

新型磁头材料——非晶态合金

王俊健

(冶金工业部钢铁研究总院)

磁记录技术已有88年的历史(1898—1986)。磁记录技术主要包括录音、录象、电子计算机、录象唱片、磁卡和磁盘等。磁头是磁记录系统中的关键器件之一,它的性能的优劣对整机的技术性能有着直接的影响。为了确保磁头的质量,除了对其进行周密的设计并完善工艺之外,选择优良的磁头材料也极为重要。近年来由于磁记录技术向着高输出、高记录密度、小型化、多品种方向发展,同时又出现了高矫顽力的金属磁带,因而研究适合于各类磁记录用途的新型磁头材料,已成为磁记录材料研究工作的重点之一。非晶态磁性材料由于具有许多适合磁头铁芯用的独特性能,因而近几年获得了迅速的发展和应。

一、磁头器件参数和磁头芯片材料磁性参数之间的相互关系

记录(录音)磁头的作用是使磁记录介质上产生与记录信号相应的剩磁来达到磁记录的目的。它的具体功能就是把记录放大器的输出电流随时间的变化转换成磁头工作缝隙磁通随时间的变化,磁头工作缝隙的磁通与缝隙间的磁场大小有着直接的关系。磁头工作缝隙中磁场 H_0 的公式(也称为 Karlgvist 公式)为^[1]

$$H_0 = B_s = \frac{\pi S_m H_c}{2 \cot^{-1} \left(\frac{\delta + \beta \cdot g}{a} \right)}, \quad (1)$$

式中 B_s 为磁头芯片材料的饱和磁通密度, H_c 为磁带的矫顽力, δ 为磁头顶面与磁带磁层表面的距离, g 为磁头工作缝隙的几何宽度($g = 2a$), S_m 为大于1的常数, β 为正系数($\beta \cdot g =$ 磁带磁层厚度)。

从(1)式可以看出,磁带的矫顽力 H_c 愈大,达到完全记录所需的缝隙场 H_0 愈大,相应芯片材料的 B_s 值也愈大。如代入相应数据计算, H_0 起码应具备磁带矫顽力 H_c 的7.7倍。最近新出现的金属磁带矫顽力 H_c 一般在1000—1300Oe,比普通 ν -FeO₃磁带高3—4倍。根据计算和实验得知,配金属磁带用磁头芯片材料的 B_s 值最低不小于0.8T,最好在1T以上。现用硬坡莫合金和铁氧体材料都难以满足(其 B_s 值在0.4—0.7T之间),而非晶态材料是较为理想的材料。

重放(放音)磁头的功能是把磁带上记录下来的剩磁通花样通过磁头转换成电压信号,这个电压的变化量可通过还原放大器等还原为产生输入信号的物理量。如果所记录的是声音,则还原为声音。重放磁头的效率(或称感度) K 与磁头芯片的结构尺寸和材料的磁导率有关,其表达式为

$$K = \frac{1}{1 + \frac{l_1 \cdot s_0}{\mu_c \cdot s_1 \cdot g_0}}, \quad (2)$$

式中 μ_c 为磁头芯片材料的动态磁导率, l_1 为磁头芯片的平均磁路长度, s_1 为磁头芯片的平均截面积, s_0 为磁头工作缝隙的截面积, g_0 为磁头工作缝隙的宽度。

从(2)式可以看出,在不改变磁头芯片结构尺寸的情况下,材料的动态磁导率高,对提高重放磁头的效率是很有利的。

综合考虑,磁头器件对芯片材料的要求为:饱和磁通密度 B_s 要大;在工作频率范围内材料的磁导率要高;具有较低的矫顽力 H_c 和剩余磁通密度 B_r ;具有较高的电阻率、耐磨性和抗腐蚀性能;材料的磁性能对加工应力不敏感等。

二、非晶态磁头材料的物理特性

目前在非晶态软磁合金中,作磁头材料应用的仍然是钴基合金。与现用的坡莫合金相比,这类合金具有较高的起始磁导率、电阻率和硬度,并且具有磁性能对应力不敏感等特性。但是,早期的 $\text{Co}_{70.3}\text{Fe}_{4.7}\text{Si}_{1.5}\text{B}_{10}$ 非晶态合金,其室温特性虽好, B_s 值也较高,但是磁特性的时效现象严重,后来在Co-Fe-Si-B系合金中添加了微量元素如V, Nb, Ni, Mo, Cr, Ti, Ta, W等,可以明显地改善合金的热稳定性,降低合金的矫顽力和损耗,改善了材料的高频特性,所以得到了广泛地应用。但是,一般钴基非晶态合金的 B_s 值都在0.5—0.7T。为了匹配高矫顽力的金属磁带,希望材料的 B_s 值大于0.8T,且具有较高的磁导率。一般采取如下措施的钴基非晶态合金可以满足要求:(1)适当地增加钴

的含量;(2)在原钴基合金中添加可以提高 B_s 值的金属元素如Mn等;(3)改变合金的基本组分;(4)对高 B_s 值的非晶态合金成分,采取特殊的热处理工艺(如旋转磁场热处理)以提高材料的磁导率。几种较典型的、可应用的非晶态磁头合金的物理性能见表1^[2]。与其他磁头材料的耐磨性能对比实验见图1^[3]。

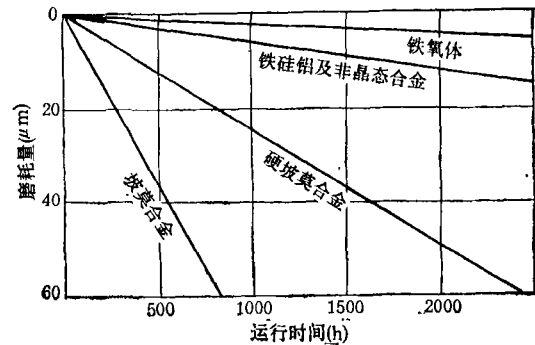


图1 几种磁头材料的耐磨特性

表1 几种典型的钴基非晶态磁头合金的性能

合金组成	B_s (T _x)	H_c (Oe)	μ_c (1kHz)	ρ ($\mu\Omega \cdot \text{cm}$)	T_c (°C)	T_x (°C)	H_v	备注
$\text{Co}_{71.5}\text{Fe}_{2.5}\text{Mn}_3\text{Si}_8\text{B}_{15}$	0.95	<0.02	15000		448	486	900	匹配金属磁带
2075X(72Co Fe Mo SiB)	1	0.018	12000*		530			
$\text{Co}_{70}\text{Fe}_{2.5}\text{Mn}_{2.5}\text{Si}_{12.5}\text{B}_{12.5}$	0.82	0.010	19000	122	357	507	850	
$\text{Co}_{66.5}\text{Fe}_{4.5}\text{Ni}_{1.5}\text{Nb}_{2.1}\text{Si}_{10}\text{B}_{15}$	0.71	0.010	20000	130	320	540	1050	匹配 $\nu\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 磁带
$\text{Co}_{66}\text{Fe}_{4.5}\text{Cr}_{4.5}\text{Si}_{10}\text{B}_{15}$	0.64	0.007	22000	126	220	540	950	
$\text{Co}_{66}\text{Fe}_4\text{V}_2\text{Si}_8\text{B}_{20}$	0.65	0.015	30000	120	315	540	965	
晶态1J83(80%Ni Nb Fe)	0.55	0.025	30000	70	297		180	
晶态1J79(80%Ni Mo Fe)	0.77	0.03	20000	55	460		118	
Mn-Zn 铁氧体	0.5	0.04	8000**				650	
Sendust 合金 (Fe-Si-Al)	1.1	0.025	20000	80			610	

* 在1kHz, 0.01T时测量, ** μ_c (0.3kHz).

从表1和图1可以看出,非晶态磁头材料综合性能优异,能够满足磁头器件所要求,是一种有发展前途的新型磁头材料。

三、非晶态合金在磁头器件中的应用

目前在国外,特别是在日本,用非晶态材料制作高质量的录放两用、录放组合及微型录音磁头已经商品化。例如,横滨磁性材料公司生

产的高级录音机磁头,其磁头芯片采用了非晶态合金同坡莫合金制作的复合材料。索尼公司试制生产的8mm微型录象性,使用金属磁带,磁头的芯片材料已采用了非晶态合金,并已商品化。

在我国近几年采用非晶态材料制作磁头也获得了应用和推广。已制作几种新型磁头,它们的试验结果如下。

(1) 35mm电影录制机磁头:该磁头专用

表 2

磁迹	性能参数	录音灵敏度 (mA)	放音灵敏度 (mV)	频响 (dB)			失真 (%)	
				315Hz	8kHz	10kHz		12.5kHz
1		0.5	290	0	+3.6	+2.1	-0.8	<2.3
4		0.6	285	0	+4.0	+1.7	-1.0	

表 3

磁头型号	分辨率 (%)	幅度 (mV)	工作电流 (mA)	读对写干扰 (%)	道间干扰 (%)	自清洗 (%)
CT092G 非晶态磁头	>45.3	>5.8	30	<4.2	<3.2	11
Siemens 磁头 (西德)	>41.5	>5.8	30	<3.3	<2.6	10
设计要求	>35	>4	30	5	4	12

于从美国 RCA 公司进口的 PM-86 型电影录制机,用非晶态材料制作,其技术性能为:电感量(5MH±0.5)MH,还音灵敏度 650—800 μ V(磁带剩磁 320 nWb/m),频率响应 40—16 KHz ±2db;串音 -70dB;总失真 0.8%;录还噪音 -58dB。完全达到了美国 RCA 磁头指标,现已装在进口的电影录制机上,已正常使用 22 个月以上(每天工作六小时),性能指标仍符合要求。RCA 磁头最长使用寿命为 11 个月。

(2) 八倍速磁带复录机用非晶态合金磁头:该磁头的偏磁电流 $I_b = 3.8-4.2$ mA,偏磁频率 $f_b = 400$ KHz。制作磁头的性能参数如表 2 所示。2, 3 磁迹与 1, 4 磁迹参数基本相(上接第 692 页)

对一些简单细菌的分析表明,不同的细菌有不同的特征谱,当用抗菌素处理后,这些特征谱发生改变^[2,8,9]。激光微探针还可用来研究植物中的微量元素,如分析叶中的 Cu, B, Zn, 根瘤菌中的 K, Na, Ca, Mg 等^[10]。

激光微探针还用于环境监测中,联邦德国曾用它测量从美国火山爆发所飘来的尘埃成分^[2]。

为了改善激光微探针性能,正在研究用可调谐染料激光器来离化样品,可以在从可见光到远紫外(220nm)区选择最佳波长,在较低的激光能量下就能产生离化,减少样品的热损伤^[11]。

同,达到了进口磁头(铁氧体材料制作)的性能指标。

(3) 高记录密度 6250 位/英寸数字磁带机用非晶态磁头。这是新研制的数字磁头。其综合性能达到联邦德国 Siemens 磁头水平,在进口磁带上已正常运转一年以上,其性能对比参数如表 3 所示。

参 考 文 献

- [1] 松本光功,磁记录,科学出版社,(1983),23.
- [2] 王俊健,电声技术, No. 1(1984),19.
- [3] 佐藤骏等,应用開発進むアモルファス金属材料,株式会社シーエムシー,(1982),33.

参 考 文 献

- [1] K. K. Mahavadi et al., *Thin Solid Films*, 124-3/4 (1985), 237.
- [2] W. H. Guest, *Int. J. Mass Spectrom. Ion. Phys.*, 60-1 (1984), 189.
- [3] J. F. Eloy, *J. Physique*, 45-C-2(1984), 265.
- [4] T. Dingle et al., *Vacuum*, 31-10/12(1981), 571.
- [5] M. J. Southon et al., *ibid*, 34-10/11(1984), 903.
- [6] H. J. Heinen et al., *Int. J. Mass Spectrom. Ion. Phys.*, 47-1(1983), 19.
- [7] J. C. Ruckman et al., *Vacuum*, 34-10/11(1984), 911.
- [8] A. H. Verbueken et al., *J. Physique*, 45-C-2(1984), 561.
- [9] P. F. Schmidt and H. Zumkley, *ibid.*, 45-C-2(1984), 569.
- [10] A. Chamel and J. F. Eloy, *ibid* 45-C-2(1984), 571.
- [11] J. F. Muller et al., *Int. J. Mass Spectrom. Ion. Phys.*, 64-1(1985), 127.