

# 写磁头对记录介质中输出信号的影响<sup>\*</sup>

姜文红<sup>1)</sup> 罗四维<sup>1)</sup> 中村庆久<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 北方交通大学计算机与信息技术学院, 北京 100044)

<sup>2)</sup> 日本东北大学电气通信研究所, 日本宫城县仙台市)

(2001 年 3 月 28 日收到, 2001 年 7 月 6 日收到修改稿)

在对垂直二层膜介质的输出信号随时间衰减的实验测试中, 发现当使用单磁极磁头兼作读写磁头时, 输出电压的变化量很大. 通过对这一现象的研究发现, 影响介质退磁的外界原因主要有磁头主磁极膜磁畴的不稳定性和信号读出过程中主磁极对外界游离磁场的汇集吸收作用. 同时提出了解决方案.

关键词: 衰减, 垂直二层膜介质, 单磁极磁头, 磁畴

PACC: 7500

## 1 序 言

平面磁记录为了实现高密度、避免反向磁场的影响, 记录介质的薄膜化以及低剩磁感应强度是必不可少的. 同时为了保持介质的低噪声, 如何减小膜中磁性粒子的尺寸、实现粒子磁特性的相互隔离已成为研究的重点. 但是减少粒子尺寸势必带来由热磁衰减引起的记录磁化强度的不安定的问题, 这已经引起了广泛的关注.

由于垂直磁记录在高记录密度时, 反向磁场的影响很小, 因此即使介质的膜厚度比较厚也不会影响记录密度的提高. 所以垂直磁记录介质中即使粒子直径比较小, 仍然可以保持较大的粒子体积. 笔者已经通过计算机仿真和实验, 证实了垂直磁记录方式记录密度越高衰减量越小. 同时指出通过减小介质中粒子的体积分布幅度(粒子大小均一)和矫顽力分布, 在记录密度进一步增加的超高密度记录领域, 输出衰减量将会进一步减小<sup>[1]</sup>.

但是, 也有文章指出利用单磁极磁头对二层膜垂直介质的读写过程中, 输出电压的减小量过大<sup>[2]</sup>. 笔者的实验测试结果也存在比计算机仿真结果预测的衰减量大的问题. 为了查明其中原因, 本文探讨了一直未引起注意的单磁极磁头对输出电压的影响

问题.

## 2 实验方法

实验中使用的磁头结构示于图 1. 图 1(a)为以往使用的垂直磁头. 对这种类型的磁头, 为了考察主磁极膜磁畴构造的影响, 写磁头分别采用了主磁极膜各向异性场不同的两种磁头. 图 1(b)为主磁极膜由多层膜构成的大块单磁极磁头的构造. 两片磁性层中间夹着一层非磁性  $\text{SiO}_2$ , 是将主磁极膜多层化的一种构造. 由于各层的厚度分别为 0.3, 0.3, 0.3  $\mu\text{m}$ , 两层磁性层之间有一定的层间相互作用, 但层间的耦合作用可能不是很强. 图 1(c)是薄膜导体励磁型单磁极磁头的结构图. 这种磁头采用软磁的  $\text{CoZrNb}$  无定形膜作磁通路, 包括励磁用线圈在内全部采用薄膜技术形成, 然后搭载到浮动滑块上. 磁头材料没有使用容易吸收外界磁场的大块材料<sup>[3]</sup>.

为了与薄膜导体励磁型单磁极磁头比较, 实验中同时使用了铁氧体单磁极磁头, 这种磁头采用低磁阻铁氧体材料作为磁通路搭载到滑块上.

使用的介质为垂直二层膜介质. 根据 AFM(原子力显微镜)的观察结果, 此介质的粒子直径约为 70 nm, 记录层的厚度为 100 nm, 从磁滞回线计算的各向异性场约为 4360 Oe.

<sup>\*</sup> 北方交通大学论文基金资助的课题.

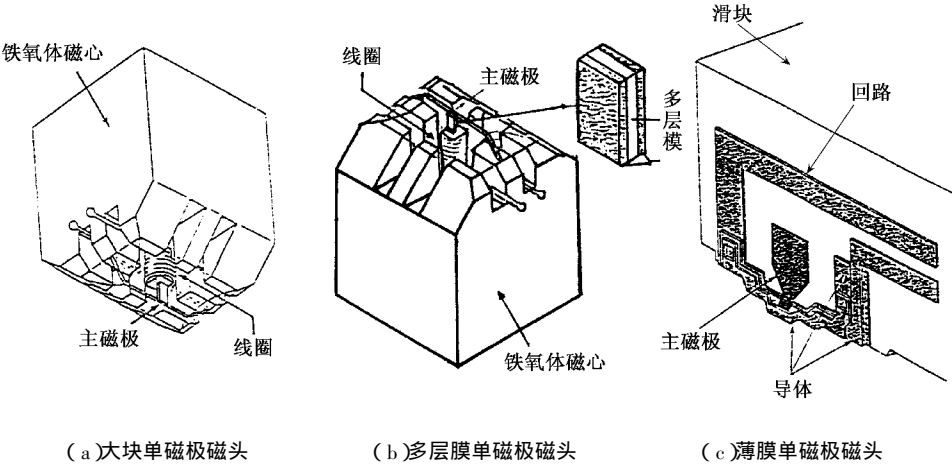


图 1 各种单磁极磁头的构造

化的测试结果如图 3 所示.

3 实验结果与讨论

3.1 主磁极膜磁畴变动的影响

3.1.1 主磁极膜各向异性场的影响

为了研究写磁头——单磁极磁头的影响,写磁头使用图 1(a)中的大块型单磁极磁头( $H_k = 4.0$  Oe),读磁头使用浮动型 MR(磁致电阻)磁头,测试了输出电压的变化.实验中采用了两种方法.一种方法为了避免单磁极磁头的影响,在写入信号之后立即将单磁极磁头升起,用 MR 读磁头测试了输出电压的变化.另外一种方法是单磁极磁头在写入信号之后,仍然保持与介质接触的状态,用 MR 读磁头测试输出电压的变化.我们对两种方法测试的结果进行了比较.比较结果表示于图 2 中.从图中可以看出,写入信号之后,单磁极磁头仍然与介质接触的状态下,输出电压的减小量比较大,作为写磁头的单磁极磁头的影响不可忽视.我们认为原因可能有两种,一种可能性是磁头汇聚了外界的磁场,在主磁极前端产生较大的磁场,从而削弱介质中的磁化强度.还有一种可能性是,单磁极磁头主磁极膜的磁畴在和介质相互作用的过程中发生变化,在其前端诱发了变化的磁场,而这也可能在一定程度上削弱介质的磁化强度.为了通过实验验证上述的可能性,进行了下面的测试.

我们熟知各向异性场  $H_k$  值较低的主磁极膜,其磁畴较不稳定.因此实验中使用主磁极膜各向异性场大小不同的磁头进行了测试.磁头的  $H_k$  值分别为 4.0 和 14.8 Oe.使用这两种磁头对输出电压变

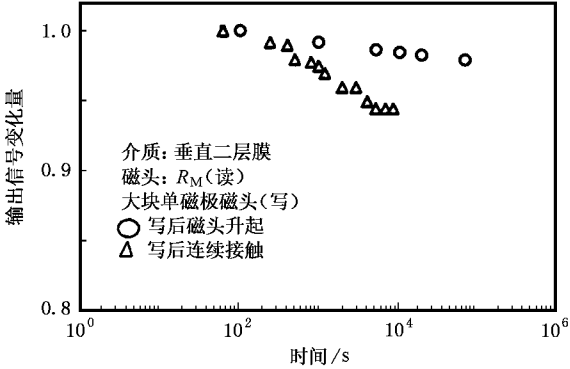


图 2 单磁极磁头对输出信号衰减的影响

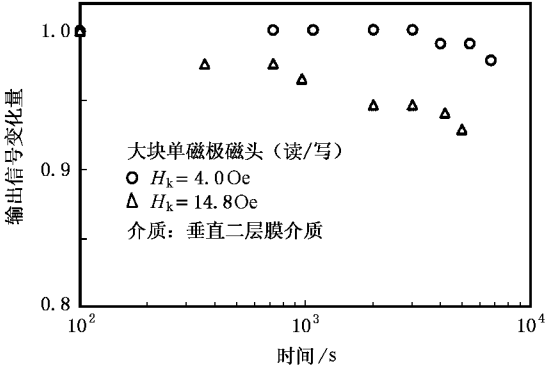


图 3 输出信号减少量对主磁极膜各向异性场的依赖性

各向异性场数值较小的磁头,在测试时间为  $7.0 \times 10^3$  s 的范围内,其输出电压的减小量比较大,约为 8%.增大各向异性场,在相同的测试时间范围内,观察到的输出电压变化量约为 2%,减小量很小.  $H_k$  数值较小的磁头,磁畴结构中三角形部分所

占的比例较大,这部分会在介质的磁力线作用下发生改变,这种改变反过来又会改变介质的磁化状态,引起输出电压的减小.与此相反, $H_k$ 值较高的磁头,磁畴尺寸较小,磁畴的状态不容易受到介质磁力线的影响发生改变,因此对输出电压的影响也很小.

### 3.1.2 膜构造的影响

研究表明将主磁极膜多层化,即使磁道越来越窄,磁畴构造也很稳定<sup>[5]</sup>.为了和上述 CoZrNb 单层膜磁头进行比较,使用 CoZrNb 复合膜磁头对垂直二层膜介质输出电压的变化进行了测试.结果表示于图 4 中.记录密度为 5kFRPI,测试时间为  $7.0 \times 10^3$  s.使用复合膜的情况下,输出电压减小量明显减小.由于垂直磁记录方式在低记录密度时,反向磁场的影响较大,而反向磁场使输出电压减小,因此上述测试即使在低记录密度的情况下,也很明显的看出复合膜与单层膜的不同效果.通过将磁头主磁极膜多层化,可以增大层间的静磁耦合,形成较稳定的磁畴构造.但是由于此处使用的主磁极膜非磁性层较厚,层间的静磁耦合还很弱,还有必要对中间层较薄的多层膜磁头的效果进一步探讨.

退磁现象很小.

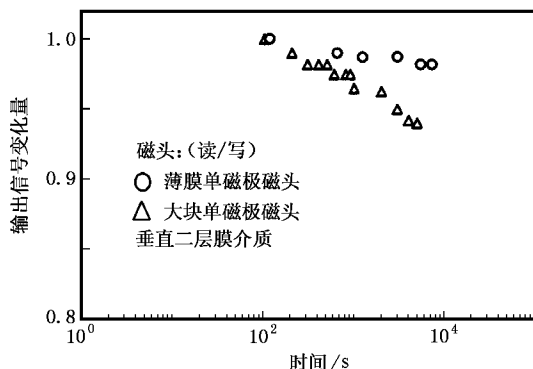


图 5 采用薄膜磁头时的输出信号减少量

## 3.2 外界磁场的影响

一般对磁头的要求是不会由于外界磁场的影响而改变介质中的磁化状态.而大块型单磁极磁头在构造上,高导磁率的铁氧体磁心部分较容易汇聚外界的磁场<sup>[2]</sup>.图 6 为  $H_k$  值不同的大块型单磁极磁头和薄膜导体励磁型单磁极磁头分别作为写磁头时,输出电压与外界磁场的关系.薄膜导体励磁型单磁

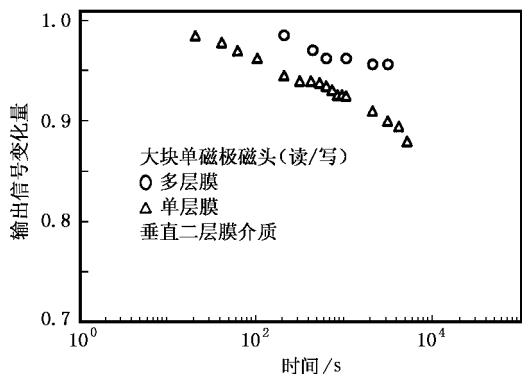


图 4 采用单/多层膜单磁极磁头时的输出信号减少量

### 3.1.3 单磁极磁头构造的影响

图 5 所示为采用大块型单磁极磁头与薄膜导体励磁型单磁极磁头读写时,输出电压变化的比较结果.记录密度为 100 kFRPI.薄膜导体励磁型单磁极磁头读写时,输出电压的减小量约为 3%,而大块型单磁极磁头读写时,测得的变化量为 8%.其原因可能在于大块型单磁极磁头的构造.在磁头主磁极的正上方有面积很大的大块铁氧体部分,通过铁氧体的磁力线最终汇集到主磁极部分.而薄膜导体励磁型单磁极磁头磁路较短,没有面积很大的铁氧体部分,不容易受到外界磁场的影响,因此介质的

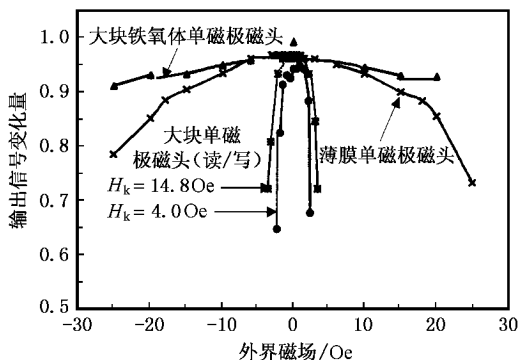


图 6 垂直二层膜介质中外界磁场对各种不同单磁极磁头的影响

极磁头又分为用薄膜作磁通路的单磁极磁头和以铁氧体作磁通路的单磁极磁头.实验中在每个磁头上分别加入与膜表面垂直的外界磁场,测试出外加磁场对输出电压变化的影响. $H_k$  为 4.0 Oe 的单磁极磁头在加入 2.0 Oe 左右的外界磁场时,输出电压已经减小到 60%,而  $H_k$  为 14.8 Oe 的单磁极磁头在同样的外界磁场作用下,其输出电压减小到 80%,二者之间的差表明, $H_k$  数值较高的磁头,不容易在外界磁场的影响下改变介质的磁化状态.但是在这样小的磁场作用下,输出电压减小量还很大,这样的磁头恐怕实际使用中会产生较大的问题.

而对薄膜作为磁通路的薄膜导体励磁型单磁极磁头所作的测试却表明,即使在外加磁场增大到 25.0 Oe 时,输出电压减小到大约 80%.与上述的大块型单磁极磁头结果相比,有很大的改善.与增大主磁极膜各向异性场的效果相比,这种改善效果更加显著.因此对外界磁场的影响来说,磁头构造的因素更为重要.特别是铁氧体磁通路的单磁极磁头比薄膜磁通路的单磁极磁头更不容易受到外界磁场的影响.这是由于单磁极磁头与二层膜介质的组合结构中,减小磁通路的磁阻可以减轻外界磁场的影响<sup>[2]</sup>.而铁氧体滑块作为磁通路的磁头结构,由于其磁阻明显减小,改善效果会更大.上述薄膜导体励磁型单磁极磁头的结果与迄今为止报道的单磁极磁头的结果相比,有很大程度的改善.但是还有一些问题需要进一步解决,例如对外界磁场干扰的抵抗效果进一步提高,在外界磁场为零的情况下,实现更小的输出电压减小量等.通过更深入的研究,期望会尽快地解决这些问题.

## 4 结 论

本文探讨了作为写磁头的单磁极磁头对垂直二层膜介质输出衰减的影响,结果表明磁畴的不稳定性和磁头构造会影响输出电压的变化.为了避免这些影响,下述几种方法可以取得明显效果.

为了避免主磁极磁畴不稳定的影响以及减小磁头对外界磁场的汇集作用,磁头构造上要在磁通路上下很大的工夫.从磁畴稳定性方面考虑,采用复合膜的方法以及选择合适的主磁极膜各向异性场都有很大的效果.

另外讨论了如何减小外界磁场对介质的退磁作用.薄膜导体励磁型单磁极磁头在其主磁极附近有低磁阻的磁通路,因此与迄今为止使用的大块型单磁极磁头相比,在对外界磁场的抵抗性方面有很大的改善.

- [1] 姜文红、村岗裕明、田河育也、中村庆久 1997 日本应用磁气学会志 21 293
- [2] Cain W, Payne A, Baldwin M and Hempstead R 1996 *IEEE Trans. Magn.* 32 97
- [3] 佐藤一树、村岗裕明、中村庆久等 1997 日本应用磁气学会志 21 154

- [4] 山川清志、渡边功、中村庆久、岩崎俊一 1984 信学会技报 MR84-28 7
- [5] 谷尚明、中村庆久、岩崎俊一 1988 信学会技报 MR88-47 45

## Influence of the single-pole head on output-time decay in a perpendicular double-layered medium

Jiang Wen-Hong<sup>1)</sup> Luo Si-Wei<sup>1)</sup> Zhongcun Qingjiu<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> School of Computer and Information technology, Northern Jiaotong University, Beijing 100044, China

<sup>2)</sup> Institute of Electrical and Communication, Tohoku University, Japan

(Received 28 March 2001; revised manuscript received 6 July 2001)

### ABSTRACT

In measurements of time decay in a perpendicular double-layered medium, a large output decay was observed when a regular single-pole head was used for both writing and reading. Investigations of this phenomenon revealed that the demagnetization of the medium was caused by the instability of the domain wall of the main pole film and also by the concentration of stray fields by the main pole during the reading process. Several countermeasures were proposed.

**Keywords:** time decay, perpendicular double-layered media, single-pole head, domain wall

**PACC:** 7500