

白光干涉法测量磁头和磁盘的间距

陆中秀 李昆

(西北电讯工程学院)

随着计算机容量的增大,磁盘上相邻磁道的间距越来越小,与之相应的磁头和磁盘之间的距离(简称头-盘间隙)也随之减小。头-盘间隙一般是指浮动块和磁盘之间的最小距离。头-盘间隙和浮动块相对于磁盘的姿态,对于记录质量有较大影响。本文扼要介绍白光干涉法测头-盘间隙以及色标的制作方法。

一、原理

白光干涉法测头-盘间隙是在单色光等厚干涉基础上发展起来的。可以利用一个旋转的光学盘(材料为K9玻璃)来模拟磁盘。当支撑架上浮动块被推入光学盘下方时,浮动块在盘下浮动情况和在磁盘上浮动情况相同。浮动块在光学盘下浮动,形成头-盘间隙。如图1所示,当一束光射到头-盘间隙上,在正入射情况下,头-盘间隙的反射率为^[1]

$$R(\lambda) = \frac{r_{01}^2 + r_{12}^2 + 2r_{01}r_{12} \cos \frac{4\pi}{\lambda} d}{1 + r_{01}^2 + r_{12}^2 + 2r_{01}r_{12} \cos \frac{4\pi}{\lambda} d} \quad (1)$$

式中 r_{01} 为头-盘间隙上表面(光学盘和空气之间的界面)的反射系数, r_{12} 为头-盘间隙下表面(空气和浮动块材料之间的界面)的反射系数, r_{01} 和 r_{12} 除了和界面的材料、表面情况有关外,还是波长的函数, λ 为波长, d 为头-盘间隙。

当入射辐射的能量分布为 $E(\lambda)$ 的白光照射头-盘间隙时,各种波长的光都以不同的反射率发生反射,

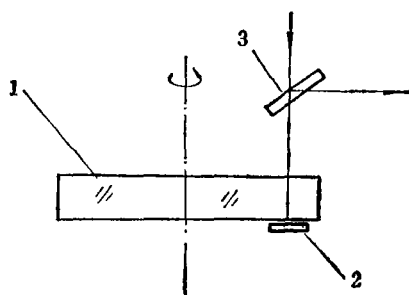


图1 头-盘间隙测试原理

1——光学盘; 2——磁头; 3——分光镜

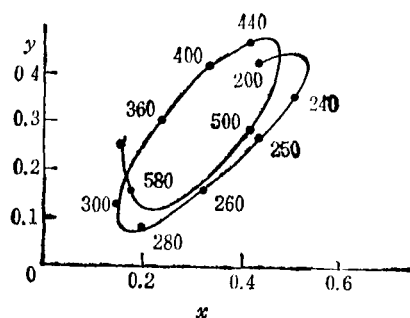


图2 白光干涉条纹在不同头-盘间隙时的色坐标
(间隙单位为nm)

形成彩色干涉条纹。干涉条纹的色度,可以用国际照明委员会(CIE)规定的色系中的三个色坐标 x, y, z 来表示^[2]。反射光的颜色三刺激值 X, Y, Z 为各种波长产生的刺激值的叠加,可用积分表示:

$$\begin{aligned} X &= k \int_{\lambda} R(\lambda) \cdot E(\lambda) \cdot \bar{x}(\lambda) d\lambda, \\ Y &= k \int_{\lambda} R(\lambda) \cdot E(\lambda) \cdot \bar{y}(\lambda) d\lambda, \\ Z &= k \int_{\lambda} R(\lambda) \cdot E(\lambda) \cdot \bar{z}(\lambda) d\lambda, \end{aligned} \quad (2)$$

式中 $\bar{x}(\lambda), \bar{y}(\lambda)$ 和 $\bar{z}(\lambda)$ 分别是 CIE 光谱三刺激值,是等能量的单色光刺激中的三色分量, k 为调整因素,积分区域为整个可见光范围。干涉条纹的色坐标为

$$\begin{aligned} x &= \frac{X}{X+Y+Z}, & y &= \frac{Y}{X+Y+Z}, \\ z &= \frac{Z}{X+Y+Z}. \end{aligned} \quad (3)$$

刺激值 X, Y, Z 和色坐标 x, y, z 与下列因素有关:(1)入射辐射的光谱分布 $E(\lambda)$;(2)头-盘间隙上、下表面决定的反射系数 r_{01} 和 r_{12} ;(3)头-盘间隙的距离 d 。当前面两个因素一定时,头-盘间隙的干涉色度仅仅是距离 d 的函数,也即色坐标可以写成距离 d 的函数:

$$x = x(d), \quad y = y(d), \quad z = z(d). \quad (4)$$

因此,头-盘间隙 d 可以用色度来标定。当 d 在 $0.2 \sim 1.0 \mu\text{m}$ 变化时,干涉色度变化如图2所示。(当光源变化时,曲线略有变化。)当 d 的数值大于 $1 \mu\text{m}$ 时,用白

光干涉法测头-盘间隙比用单色光干涉法优越,单色光产生明暗相间的等厚干涉条纹,用亮度来区分四分之一的条纹间距比较困难。改用白光干涉法,产生的干涉条纹,其级次可以用色度来进行细分,从而提高了测量精度。目前国内研制的头-盘间隙测试仪,在头-盘间隙小于 $1\mu\text{m}$ 时,都改用白光干涉法。一般将干涉条纹放大后投射在屏上,从干涉条纹色度可以得到头-盘间隙;还可以从等厚干涉条纹分布中,得到浮动块相对于磁盘的姿态。

二、色标的制作方法

用白光干涉法测头-盘间隙,实际测量中是用一“色标”作为量度基准的。所谓色标就是用距离来标定不同色度的色度板。美国 IBM 公司曾报道过他们的色标,为一阶跃式色标。我们利用一台 WSM-200 迈克耳孙干涉仪制作了一个连续色标标样。如图 3 所示,干涉仪中反射镜 M_1 和 M_2 要用 K9 玻璃和磁头材料制成,所用光源和头-盘间隙测试仪上的相同,两者的分光镜性能也应相同。将干涉仪调整在等光程附近,得到等厚干涉条纹。在干涉条件不变的情况下,分别使用白光和单色光 (He-Ne 激光或 Na 灯) 照射干涉仪,经拍摄和暗室处理后得到两张干涉条纹的相片:一张是单色的明暗相间条纹,一张是彩色干涉条纹。由于拍摄条件相同,就可以用单色光干涉条纹来标定彩色干涉条纹。单色光干涉条纹相邻间距为 H , 对应

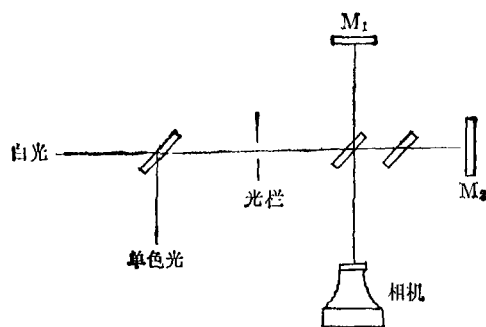


图 3 色标制作示意图

头-盘间隙之差为 $\lambda/2$ 。在彩色干涉条纹中也有相同关系。从中央的零级条纹算起,距离为 $H, 2H, 3H$ 的各处所对应的头-盘间隙分别为 $\lambda/2, 2\lambda/2, 3\lambda/2$ 。中间使用插值法即可对彩色干涉条纹完成定标。

我们制作了长 20cm 的色标标样,用在杭州磁记录设备厂研制的头-盘间隙仪上,测试范围为 $0.20\text{--}1.00\mu\text{m}$, 误差为 $0.05\mu\text{m}$ 。

调整干涉仪时必须使零级条纹两侧的彩色干涉条纹色度对称。彩色还原技术也极为重要。

参 考 文 献

- [1] 王其祥, 工程光学原理, 江苏科学技术出版社, (1983), 456.
- [2] 荆其诚等, 色度学, 科学出版社, (1979), 91.

非晶氢化硅内的热平衡过程

玻璃内的结构弛豫过程是众所周知的。从熔体快冷经过玻璃转变点 T_g 之下时, 玻璃的高温准热平衡结构被冻结于低温。这种低温非平衡结构是不稳定的, 会缓慢地通过弛豫过程转向晶态结构, 这是一种热平衡化过程。

非晶硅不能从熔体快冷得到, 而是用蒸发、溅射或等离子体分解等原子淀积方法制备。人们认为其结构是远离平衡态的。施东公司的研究人员首次报道非晶硅所达到的热平衡远比人们想象的要充分得多。他们观察到两个温度区域。当样品被冷到温度低于 T_B 时, 其电子和原子结构发生, 弛豫时间常数与温度有关。n 型 a-Si:H 样品 $T_B \approx 130^\circ\text{C}$, 室温下的弛豫时间约为几个星期; p 型 a-Si:H 样品 $T_B \approx 80^\circ\text{C}$, 室温下弛豫时间为几个小时。样品温度高于 T_B 时, 弛豫过程很快, 电子及原子的结构处于准热平衡状态。他们根据掺杂的缺陷补偿模型描述了这些实验结果, 认为在 $T > T_B$ 时, 施主数目、悬挂键数及导带尾以上的电子数都是随温度变化, 达到热平衡浓度; 而在 $T < T_B$

区域, 则被冻住不变。与此相应的微观模型涉及到 a-Si:H 中的氢原子的运动。在 $T > T_B$ 时, 成键氢的运动足够快, 以使施主数、悬挂键数及带尾以上的电子数随温度的变化而改变; 而在 $T < T_B$ 时, 成键氢的运动被冻住。或者说成键构成一个相对独立的子结构, 该子结构具有玻璃态的性质。a-Si:H 内氢原子的扩散系数与温度的关系的研究支持了这一模型。

非晶硅具有玻璃的性质, 这一研究结果对理解非晶半导体内的物理过程的认识将有深远的意义。例如 Street 等人由此指出, 在 $T > T_B$ 段, 暗电导的指数前因子才是 Mott 的最小金属电导率, 看来解决了非晶半导体中的一个长期未能解决的问题。

(邱昌华)

参 考 文 献

- [1] R. A. Street et al., *Phys. Rev. B*, **34**(1986), 3030
- [2] R. A. Street et al., in Proc. of the International Workshop on Semicond. eds. H. Fritzsche and D. Han, (to be published).