完全可能的。再加上采用单片集成、单独寻址的高功率激光二极管列阵作为记录光源，实现多条平行轨道上同时存取数据的所谓多光道并行存取，从而大幅度地提高系统的数据速率。

光盘存储技术作为一种新兴的信息存储手段，在与磁盘技术的相互竞争与相互推进中迅速发展。目前硬盘驱动器的平均存取时间为15~10ms，转速3600~5400rpm，数据速率4.5~9MB/s。而磁光盘驱动器目前作为实验室样品也达到了这些水平。专家们预测，到2000年，一张3.5"的磁光盘，存储容量将达到10GB，驱动器的平均存取时间将小于10ms，数据速率将达到100MB/s。人们完全有理由相信，光盘存储系统、特别是磁光盘存储系统在下一个世纪必将成为信息记录的主流。

第二章 磁光记录原理和记录介质

第一节 磁光记录原理

一、磁光记录原理

传统的磁记录技术，无论是记录密度较低的水平磁记录，还是记录密度较高的垂直记录，都是采用电磁转换原理。但磁光记录原理与磁记录原理有很大的差别。

图 1.2-1 为磁光记录原理图。在磁光记录中，对记录信息的抹除是将激光照射到磁光记录介质上，使其局部温度升高，在外加磁场作用下使记录介质磁畴取向一致。信息的记录是将激光照射到磁光记录介质上，在极性与抹除时相反的外加磁场作用下，使记录介质磁畴取向改变。数据“1”和“0”的记录是通过控制激光电源，实现激光束的“有”和“无”来达到。磁畴方向的改变所需磁场强弱与温度有很大关系。磁光记录介质在常温下需要强大的磁场才能改变其磁畴的方向，但在激光的照射下，温度升高到一定程度时，它的矫顽力几乎变成零，在外加偏磁场作用下很容易改变磁畴的方向。

磁光记录信息的读出是由激光检测记录信息位的磁化方向。利用磁光相互作用的磁光效应，将磁化方向的不同变成偏振光旋转方向的不同，再由检偏器转换为输出光强弱的变化，最后由光电探测器检出写入的“1”和“0”信息。

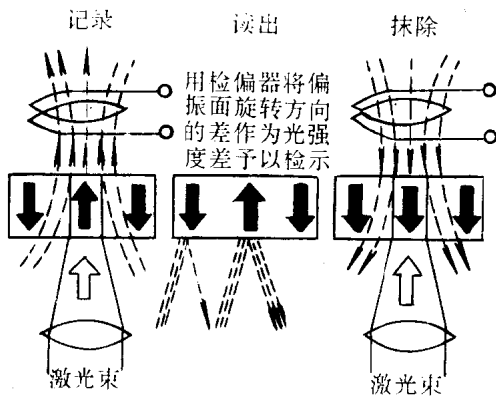


图 1.2-1 磁光盘记录原理

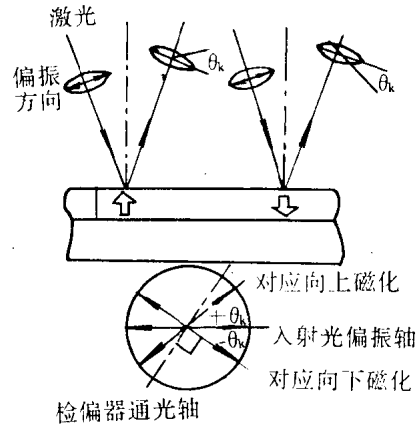


图 1.2-2 磁性克尔效应的再生原理

二、磁光记录过程

1. 信息记录和抹除

磁光记录信息是利用聚焦激光束加热和磁场的相互作用。在信息记录之前，预先抹除原有信息。信息的抹除是由半导体激光器发出激光，通过光路，由物镜聚焦到磁光记录介质膜上，在外加偏磁场作用下，把作为记录介质的磁性薄膜相对膜面进行取向一致的垂直磁化。信息记录是利用写入信息调制激光，控制激光通断。激光照射下记录位，在激光和

与擦除电极相反的外加偏磁场作用下，该记录位磁场方向发生翻转，记录下代表数据位信息的特殊磁畴。当激光关掉后，该区域立即冷却，磁畴方向亦固定。在关掉激光的记录位，该记录位磁畴不发生翻转。磁光记录的磁化翻转方法，一种是居里温度记录法；一种是补偿温度记录法。磁光记录过程是磁化状态的变化，并不需要因介质蒸发或升华这类结构变化所要求的特殊，故称其为热式记录，具有很高的灵敏度。磁光记录是用磁和光来记录信息，除用信号去调制激光记录信息外，也可用连续激光照射介质，而用信号去调制磁场实现重写。本书将主要介绍前种记录方法。

2. 信息读出

磁光信息的读出过程是利用磁光效应中的磁致旋光效应或磁光克尔效应。它的特点是经过起振器得到线偏振光照射在记录介质上，光的偏振面将发生顺时针方向旋转或逆时针方向旋转，其旋转方向取决于磁场方向。法拉第效应是用透射光检测磁化方向，而克尔效应则用反射光检测磁化方向。当前的磁光记录技术大都采用反射光检测磁化方向。

图 1.2-2 所示为克尔效应的再生原理。在克尔效应情况下，对于向上磁化的反射光，其偏振面旋转了 $+\theta_k$ 度；对于向下磁化的反射光，其偏振面将逆转为 $-\theta_k$ 度。若使检偏器的轴与 $-\theta_k$ 正交，于是向下磁化区的反射光就不通过检偏器，而向上磁化区的反射光可通过检偏器。再用光电探测器就可检测出记录介质上的信号。

第二节 磁光记录介质

磁光盘是最有潜力、发展最为迅速且已投入实用的可擦除光盘。由于非晶态稀土过渡金属 (RE—TM) 是磁光记录的一类适用材料，它具有大的磁单晶态各向异性常数 (K_u)，高的矫顽力 (H_c)，适中的居里温度 (T_c) 和补偿温度 (T_{cm})，无晶界以及好的磁光效应 (θ_k)，所以得到广泛采用。

非晶稀土过渡金属 (RE—TM)，可用蒸发或溅射到玻璃或聚合物衬底的方法制备，其磁性和磁光特性可由成分及溅射条件而改变。信息是以热磁转换形成写入和磁畴形式存贮，读出采用磁光克尔效应。在读出和写入两种情况下，饱和磁化强度的温度分布，单轴各向异性，特别是矫顽磁力具有非常重要的意义。目前采用最多的磁光材料是 GdTb—FeCo 和 Tb—FeCo 合金，磁光盘的载噪比可过 60dB 以上 (30KHz)。

本节中着重介绍 Tb—FeCo 形式磁光介质的磁性质和磁光特性。对石榴石氧化物及六方晶属铁氧体作一简要的讨论。

一、材料选择

磁光信息存贮，要求磁光介质具有下列性能：

- ① 足够大的磁光效应 (θ_k)；
- ② 材料均匀，表面噪声低；
- ③ 垂直各向异性；
- ④ 矫顽磁力大，以便存贮重大的存贮密度及抗外界磁场影响。
- ⑤ 居里温度 T_c 在 400—600K 之间，以保证记录功率适中。
- ⑥ 磁畴长期稳定；
- ⑦ 溅射温度低，速率高。

许多材料都呈现很大的磁光效应,但多数为多晶结构,介质噪声大,载噪比中等,石榴石和六方晶系铁氧体磁光性能良好,是理想的候选材料,其缺点是衬底温度较高, P_4MnSb 强磁合金由于具有特大的磁光克尔旋转角,但垂直各向异性较小,且薄膜只有经700K以上退火后才具有大的磁光效应,还不能付诸实用。

具有Tb—FeCo成分的非晶稀土过渡金属是能满足上述要求的最佳磁光材料。

二、非晶稀土—过渡金属合金磁光材料

①薄膜淀积,非晶RE—TM合金用蒸发或溅射法淀积,光学薄膜开始用射频二极管溅射,由于溅射气压较低,磁控溅射密度较大,长期稳定性很好,为使低衬底温度条件下获得甚高的淀积速率,常采用相向靶溅射。

各向异性和稳定性与制备条件与工艺密切相关。

②磁性质,由于RE和TM的磁矩反平行排列,非晶RE—TM为铁磁性材料,其居里温度 T_c 与相应结晶化合物不同,它由结构无序产生。在补偿温度处, TM和RE的磁化强度相等而方向相反($M_{TM} - M_{RE}$),饱和磁化强度 $M_s = |M_{RE} - M_{TM}| = 0$,在 $T < T_{comp}$ 时,稀土元素占优势, $T > T_{comp}$,过渡元素占优势。 T_{comp} 和 T_c 与介质成分直接相关,Co可以用来改变 T_c 以达到400~500K之间。因而具有适当 T_c 和 T_{comp} 的磁光介质最简单合金为:Tb—FeCo或GdTb—FeCo,但如果Co含量较高或添加其它成分,如其它稀土铁及其合金,特别是:DyTb—FeCo合金,其性能其本与Tb—FeCo和GdTb—FeCo差不多。

多数铁合金都具有正各向异性常数 K_u 的单轴各向异性,其大小,成分与淀积条件密切相关。淀积期间与薄膜法线平行的成对有序过程产生单轴各向异性,成对有序来自自旋轨道耦合和磁偶极子相互作用等各种机制,诸如单离子各向异性,各向异性交换,磁致伸缩,显微结构各向异性以及原子和微结构尺度上的应力等不同原因均可产生各向异性。特别是Tb自旋轨道的强耦合导致含Tb合金的很大各向异性,温度较高时许多含Tb合金其 K_u 几乎与温度呈现线性关系,而与 K_u 的绝对大小无关。

携带信息的磁畴稳定性可用矫顽磁力能量密度 $E_c = U_0 H_c M_s$ 控制,矫顽磁力对合金的显微结构很灵敏,与成分也很有关系,甚至添加少量Tb可使 E_c 变化很大,在 $T = 295K$ 时,矫顽力场大于 $2 \times 10^6 A/m$ 能达到良好磁畴稳定的目的。

③磁光特性

磁光效应是磁光存贮中最重要的因素,因而人们对克尔旋转角 θ_K 、法拉第旋转角 θ_F 、相应椭圆率、光吸收和反射等与介质成分、光波长、温度之间的关系作了大量研究,RE—TM合金的磁光效应来自稀土的 $d \rightarrow f$ 跃迁和过渡合金 $d \rightarrow d$ 跃迁,结晶型合金中, $d \rightarrow f$ 跃迁在可见和红外波段产生磁光效应, θ_K 和 θ_F 大小直接与自旋轨道耦合,自旋极化,振子强度和态密度等基本量相互作用所产生的非对角线电导率张量有关。 θ_K 、 θ_F 的光谱特性由于缺少很确定的带结构而与结构关系较小。 θ_K 值在780~820nm激光二极管波长区较大,为使 θ_K 增大,已用了许多成分,但有实际意义的所有成分,其克尔转角绝对值在633nm处均 $< 0.5^\circ$ 。

三、石榴石和六方晶系铁氧体

铁磁氧化物非常稳定,磁性和磁光性能引人注目。特别是石榴石已用于磁泡存储器,光学印刷机及光学元件等一些装置中,这些装置都以单晶石榴石衬底上液相外延制备的单晶薄膜性质为基础。但这种薄膜矫顽磁力低,成本高,最近研究表明,溅射和热解法可用来制备玻璃衬底上的多晶石榴石薄膜,应力感生各向异性可达到相当高的单轴各向异性,矫

顽磁力场可达 $8 \times 10^4 \text{ A/m}$, 有很好的方形磁滞回线。但在可见和红外区, 石榴石几乎透明, 因此以法拉第效应读出。 θ_r 可用多次反射和较厚薄膜增强, 高透明还允许记录层迭合以提高比特密度。

六方晶系铁氧体对垂直记录也有意义, 已研究了磁光存贮及应用的可能性, 用溅射法制备了钴置换的钡铁氧体, 其 K_u 、 H_c 和 θ_r 适中, 可用光学记录, 但有颗粒噪声, 信噪比和记录灵敏度低, 结晶温度高等缺点。

GbTb—FeCo 和 Tb—FeCo 或 DyTb—FeCo 能满足磁光存贮要求, 具有优良性能:

- ①薄膜可在低温下淀积到廉价聚合物或玻璃衬底上。
- ②与多晶材料相比, 它们为非晶结构, 介质噪声小。
- ③饱和磁化强度、居里温度、补偿温度、单轴各向异性和矫顽力等可用最佳成分获得最佳效果。

④矫顽磁力能量密度大, 因而磁畴高度规则。信息稳定性好, 密度高。

⑤在 30KHz 带宽, $\text{CNR} > 60\text{dB}$ 。

因而这些介质广泛用于数据存贮, 数字声记录, 视频记录等各种应用。

第三节 光盘结构

光盘由四部分组成

1. 光盘基片, 它保证机械上的完整性, 尺寸的精度和稳定性, 同时也是关键的光学元件, 存储介质层就附着在基片上, 基片的质量对光盘系统的最终性能有重要影响, 通过基片读写信息提供了一种保护信息层的极其有效的方法, 光盘基片的作用象是窗户, 激光光点要通过它完成信息读取与存贮, 因而是光学系统的组成部分, 必须具有优良光学性能。在设计扫描物镜时必须同时考虑到光盘基片的球差, 同时基片必须尽量消除局部缺陷或厚度偏差, 光学非均匀性及应力双折射等, 所以基片表面要求能达到光学玻璃表面质量, 厚度有严格容差, 一般为 $\pm 0.1\text{mm}$, 生产过程中, 要用干涉仪检测其厚度, 达到国际标准基片厚度一般为 1.2mm , 基片信息层上要镀铝以增大其反射率。

选择基片材料的主要依据是宏观的和微观平行度、厚度均匀性、机械强度、光学特性、化学稳定性、价格以及薄膜的附着能力等。选用时除主要性能外, 还要考虑到导向槽的制作方法, 吸水性、易碎性、表面硬度、双折射、耐热和湿度特性, 光的透过率及模压等方面。

玻璃由于价格及批量生产及易碎等因素, 不适作为光盘基片。模压聚合物基片的表面质量, 即显微密度缺陷固有地受模压表面质量的限制, 但在其表面上可直接模压出导向槽及预格式信息, 这就大大推动了聚合物基片的生产技术和控制方法的研究工作, CD 唱片及激光影碟片大量生产取得成功。通过聚合物材料的不断改进, 提高其光学性能, 现在的可擦写光盘基片均采用聚合物材料。

2. 存贮介质, 是光盘信息的载体, 对不同的记录方式有不同的存贮介质, 一般可分为只读式, 只写一次和可擦式。在可擦写光盘中现主要有相变和磁光两种, 相变是利用介质在晶态及非晶态之间的转换进行存贮。磁光存贮介质是研究的重点, 已在记录介质一节中作了介绍。除此外, 还有光色有机存贮, 光子烧孔, 全息存贮等等。

生产只读式光盘所用的光刻胶是一种中间媒体，用于制备母盘，需经一系列处理过程。只写一次式存贮介质是在介质的微小范围内产生不可逆物理化学变化，主要的记录方式有：

(1) 烧蚀成孔，这是这种记录方式中研究和应用最多的方案，靠熔化或蒸发金属或在金属薄膜中形成凹坑，这一效应如图 1.2-3 (a) 所示，最为简单，可靠。

(2) 生成光泡，如图 1.2-3 (b) 所示，灵敏层由聚合物—金属两层组成，激光照射时，金属由于吸收光能而被加热，并把热量传递给聚合物，后者即在高温下（几百度）分解，产生的气体排出物把金属层与聚合物分离，并使金属层变形，形成直径差不多等于光点尺寸的光泡，通过选择适当材料和金属厚度，可防止在写入条件下光泡破裂，光泡具有永久的特征，读出时可获得的对比度系数可达 40%，信噪比好，足够用于数字记录。

(3) 网纹状介质，当把如图 1.3-3 (c) 所示的网纹结构的表面局部加热到材料的熔点之上，熔化区域在表面张力的作用下，将重新固化为平展区域，在初始状态下，故意做成粗糙表面以增强光的吸收率，网纹的平均间隔要比入射光波长小得多，当这种材料是良好的反射体，平展的区域反射很强，网纹介质产生的光学对比度可能很高，但光盘噪音也很大，对于生产网纹介质有多种想法，研究最多是利用锗，还有镀金属反射层的网纹状聚合物，这种记录方式不是靠熔化，而是靠聚合物在高温下的塑性形变。

(4) 双层合金化，有很多元素或化合物的双层结构，其成分在激光加热时熔成合金，形成不同反射率的微区，这种结构往往非常灵敏，只需激发两种成分间的化学反应，就能释放出存贮的能量。

(5) 相变记录，用激光加热后，在冷却过程中，存贮介质由非晶态转变为结晶态，产生不可逆物理变化，记录层虽没几何形变，但光学特性发生变化，因在记录区与非记录区，反射率中有较小的变化，光学反差不大，增大反差的一种方法是调节灵敏层厚度，以利用干涉效应，这类介质有 Sb—Se、Bi—Te、TeSeSb 等，TeSeSb 是多晶化合物，在记录后变成非晶态，这种材料也可用于烧蚀成孔，其最佳厚度在 25—30nm 左右，而晶态与非晶态相变方式中，层厚最佳值约为 100nm，灵敏层变厚有利防止形成烧孔，如果烧孔，就严重影响信号的信噪比。

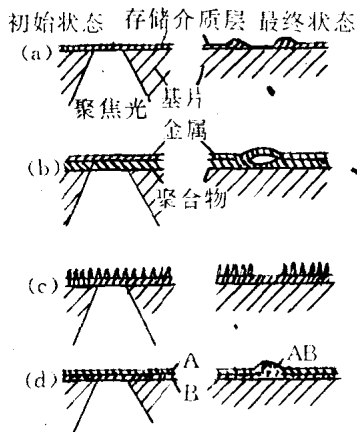


图 1.2-3 只写一次式存贮介质的记录方式

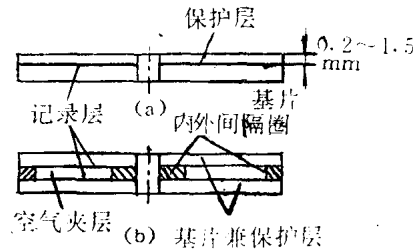


图 1.2-4 光盘结构示意图

(6) Drexen 介质，这是 Drexler 技术公司研制的一种介质，它是在聚合物中均匀分布许

多非常小的金属球和细丝，金属丝的成分为卤化银，吸收激光后其反射率发生变化，记录区反射率约为6%，而背景反射率可达40%，具有强烈光学反差。由于金属粒均匀分布其中，因而不受氧化影响，并可利用小功率激光二极管完成写读，从红外到可见光频段均可进行存取。

可擦式光盘中磁光型在前一节已经进行了讨论，这里对相变存贮介质作一介绍：

相变型光盘利用相变材料在晶态与非晶态之间的可逆变化来实现可擦写，写入是通过记录介质熔化实现晶态——非晶态转变，擦去则是非晶态——晶态的退火过程。

在相变可擦式光盘中，以日本的研究最有成效，其记录层由小量锗、铟，铅掺杂于低氧化碲 TeO_x ($x \approx 1.1$) 制成，写入时，用输入信号调制激光产生脉冲进行光盘扫描，记录介质吸热并改变光学特性，主要是反射率的变化。擦去时用长的，不太强的加热脉冲就可恢复晶态，读出用弱激光束扫描光盘，并对反射光进行检测，完成信息的读出。

一般写入和读出用830nm激光，写入功率8mW，读出功率1mW，光点为 $\phi 1\mu\text{m}$ 左右，擦除用780nm激光，功率10mW，光点尺寸约为 $1 \times 10\mu\text{m}$ 。

3 密封层：即保护层，它保护存贮介质使之免受大气中腐蚀性物质，尤其是水蒸气，颗粒状物质远离信息层，因聚焦光点尺寸 $1\mu\text{m}$ 左右而大气颗粒大都在几 μm 及几十个 μm 以上，因而将严重影响记录信息，特别是对误码率的影响，记录前后都需保护，防止划伤，灰尘和指纹。实践中主要有如图所示的盘体结构，它们是保护信息使之密封的两种方法。

(a) 表示直接或间接方法，即在记录层上覆盖一层薄的透明聚合物，当其聚合物吸水性小时，这种方法的保护性能相当好，将两片这样的光盘对称地粘在一起，成为双面光盘。这种结构是最为常用的方式。

(b) 是荷兰飞利浦公司首先提出的空气夹层结构，它能保护记录层，防止机械损坏或灰尘并可容纳记录时气化和其它生成物，而不影响记录灵敏度，空气夹层结构实际上是用两片光盘面对面地粘合在一起构成，光盘基片和保护层的功能合而为一。在数据存贮区的内径和外径处用两个间隔圈将盘片隔开，中间形成空气腔。

光盘基片上预制出宽 $0.6\mu\text{m}$ 间距 1.6nm 的预刻槽，大大简化了光盘系统的机械结构，降低了精度要求。通过径向跟踪伺服系统精确控制扫描光点位置，把对光盘存贮器内径向移动及旋转精度要求大大降低。

为了便于读写操作，导向槽轨道分为若干扇区，每个扇区由标题区和数据区组成。标题区具有预格式化信息，如道号和扇区号，以及系统中要使用的其它数据：同步码、子代码等，数据区是供存贮数据用。关于光盘的预格式信息将在下一节详细论述。

4. 盘盒：磁光盘的盘盒采用工程塑料经注塑制成，为一个扁平箱体（图1.2-4）盘盒主要起保存及记录时保护磁光盘的作用，它可避免操作过程中直接触摸及磁场对磁光盘造成损害，也可防止意外损伤及长期保存灰尘集聚对盘面产生不利影响。

盘盒分为箱体与滑盖两部份。箱体由两片盒盖组成，将磁光盘芯放入后可用螺钉上紧成为一个整体。箱体中心有一圆形窗口，便于插入驱动器后与主轴电机配合。箱体的一边开有长方形的窗口，磁光读写头由此窗口记录或读出数据信息。

滑盖通常用不锈钢制成，通过滑槽安装于箱体上，在磁光盘单独存放时，滑盖关闭在窗口上，起到防尘保护作用，当磁光盘插入驱动器时，机内的执行机构将滑盖自动打开，露出窗口，进行读写操作。从驱动器中取出磁光盘，滑盖又自动关闭。

盘盒上设有保护开关,对于不希望记录(只读出)的盘,可将写保护开关设置为保护状态,则驱动器内有关装置可识别此状态而拒绝写入新的信息,防止将盘上已有的信息改变。当需要记录时,则将写保护开关置于非保护状态,即可写入新信息。

盘芯安装于盘盒之中,可在盘盒中自由转动,为了防止盘芯与盘盒的相互接触、碰撞损坏记录数据及盘片表面,盒内设计保证了盘芯与盘盒接触点仅限于盘片上的夹持区和外边缘区,这样即使由于摩擦碰撞损伤了盘面,也决不致于影响磁光盘的性能。

第四节 磁光盘预格式信息

1987年9月,美国国家标准局(NBS)及美国国家标准研究所公布了有关130mm可擦光盘标准草案,其内容主要由四部分组成:

- ①定义光盘中的各种概念,盘存贮条件以及测试条件。
- ②规定了光盘及盘盒的机械、物理、及几何特性。
- ③规定了记录介质的读、写、擦和磁特性。
- ④规定了光盘上道和扇区的物理格式,即预格式信息,

纠错编码和记录信号所采用的调制方法。

同时在附录中定义了符合该标准的测试方法。

本节中介绍第四项中光盘预格式信息。

1. 预格式化:光盘预格式化包括两个方面内容,一是在盘基上预刻螺旋形或同心圆预刻槽,二是在槽内或槽间刻录预格式码。前者是为了便于完成对光盘上的信道进行正确的聚焦和跟踪伺服,后者是为了满足对任意轨道任一扇区进行寻址。光盘的预格式与磁盘不同,它是在制作盘基时同时完成的,不需用户进行格式化及再格式,它是真正的“硬”格式,磁盘的预格式是由用户用格式软件完成,并可多次格式化,是“软”格式。光盘之所以采用“硬”格式,是因为:光盘容量巨大没有必要由用户进行“软”格式时,同时格式化过程相当复杂,用驱动器根本没法完成。

①轨道伺服方式

光盘伺服方式有连续伺服和采样伺服两种。连续伺服是从预刻槽中取出伺服信号,预刻槽是位于两数据轨道之间的凹槽,如图1.2-6(a)所示,其特点是适合自计时调制码。在光盘上存取数据的时钟信号能从数据本身分离出来。连续伺服方式这种特性增强了数据的可靠性。它消除了由于介质变化而引起的数据变位,连续伺服方式的另一优点是它的读写头始终提供它在光盘面上的位置信息反馈,存取数据从一条轨道到另一转道时,不间断读取伺服信息,因而不断对光头进行控制,具有存取时间快,光盘转速高而相应数据率较高的优点。连续伺服选用(2,7)游程长度限制码,能提高存贮密度,增大存贮容量。

采样伺服,每扇段开始写入两个字节的伺服信息,图1.2-6(b),伺服不需光盘进行预刻槽。在磁光记录介质情况下,预刻槽使得驱动器与介质可靠结合十分困难,采样伺服则能容易处理未来技术光盘的各类不同介质。有助于制造出多功能驱动器。

轨道伺服不仅有上述两种方式差异,其轨道间距和信号调制方式根据不同厂家,不同

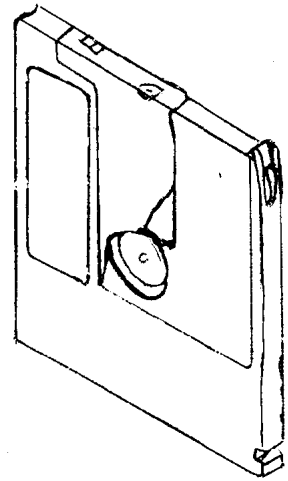


图 1.2-5 磁光盘外结构示意图