

电子计算机

外部设备



杭州磁记录设备开发中心

1985



电子计算机

编辑 杭州磁记录设备开发中心

外部设备

《外部设备》编辑部

(杭州市 535 信箱)

光盘译文专集

一九八五年六月

浙江省期刊登记证第124号

出版发行 杭州磁记录设备开发中心情报资料室

印刷 浙江省印刷发行技校印刷厂

编 者 的 话

光盘存储器是一种新型的激光信息存储装置。它是在磁盘技术发展的基础上，将磁盘能高速随机存取和激光的高记录密度特性巧妙结合而研制成功的。由于它具有存储密度高、容量大、可随机存取、单位字节成本低廉和处理操作简单等特点，自七十年代初在荷兰菲利浦问世以来，美日等国家就非常重视这项技术，均积极投入力量进行开发研究，使之获得了重大发展。例如激光电视唱片和数码唱片，已在1980年前后商品化，大量投放市场；用于办公自动化等方面的大容量光盘文件存档系统，现已批量生产，推广应用；作为计算机用记录码化信息的随读随写（DRAW）光盘机也开始定型生产；预计可抹式光盘机（或光磁盘机）在近一两年即可试制成功。总之，光盘作为一门新兴的工业正在崛起，其发展前途不可限量！

我们杭州磁记录设备开发中心，在研制磁盘存储设备的同时，并从事大容量光盘存储技术的开发研究，在进行四化建设的新时期，为振兴我国计算机事业，这将具有重要的现实意义。为配合这一工作，我们特收集了近两三年来国外一些杂志上所发表的光盘科技文献二十余篇（主要包括计算机用光盘的发展现状、记录材料、整机研制、光点控制和应用等方面）译出汇成本专集，以供我国各有关部门的领导、从事光盘开发研究的科技人员、计算机工程技术人员和技术管理干部们参考。

这里还应说明如下几点：

1. 鉴于光盘与磁盘在技术上的共同性，所以译文中的主要名词术语均采用了同磁盘相类似的译法，如光头、光道、基片等；
2. 由于制版原因，专集译文中的绝大多数照片均予省略；
3. 因为光盘技术发展特别迅速，近年来发表的文献很多，本专集为广大读者提供的仅是一份光盘技术的基本参改资料；
4. 最后，由于光盘技术涉及的专业面广，加之我们学识水平有限，译文中难免有不妥之处，敬希各位读者批评指正。

本专集译文由我开发中心舒永明同志作技术校对。在编辑出版过程中，还有许多同志做了很多工作。我们在此一并表示谢忱。

计算机外部设备编辑部

1985年3月

目 录

光盘的现状.....	(1)
光盘记录介质的开发状况.....	(12)
可改写的大容量光盘存储器.....	(28)
光磁盘存储器.....	(33)
光盘技术.....	(41)
多通道数字光盘.....	(46)
光盘存储系统.....	(60)
大容量光盘外存储器.....	(67)
光盘存储器及其应用.....	(75)
光盘机代替磁带机已为期不远.....	(84)
采用激光记录技术和新型光记录介质的容量光卡.....	(91)
用于光盘技术的透镜设计和测试.....	(95)
激光热记录的凹坑形状和记录特性的研究.....	(104)
用于光盘海量数据存储装置中的光学聚焦伺服系统.....	(113)
光盘伺服控制系统.....	(118)
用于光头的三维执行机构.....	(123)
用于光盘的非晶态Te-C薄膜.....	(127)
基片材料对于光存储介质记录灵敏度的影响.....	(131)
光盘表面质量的评定问题.....	(135)
光学存储器的读写模型.....	(139)
光盘海量存储系统的硬件问题.....	(146)
能记录码化信息、存储容量达2.6千兆字节的追记型光盘已商品化.....	(152)
光盘和缩微胶片组合型大容量外存系统已研制成功.....	(154)
“SPIE第二次大容量光记录国际专题讨论会”会议报告.....	(155)

附 录

上海全国光盘存储技术座谈会简况.....	(161)
光盘资料图表.....	(162)

光盘的现状

一、前言

自1972年飞利浦、MCA 公司发表光学式电视唱片以来,随着光束控制技术和激光器的发展,研制使用光的高密度存储器就备受重视。另外,随着信息化社会的发展,要记录和处理的信息量迅速增加。同时,由于半导体元件性能的提高和集成化技术的进步,数字信号的处理已变得相当容易。以此情况为背景,在五六年前,人们对光盘的关注就从“能放图象的唱片”转到了作为储存和管理各种数字化信息介质的这一应用领域。

其后,许多公司对光盘进行了积极广泛的研究,时至今日,光盘存储器正在发展成为一个大型工业部门。

光盘的特征可归结为以下三点。第一,光盘可进行高密度大容量的记录。比如,用一张直径30厘米的光盘(双面),记录容量将达40千兆位。这比电子计算机用IBM3380类磁盘不足3千兆位的容量要高一个数量级,而每位成本($\sim 5 \times 10^{-6}$ 日元)比磁带还要低;其二,光盘可进行随机存取,且存取速度快。存取时间一般为0.1秒左右。这和磁盘在机构上用类似的方法进行存取的情况(~ 0.03 秒)相差不大;第三,光盘的可靠性高。由于光盘是进行非接触的记录和读出,记录介质和记录读取头均不会因磨损而产生劣化。介质的寿命也长达十年。

目前,光盘一般有称作再生专用型、追记型和可改写型三种形式,它们分别具有固有的特征。

再生专用型光盘可大量复制,所以,它是一种能以低廉价格作大量散发的信息传输介质。有效利用这些特征,就可将其用于记录电影等的自备电视节目、以及用作教育或促进商业销售活动的手段方面。除此之外,最近,正考虑对静止画或各种数据以及与其相对应声音的信息量进行压缩的记录方式。这样每面光盘可连续再生20小时以上。这种功能适用于辞典和图鉴等方面。据此,光盘将可能成为代替过去活字介质的一种新型介质而引人注目。

本文,将对一部分已开始商品化的追记型光盘和正在接近实用化水平的可改写型光盘作一简要评述。

二、追记型光盘

追记型光盘具有用户需要在需要时能自由地进行信息记录的特征。它所记录的信息虽不能抹除,但在未记录部分却可进行追加记录。因此,这种光盘统称为追记型光盘。另一方面,由于追记型光盘记录信息后就能立即进行读出(再生),所以在许多场合也将它称作DRAW(Direct Read After Write)型存储器。

当前,光盘业将以DRAW型光盘为主流发展下去。

(一) 记录读出原理

将聚焦的激光照射在记录介质上, 以对其微小的区域进行加热, 借此在介质上打出微米级的小孔(凹坑), 或者引起几何变形, 或者产生结晶状态变化的区域。这就是信息的记录。

在这些场合下, 记录介质表面的光学性质(主要是反射率)与未加热部分不同。利用这一点就可进行信息读出。即当介质以相当记录时输出功率 $1/10$ 的聚焦激光照射时, 从其表面反射光的强度, 因记录区域(位)与非记录部分存在差别, 由光探测器可将其转变为电信号。信号光强度与进入光探测器的光的平均强度之比叫做对比度, 通常为百分之几十。

(二) 系统的构成

光盘存贮器的典型构成如图1所示。从激光器[半导体激光器(LD)或气体激光器]发射出来的光, 通过偏振光分束器和 $1/4$ 波片之后进入聚焦透镜。因聚焦透镜的NA(数值孔径)为 $0.4 \sim 0.6$, 故在记录介质上的光斑直径大约为1微米。因为聚焦透镜的焦深小于几微米, 所以随同盘面的上下振动(± 200 微米量级), 应使透镜在光轴方向移动, 并控制其与光盘表面保持某一恒定距离, 这就是所谓的聚焦伺服。

聚焦误差检测常用象散法和刀口削光法。现在可将聚焦误差降至 ± 0.3 微米以下。

即使光盘存在偏心(~ 100 微米), 也要求光点能正确地落在记录光道上。比如, 偏离光道 0.3 微米时, 信号振幅大约要下降30分贝, 并产生 -35 分贝左右(光道间距 2 微米时)的串扰。由此, 光盘跟踪精度将要求为 ± 0.1 微米。

光盘的跟踪误差用在光道面上位置稍有偏离的三个光斑检测出来(如图2所示)。对以介质形状变化来进行记录的光盘, 或是将跟踪用导向槽已作在盘片上的光盘, 如产生光道偏离, 因衍射效应, 光斑之内光强度分布就会发生变化。用光探测器检测出这一变化就可获得跟踪控制信号。跟踪方式多采用由控制信号使检流计镜进行偏转和使透镜在盘面上进行平行移动这样两种方法。使反光镜和透镜同时并进的方法也正在进行试验。

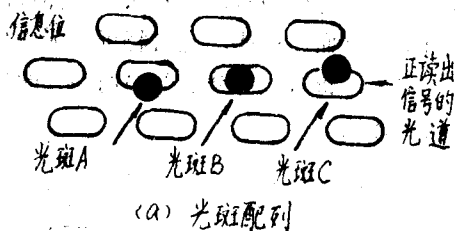
图1 追忆型光存储装置构成实例

使透镜在盘面上进行平行移动这样两种方法。使反光镜和透镜同时并进的方法也正在进行试验。

光盘存贮器能随机存取是它的最大的优点。

其找道是用线性马达使整个光学系统移动来进行的。在原理上这与磁盘装置中磁头的定位机构一样。但对光盘, 因光道间距小至 2 微米左右, 故要求光头能高精度定位。为此, 光盘存贮器的找道将同时并用向着目标光道接近的高速机械找道和由光头进行高精度找道这两种方式。存取时间现已达到 250 毫秒, 实验上也获得 75 毫秒的结果。但因采用使重量较重(> 50 克)的光头移动的方法, 所以该值比现正磁盘装置的存取时间(~ 30 毫秒要大)。

(三) 介质的保护



(a) 光斑排列

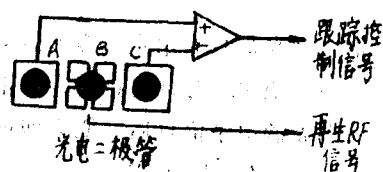


图2 跟踪信号的检测方法(三光束法)

为了提高光盘的可靠性,必须不使记录介质直接接触大气,并避免在其表面产生伤痕和沾附灰尘。方法之一就是将其厚度为1毫米的两张光盘的记录介质向里粘连起来,构成一空腔,并充以惰性气体,这叫光盘的夹层结构(如图(3a)所示)。另一方法如图3b所示,这是以100~200微米的较厚的透明保护膜涂敷于记录介质上的方式。

从保护记录介质来看,第一种方法是相当优越的,现已广泛采用。但在使用NA较大的透镜进行微小信息位(≤ 0.5 微米)的记录时,因基片厚度的变化很大,所以应将该值控制在70微米以下。

(四) 记录材料

对追忆型光盘存储器的记录介质有如下几点要求:

1. 能记录直径为1微米左右的信息位;
2. 对记录所要求的激光能量适当;
3. 可得到高的对比度;
4. 介质噪声小;
5. 寿命长。

为满足这些要求,研制和改善介质的工作近几年来正在积极地进行着。第一条是光盘具有高密度和大容量这种特点的基本条件,现在已有许多种介质可以满足。如以使用半导体激光器为前提,第二条则希望在介质表面上的记录激光功率为10毫瓦或在其下。当介质的记录灵敏度过高时,读出信号必然可以较低的激光功率来进行,这就不能得到高的信噪比。且因重复读出信号,介质性能也会劣化。

因记录作用记录介质的光学性质发生较大变化的材料,读出时的信噪比就会增大。单一记录介质不能获得充分的对比度,可将电介质膜与金属膜作成多层结构来加工改善。记录灵敏度的提高还取决于各层的参数。

介质的噪声属于材料所固有的,比如有由晶粒引起的噪声,有由介质制作过程产生的噪声,还有因基片等的缺陷带来的。介质的缺陷会使信息误码率(BER)恶化。产生误码率的主要原因是基片有缺陷。即使采用制作十分讲究的基片,BER仍将达到 10^{-6} 。所以,研究优质基片的制造方法是一个非常重要的课题。另外,在直径30厘米的盘基上能重复性很好地制备组成均匀的记录介质,对于实用来说也很重要。

为了能长期保存信息,介质在通常的使用环境下,其物理和化学性能应稳定。介质寿命达10年是一个大致的目标。无论从光盘制作还是从使用方面来看,介质寿命都是大家最为关心的问题之一。现阶段只有通过加速试验(就耐环境性而言,比如45℃,95%RH)来推定,别无他法。在评价方法尚未统一之前,各公司以其自己的基准预测介质寿命可达10~40年,这就是今天的现状。

作为记录材料,Te基材料将占压倒多数,可以说超过了七成。

Te的熔点低(450℃),记录灵敏度高,读出时信噪比大,这些就是它可作光盘记录材

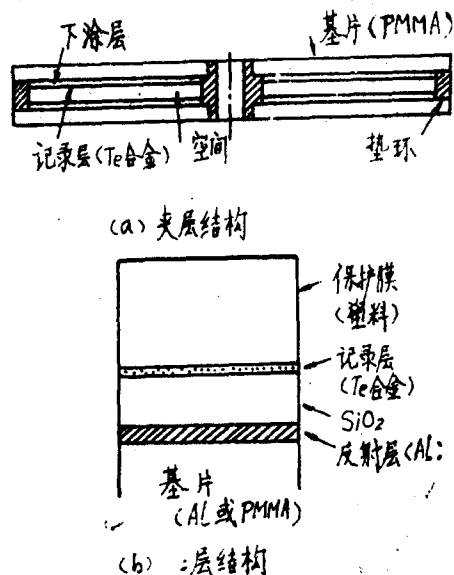


图3 记录介质的保护结构

料的主要理由。但纯 Te 会因湿气影响而迅速氧化变为透明。为此, 正在进行试验研究的措施是: 或以适当的保护膜涂敷其上; 或设计成夹层结构; 或将其与 Se、As 等进行合金化处理以及同 C 进行混合, 同 O 进行化合以制成更稳定的物质。

Te 或 Te 基材料虽已成为第一代光盘介质的主流, 但还提出了许多其他种类的记录材料, 如按记录形态分类, 有以下几种:

1. 形成凹坑。由激光照射将记录层熔融时, 该处金属因表面张力关系而形成代表信息位的凹坑。作为记录方法, 凹坑形成方式可说是最为普通的。以改善记录灵敏度和对比度为目的, 现已提出了各种介质的结构, 如图 4 所示:

结 构	记录材料	制 造 法
单层 基片 PMMA Te合金 (30nm)	Te合金(多晶) TeTiAgSe	蒸附法 RF溅射法 三洋
单层 基片 PMMA Te-C (40nm)	Te-C(非晶质)	反应溅射法 东芝
两层 基片 Ag粒子分散膜 (100nm) 聚合物膜 (3-10μm) 玻璃	银粒子分散的 明胶膜	涂布 Drexler
两层 基片 染料/聚合物 (120nm) AL反射膜 平滑层 聚酯树脂	染料/聚合物	涂布 Kodak
三层 基片 保护膜 (~180μm) Te合金 (~5nm) SiO₂ (74nm) AL反射膜 AL或PMMA	Te合金(多晶)	蒸附法 RCA

图 4 凹坑形成式光盘介质的结构

Drexler公司具有两层结构的介质, 是在记录层和基片之间设置了聚合物膜的热绝缘层, 试图以此来提高记录灵敏度。另外, 对于使用有机染料, 被称作 LWR (Laser Write and read) 的记录材料 (Kodak 公司), 则用有高吸收率波长 (830毫微米) 的激光, 以形成近似于凹坑的塌陷, 并由反射率大、波长633毫微米的光进行读出。因形成塌陷的关系, 其反射率降低较小, 但光的相位将发生近于 $\pi/2$ 的变化。因此, 由塌陷处的反射光将与在塌陷四周的反射光进行干涉, 结果反射光量减少, 就可将凹坑检测出来。因在这种材料的基片上镀有Al膜, 故可使其记录灵敏度和反射率获得改善。上述两种材料都是将记录介质涂布在盘基上制成的。

这类光盘记录材料多数厚度为几百埃,反射率接近40%,有20%的入射光将被透过。因此记录时的能量利用率较低。为改善这一缺点,已提出三层结构的记录介质,即在基片上依次形成Al反射膜、透明的电介质层和记录层。记录层为50埃左右的薄膜。电介质层的厚度选在 $\lambda/4n$ (n 为折射率)值附近时,来自记录层和反射膜的反射光将进行干涉,形成所谓的无反射状态(图5)。这样,90%的入射光将由记录介质吸收,而读出时的对比度也可改善两倍以上。

2. 形状变化。作为形状变化方式的记录介质,有与凹坑形成相近的,以图6的Ge和Te所制成的介质,它们可由反应腐蚀法在基片表面上作成亚微米级的微小凹凸。在这种状态下,光的反射率很小($\leq 1\%$)。当其以输出功率适当的激光照射时,受照部分熔融并形成平滑的高反射率的表面。这种记录介质的对比度大于80%,记录灵敏度也高。

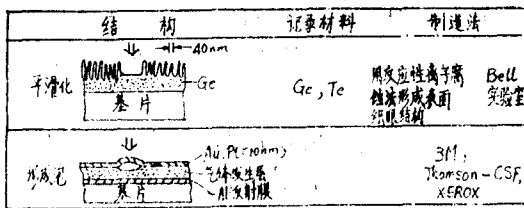


图6 光盘介质的结构(形状变化式)

产生散射,高反射率的条件遭到破坏,反射率就降低,据此就可读出信息位。

微小气泡形成的介质,记录信息位的边缘平滑,不会产生无用的隆起,可获得高信噪比(≥ 65 分贝)。微小气泡的机械性能好,可用作复制原盘。

3. 结晶状态的变化。这是一种介质表面不变形的信息记录方法。图7为该介质的典型结构。

Te的低氧化物($\text{TeO}_x, x \approx 1.1$)受激光加热时,因介质中Te粒子的直径变大,其折射率将增加。这就相当于对基片和介质的折射率差给予了一定的变化。结果,介质的反射率就发生改变。经过记录这种介质的反射率将从15%增至30%。

一般地说,Sb-Se非晶态膜对于红外区长波长光是接近透明的,而将激光入射在由Sb-Se层和Bi-Te层组成的两层结构的介质上时,因在Sb-Se层内产生多次反射,大部分入射光将被Bi-Te层吸收变成热能。当温度达到170℃时,它们均由非晶态变为结晶态。伴随这种状态的变化(相位转移),这种介质的反射率将从10%增加到30%。

对于利用结晶状态变化的记录介质,由记录作用而得到的对比度不怎么大。但由于介质不变形,信息位形状精度高,故能得到良好的信噪比(~ 60 分贝)。

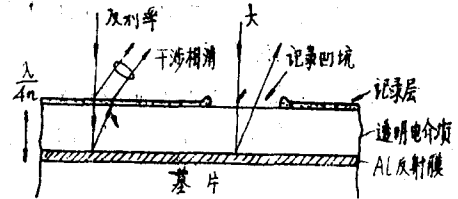


图5 用三层结构改善光盘记录灵敏度和对比度

形成微小气泡的介质是一种在基片上形成Al反射膜、电介质层和Ti、Au等高熔点金属层的记录材料。根据这种三层结构就可对使用激光波长将其调整为反射率高的状态。介质受激光照射,其金属层的温度上升时,与此相连的电介质层就会产生气体,并使金属层隆起。在形成微小气泡的地方对入射光

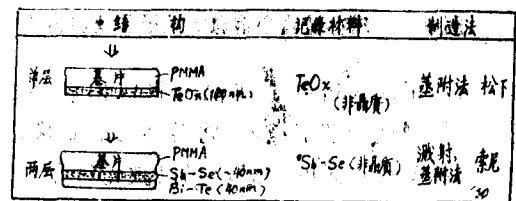


图7 光盘介质的结构(结晶状态变化式)

三、可改写型光盘

可改写型光盘可将已记录的信息抹除，并在已抹除的地方再记录新的信息。可以认为，对于象光盘这种记录容量大的存储器未必需要可改写，但也希望在功能上具有更大的灵活性。目前可改写型光盘正在以光磁存储器为中心开展积极的研究工作。

(一) 记录读出原理

把磁性体加热至其居里温度附近时，其矫顽力将变得非常小，在外部的弱磁场中，它就容易产生磁化反转。光磁记录利用的就是这一现象。这种记录方法的概念如图8(a)所示。

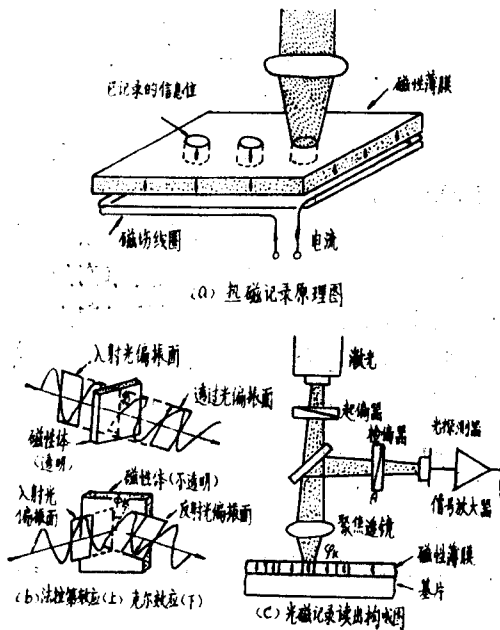


图8 光磁存储器中信息的记录和读出方法

作为不用磁性体而可改写的光盘存储器，有利用能进行可逆结晶—非晶相转移的光存贮器。即对处于结晶状态的记录介质以激光进行短时间的照射时，它将转移为非晶状态，其反射率将会下降。这就是信息的记录过程。为抹除已记录的信息，仍以激光将介质缓慢加热至适当温度，再慢慢使其冷却，下来返回到结晶状态。这时介质的反射率又恢复为原始数值。这种光存贮器信息的读出与追记型光盘完全一样。

(二) 系统的构成

可改写光磁存贮装置的构成完全酷似于追记型光存贮器。对于光磁存贮器，在记录和抹除信息时应施加外部磁场，而读出光学系统还要设置偏振棱镜。这两点是它与追记型光存贮器不同的地方。最近，装有半导体激光器的小型光磁存贮器用的光头也已试制成功。

对于利用结晶—非晶相转移的可改写光存贮器，如果除去所附加的抹除信息用光学系统，则它与追记型装置的构成完全一样。

抹除记录信息有按位抹除和同时抹除许多信息位两种方法。前者是在施加同记录时方向相反的外磁场的状态下以聚焦激光照射介质进行的，而后者则是在大范围的介质上施加强磁场实现的。总之，光磁记录中抹除信息的方法较为简单，并不需要特殊的处理手段。

为了读出光磁记录的信息，需利用法拉第效应或者克尔效应[图8(b)]。图8(c)表示用克尔效应读出原理时的结构简图。激光经偏振棱镜变成线偏振光，并聚焦在磁性体(记录介质)上。与磁化状态相对应的偏振面已旋转了的反射光，将由偏振棱镜(检偏器)变为光强度的变化，再用光探测器转换成电信号。通常，因这种偏振面的旋转角仅 0.4° ，所以信号对比度为百分之几。这与其他光存贮器相比要将近小一个数量级。

作为不用磁性体而可改写的光盘存储器

(三) 记录材料

对记录介质一般要求的条件已在2.4节作了叙述。对光磁存贮介质,由克尔旋转角(或法拉第旋转角) ϕ 和反射率 R 所确定的 $2\phi\sqrt{R}$ 值的大小是至关重要的,因为读出时的信噪比与该值成比例。 $2\phi\sqrt{R}$ 一般叫做性能指数 M_t 。

目前,光磁存贮材料主要是TbFe等的稀土类(RE)—过渡金属(TM)非晶态磁性合金。它具有这样的特征,即可根据组成的变化,在比较大的范围内改变其矫顽力、饱和磁化和居里温度。如其组成适当,就可得到1微米或者更小的信息位直径,而记录所必需的温度上升也在100~200℃间。同时,制备大面积特性均匀的介质(多数是采用RF溅射法或蒸附法)也并不困难。最近已能制成直径为30~35厘米的盘片。

非晶态膜记录介质的噪声也小。表1示出了现在正在研究的各种光磁存贮介质及有关性能满足当前目标程度的简略情况。

表1 光磁存贮介质的现状

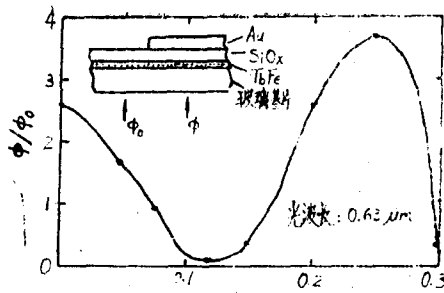
材料种类	非晶质 TbFe, GdCo, GdTbFe	多晶 MuCuBi	单晶 BiSmYb CoGeFeO	涂布介质 CrO ₂
材料实例				
记录位直径 ($\leq 1\mu\text{m}$)*	$< 1\mu\text{m}$	$\sim 1\mu\text{m}$	$\sim 1\mu\text{m}$	$\sim 2\mu\text{m}$
记录能量 ($\leq 1\text{nJ}/\mu\text{m}^2$)	0.5~1.5 $\text{nJ}/\mu\text{m}^2$	~ 2 $\text{nJ}/\mu\text{m}^2$	~ 5 $\text{nJ}/\mu\text{m}^2$	~ 0.2 $\text{nJ}/\mu\text{m}^2$
介质尺寸 ($> 20\text{cm}$)	20~30 $\text{cm}\phi$	~ 15 $\text{cm}\phi$	~ 8 $\text{cm}\phi$	$> 30\text{Cm}\phi$ c带
性能指数 ($0.7\sim 1^\circ$)	0.3~0.5°	$\sim 0.5^\circ$	1~3°	—
介质噪声	小	中	小	中
介质稳定性	?	?	稳定	稳定

* () 内的数表示目前所要求的。

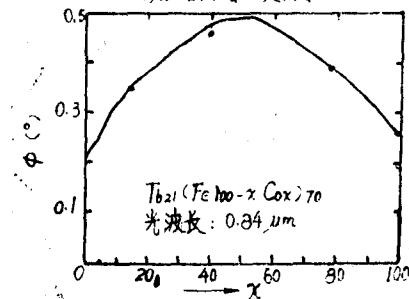
改善介质的性能指标和耐久性在实用上是极为必要的,现已将研究重点转移到这些课题上来了。

为改善性能指标,现已研究了增大旋转角 ϕ 的方法。其一,在介质表面涂敷适当厚度的电介质膜(SiO_2 等),或将金属反射膜、记录介质和电介质膜重叠起来作成多层结构,以增大 ϕ 值。另一方法是,在介质中加Bi和Co元素来改善 ϕ 值。实例如图9所示。也有采用多层介质结构获得 $M_t \approx 1.8^\circ$ 的报道。

将介质的组成元素进行巧妙的组合,就可获得比较稳定的介质(比如TbFeCo、GdTb-FeGe)。此外,因为稀土类金属容易氧化,作为介质表面的保护膜,现已开始用AlN等氮化物来代替过去的 SiO 、 SiO_2 了。



(a) 用多层结构增大旋转角



(b) 用添加第三种元素增大旋转角

图9 旋转角改善实例

利用结晶—非晶态相转移的可逆光记录材料，则有Te和Te合金，其结构如图10所示。使用Te的介质是将Al反射膜、SiO层、Te层形成“三层结构”。因记录作用结晶状态的Te变为非晶状态时，无反射条件遭受破坏，反射率就增大。抹除记录信息位是用比记录时输出功率稍低的激光以适当的间隔进行多次(~500次)照射。现已可能进行几十次的重复记录和抹除，抹除时间需要10~30秒。另一方面，在TeOx中添加有Sn和Ge的介质，则是从反射率大的结晶状态转移为反射率小的非晶状态进

构造	记录材料	制造法
	Te	蒸附法 RCA
	TeOx:Sn(Ge)	蒸附法 松下

图10 可改写型光盘介质的结构(相变式)

行记录的。将光斑大的(比如 1×10 平方微米)激光照射在记录部位，实质上是对介质进行缓慢的加热与冷却，使其结晶化，就可抹除记录的信息。据报道，抹除时间现已短至几微秒。介质即使重复记录、抹除100万次，信号质量也不会降低。

四、开 发 状 态

在最近一、二年内，日本已有几个厂家研制成了追记型光盘存贮器的实用机，并已进入商品化生产阶段。美国的Drexler公司虽从三年前就开始出售光盘，但实用化的装置仍不多见。另一方面，可改写型光盘存贮器也已向实用化迈出了一步。日本正在试制几种接近实用化水平的装置。索尼公司与KDD共同研制的光磁存贮装置，据说预定在两年内开始出售。在欧美可以提及的是西德的飞利浦公司，它已于1982年末发表了试制的小型光磁盘装置。此外，在1983年初，松下公司发表了用TeOx盘的可改写的光盘存贮器。下面将对各种光盘装置的研制概况作一介绍。

(一) 追记型光盘

以记录数字信息为目的的各种系统的性能规格示于表2。它们主要是用作以图象、文件信息的存档和检索为目的的装置。这类装置再附加上可存放25~50张光盘的装置与文件的输入/输出装置，就可构成完整的光盘存档系统。这类系统的记录容量一般为 $(4 \sim 10) \times 10^{11}$ 位(用户信息位)，相当于A₄号文件50~130万页。在盘内的存取时间小于0.5秒，如包括盘的检索和装入时间，总存取时间为5秒。

表2 追记型光盘性能参数

	日立 HITFLIE60	东芝 TOSFILE-2100	松下 PANAFIL	索尼	NEC N6329-21	三 洋
记录信号	数字信号	数字信号	数字信号	数字信号	数字信号	数字信号
盘 径	30cm	30cm	20cm	30cm	30cm	30cm
盘 转 速	600rpm	300~500rpm	900rpm	~900rpm	900rpm	700rpm
数据传输率	3.5Mb/s	1Mb/s	5Mb/s	2Mb/s	6.5Mb/s	1.5Mb/s
记录容量*	2×10^{10} b	2×10^{10} b	5.6×10^9 b	$\sim 2 \times 10^{10}$ b	2×10^{10} b	1.6×10^{10} b
(每片)	(双面)	(双面)	(单面)	(双面)	(双面)	(双面)
存取时间	250ms	500ms	300ms	—	450ms	300ms
误 码 率	10^{-12}	10^{-10}	$10^{-7} \sim 10^{-8}$	—	10^{-11}	$10^{-8} \sim 10^{-10}$
(原始误码率)	($\sim 10^{-8}$)		($\sim 10^{-5}$)	—	($10^{-5} \sim 10^{-6}$)	($10^{-4} \sim 10^{-5}$)
光道间距	$1.6\mu\text{m}$	$2\mu\text{m}$	$1.6\mu\text{m}$	$2\mu\text{m}$	$1.6\mu\text{m}$	$2\mu\text{m}$
记录介质	Pb-Te-Se	Te-C	TeOx	Sb-Se/Bi-Te	—	SeAgTiTe
(基片)	(玻璃)	(丙烯酸)	(丙烯酸)	(丙烯酸)		(PMMA)
光盘构成	空气夹层结构	(同左)	涂保护膜	(同左)	—	空气夹层结构

* 用户信息位

就是在欧美的许多设备厂和介质厂, 这种形式的光盘装置也还正在积极试制阶段, 其中一部分如表3所示。它们多是以外存码化信息(数据)为研制目的的装置, 并正以性能(如

表3 追记型光盘性能参数

	Philips	RCA	Kodak	STC	Thomson-CSF
记录信号	数字信号 (DFM)	数字信号(DM)	数字信号	数字信号	数字信号
盘 径	12"	14"	14"	12"	12"
盘 转 速	1200rpm	1800rpm	1800rpm	—	—
数据传输率	5Mb/s	20Mp/s	24Mb/s	24Mb/s	4Mb/s
记录容量	10^{10} b	6.4×10^{10} b	4.5×10^{10} b	3.2×10^{10} b	8×10^9 b
(每片)	(双面)	(双面)	(双面)	(单面)	—
存取时间	<500ms	500ms	600ms	75ms	200~300ms
误 码 率	10^{-10}	$\sim 10^{-8}$	10^{-10}	10^{-15}	$\sim 10^{-12}$
(原始误码率)	(5×10^{-8})	—	(3×10^{-8})	($10^{-8} \sim 10^{-6}$)	—
光道间距	$2\mu\text{m}$	$\sim 1.3\mu\text{m}$	$1.7\mu\text{m}$	—	—
记录介质	Te合金	Te金合	染料/聚合物	—	Au-Pt
(基片)	(PMMA)	(Al)	(聚酯树脂)	(Al)	(PMMA)
光盘构成	空气夹层结构	三层结构	—	—	空气夹结层构
光源记录	Ar激光器	LD	LD	LD	
读出	He-Ne激光器	He-Ne激光器	He-Ne激光器	He-Ne激光器	Ar激光器

BER、数据传输速度)和可靠性(介质的寿命等)作为重点研究课题。因此,牺牲装置的小型化而使用气体激光器作为光源的例子也并非少见。

另一方面,记录模拟信息的系统的性能规格如表4所示。它们可用在检索性能良好的静止画的存档方面。每片盘可存放1.5~4.5万幅图象。图象质量已达到与家用VTR同等的水平。

对于这种模拟式记录,再生时必须将由相邻光道产生的串扰抑制到-50分贝,这与容许将串扰抑制为-35分贝的数字式记录相比,其光道间距多少应加宽一点。

表4 追记型光盘性能参数

	松下	三洋	索尼	RCA
记录信号 (声音)	NTSC彩色信号 (一)	同左 (2小时)	同左 (2小时)	同左 (一)
信号处理	FM	FM,直接记录	FM,交叉频带方式	FM,直接信号
盘径	20Cm	30Cm		25Cm
(转速)	(1800rpm)	(100rpm)	同左	(1800rpm)
记录材料 (基片)	TeOx膜 (PMMA,1.2×2mm厚)	SeAgTiTe (PMMA)	Sb-Se/Si-Te膜 (PMMA,1.2×2mm厚)	Te系金属膜 (Al)
记录容量(单面)	—	20分	25分	—
(静止画)	(1.5万幅)	(3万幅)	(4.5万幅)	—
信噪比	>45dB	>42dB	C/N~60dB	~45dB
光道间距	2.5μm	2μm	2μm	1.5μm
光源	LD	LD	LD	LD
(波长,最大输出)	(0.83μm,10mw)	(0.83μm,25mw)	(0.8μm,15mw)	(0.82μm,40mw)
平均存取时间	<0.5秒	~0.5秒	—	—
用途	静止画存档	图象存档 (动画、静止画)	(同左)	—

(二) 可改写型光盘

已发表试制的几种光磁存贮装置如表5所示,其中包括以TeOx为记录介质的装置。

光磁存贮器载噪比(CN)较高的已达50分贝(带宽30千赫兹,信噪比约为30分贝),这里比其他光存贮器小,但用于不要求信息位传输速度很大的文件和图象信息的存档方面已达到能够应用的水平。实际上,还试制了几种数字式光磁存贮器,同样获得了良好的结果。并且还确认了它在可改写CD(小型数码唱片)方面的适用性。还使用光磁存贮器作了实时记录和再生图象信号的试验,但图象质量与带宽均未达到实用水平。

另外,对于利用相转移的系统,其图象虽达到了一定水准,但同许多追记型记录介质一样,它的寿命问题还未解决。

在欧美,试制的几种光磁存贮装置如表6所示。其中,由飞利浦公司发表的系统,以代替软盘为目标,使用了直径5厘米的小光盘。

另外,美国3M公司的光磁存贮器在10兆赫时的载噪比超过了50分贝,预示着这种装置进行宽带记录的可能性。

表5 可改写型光盘的技术参数

	KDD·索尼	欧林巴士	夏 普	松 下	NHK	松 下
记录信号	数字信号	数字信号 (MFM)	数字信号 (MFM)	数字信号 (EFM)	模拟信号 (FM)	NTSC彩色信号 (FM)
盘 径	30cm	30cm	13cm	13cm	20cm	20cm
盘 转 速	900~1800rpm	900rpm	900rpm	线速度1.7m/s	1800rpm	1800rpm
数据传输率	~10Mb/s	2.5Mb/s	2Mb/s	~2Mb/s	~6MHz	~8MHz
记录容量 (每片)	3×10^{10} b (双面)	4.3×10^9 b (双面)	2.4×10^9 b (双面)	$\sim 7 \times 10^9$ b (单面)	动画约10分 (单面)	— (单面)
存取时间	—	700ms	500ms	—	—	500ms
载 噪 比 (30KHz带宽)	52dB(1MHz)	48dB	40dB	40dB	38dB(3MHz)	≥ 55 dB (5MHz)
原始误码率	$\sim 10^{-4}$	$\sim 2.7 \times 10^{-5}$	$\sim 10^{-5}$	$\sim 10^{-4}$	—	—
光道间距	$1.6\mu\text{m}$	$2.5\mu\text{m}$	$2\mu\text{m}$	$1.6\mu\text{m}$	$4\mu\text{m}$	$\sim 2\mu\text{m}$
记录介质 (基片)	TbFeCo (丙烯)	GdTbFe (PMMA)	GdTbDyFe (玻璃)	GdTbFeGe (玻璃)	GdTbCo (玻璃)	TeOx : Ge(Sn) (PMMA)
光 源	LD	LD(20mw)	LD(10mw)	LD(8mw)	He-Ne	LD 记录8mw 抹去10mw

五、今 后 展 望

今天,应该保存的各种信息和数据正在迅速增加,既安全而又有效地利用所保存的信息,这是至关重要的问题,光盘存储器提供了有力的解决手段。

三种功能相异的光盘与适宜利用它们的各种信息的关系如图11所示。再生专用型光盘正象用作自备电视节目那样,作为信息传播介质的特征强,所以,可考虑用它来代替活字而扩展到用于出版业。这一情况是与记录在光盘上的信息不易受尘粒之类的影响,即与光盘这种介质有良好的可移性有关,这是与磁盘的不同之处。

追记型光盘适宜记录需要长期保存和随机检索的信息。这些信息大致可分为两类,即以文件、图象为主体的图象信息和计算机用数据之类的码化信息。

目前,追记型光盘最引人注目的适用领域是在图象记录方面。这是基于当今出现了对在办公中所产生的大量文件应进行有效管理的问题。作为这种文件、图象的存档,误码率不要求那么严格(校正后 $\text{BER} \leq 18^{-4}$),现有光

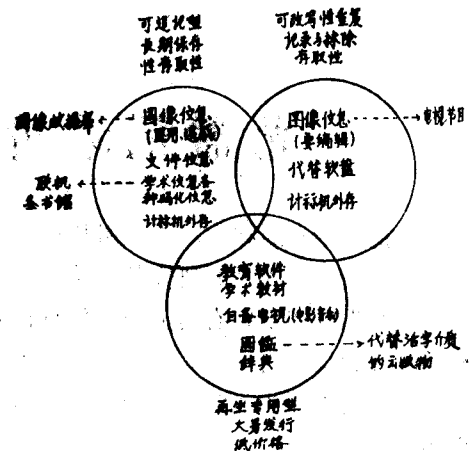


图11 光盘的三种类型和应用领域

盘装置即可使用。

其次,联机图书馆的设想现已有实现的机会了。为此,必须具有存放原始文件信息的大容量的记录介质。进行适当的带宽压缩,可把每页原始文件压至 8×10^5 位。即便如此,为了存放总共 10^7 页的书籍,其记录容量仍将达到 10^{13} 位,这虽然要用直径30厘米的光盘400片,但毕竟总是在可以实现的规模内。

在这种场合,如何把文件信息高速地记录在光盘上,大概应是今后的重要课题。即使扫描输入时间每页为5秒,为将 10^7 页书籍全部存放在光盘上,由简单的计算可知,这需要花费大约两年的时间。

此外,现在正在开始试验利用光盘建立由医用图象(X光照片、心电图等)和遥测图象等多种多样的图象信息组成的庞大的图象数据库。这些图象要求高的清晰度,所以,一片光盘上只可存放4000幅图象。

美国正在积极论证使用光盘的特大型数据库,其总容量将高达 10^{14} 位的数量级。

对用作记录码化信息的光盘存储器,误码率要求低于 10^{-11} 。在改善光盘与其装置质量的同时,还应对记录信息进行严格的错误校正。为了附加这种纠错码,用户可使用的容量将减少10~50%。

至于光盘在计算机外存方面的应用,美国正在进行认真真的考虑。现在已提出了代替正在使用的大容量磁带机的ODMSS (Optical Disk Mass Storage System, 其记录容量超过 10^{13} 位)的设想。

可改写型光盘,大概将适用于以检索、编辑为重点的有关领域。它大有希望用在编辑种种电视节目方面。为此,其信噪比还必须加以改善。如果这种可改写光盘的误码率进一步获得改善,它可能与计算机用磁盘相竞争。但在目前,它作为存储器系统也尚有不少有待研究讨论的问题,其明确的适用领域和市场仍处在摸索阶段。

舒永明译自《光学技术コニタクト》1983年No.12 P. 28~40

张通吉 校

光盘记录介质的开发状况

用光记录信息的技术,正如照片和电影技术那样,很久以来已成为我们生活中不可缺少的技术,但高密度光盘的研究却开始于1972年。这种用激光作光源的光盘(每片能记录 10^{10} 位),这是迄今还不曾有的大容量信息存储装置,十分引人注目。目前世界上许多公司和研究机关都在积极进行开发。

本文,将以作为光盘重要因素之一的光记录介质的开发状况为中心对光盘技术的现状作一简述。

一、光 盘

(一) 光盘的种类

光盘大致可分为如下三种：

1. 固定型（再生专用型）；
2. 追记型（DRAW型）；
3. 可改写型。

固定型光盘，就是所谓的可放映图像的唱片，有电视唱片盘和数码音频唱片等，它们现已全部实现了商品化。这是一种以凹凸的形式来记录信号并由激光进行再生的复制型唱片，它属于再生专用型光盘。

所谓追记型光盘，是一种用户在必要时能记录信息并进行再生的光盘，也称作DRAW（Direct Read-After-Write）。记录介质为金属膜、聚合物膜等。它们是以聚焦成1微米左右的半导体激光，使介质熔融蒸发穿出微孔或者使非晶膜结晶化而进行信息记录的，但不能抹除和改写。这种DRAW型光盘，在文件存档或数据外存应用方面业已在许多厂家达到商品化或接近于商品化的阶段。

可改写型光盘，不但与DRAW型一样，用户可自己记录信息，而且还可对已记录的信息进行抹除和改写。记录方法是用聚焦微小的激光照射于记录介质上（不穿孔）、利用由光或热引起介质可逆的（能返回原状）性质变化来进行的。开发可改写型光盘的关键，就是研究这种可逆光记录介质。但至今仍未商品化。

(二) 光盘的特征

1. 高密度记录

光盘的最大特征，就在于它的记录密度高。它能以聚焦成直径为1微米~2微米的激光记录和再生信息。目前，光盘记录密度为磁存贮器的几十倍至一百倍，一片直径为30厘米的光盘将具有 10^{10} 位的容量（图2）。

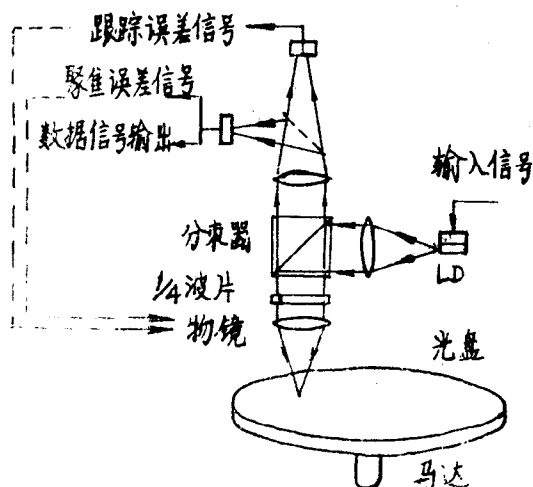


图1 光盘的基本构成

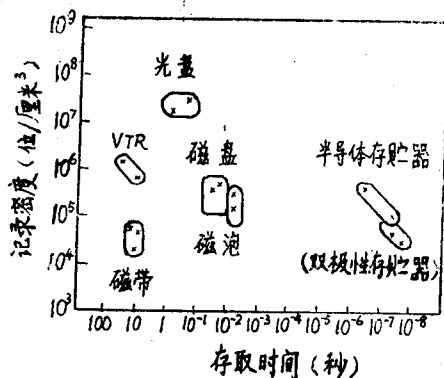


图2 各种存储器的比较