[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[7]
G11B 5/187

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95104717.5

[45]授权公告日 2001 年 4 月 25 日

[11]授权公告号 CN 1065060C

[22]申请日 1995.4.21 [24]颁证日 2001.3.1
[21]申请号 95104717.5
[30]优先权
[32]1994.4.21 [33]JP [31]082864/1994
[73]专利权人 株式会社日立制作所
地址 日本东京
[72]发明人 高野公史 北田正弘 铃木干夫
审查员 张 景

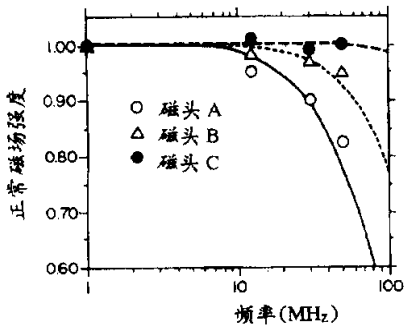
[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所
代理人 王茂华

权利要求书 4 页 说明书 16 页 附图页数 4 页

[54]发明名称 磁存储装置和磁头装置

[57]摘要

提供一种磁存储装置，将数据记录频率设定在45MHz 以上，当构成磁头的 记录磁极的磁性膜的厚度为d(μm)、电阻率为ρ(μΦ·cm)、低频区 域内的相对导磁率为μ时，使各参量满足 $\mu d^2/\rho \leq 500$ 的关系，从而能 将记录磁场的衰减量抑制在 10% 以下，并能解决写不清的量及重写的值随记 录频率的变化而变化的问题，且能使媒体的传输速度达到每秒 15 兆字节以上 ，记录数据的面记录密度达每平方英寸 500 兆位以上。



ISSN1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种磁存储装置，其特征为：包括使媒体数据传输速率达到每秒 15 兆字节或其以上以及面数据记录密度达 500Mb/平方英寸或其以上的装置和使关系式$\mu d^2/p \leq 500$ 在记录频率 45MHz 下成立的装置，其中 d(μm)是形成用于记录数据或用于记录/重现数据的磁头的记录磁极的磁膜厚度，ρ(μΩ · cm)为电阻率，μ为低频区域内的相对导磁率。

2. 权利要求 1 所述的磁存储装置，其特征为：信息是存储在直径为 3.5 英寸或其以下的圆盘状的磁盘上，并且该磁盘在记录/重现模式下以 4000rpm 或其以上的转速旋转。

3. 权利要求 1 所述的磁存储装置，其特征为：使用由矫顽力在 2koe 以上的金属磁性膜制成的磁盘。

4. 权利要求 1 所述的磁存储装置，其特征为：记录电流的上升时间为 5 纳秒(ns)以下。

5. 权利要求 4 所述的磁存储装置，其特征为：在磁盘媒体上进行信息记录的感应型磁头的记录用的线圈是利用薄膜工艺形成的，其端子数为 3，各端子间的电感在 1 微亨(μH)以下。

6. 权利要求 5 所述的磁存储装置，其特征为：在磁盘媒体上进行信息记录的感应型磁头的记录用的线圈为双层结构，第 1 层线圈和第 2 层线圈的圈数相等。但线圈的绕线方向相反。

7. 权利要求 5 所述的磁存储装置，其特征为：在磁盘媒体上进行信息记录的感应型磁头的记录用的线圈是单层结构，在从线

圈的起点(*a*) 到终点(*b*)之间的相当于线圈圈数一半的位置(*c*)处连接另一端子，使(*c*)—(*a*)之间及(*c*)—(*b*)之间的电流的相位相反。

8. 一种磁头装置，其特征为：包括使关系式$\mu d^2/\rho \leq 500$ 在记录频率 45MHz 下成立的装置，其中 d(μm)－是形成用于记录数据或用于记录/重现数据的磁头的记录磁极的磁膜厚度，ρ (μΩ · cm) 为电阻率，μ为低频区域内的相对导磁率。

9. 权利要求 8 所述的磁头装置，其特征为：在数据记录或记录/重现用的磁头中至少有一部分记录磁极是磁性层和绝缘层交替重叠的多层结构，该多层结构中的磁性层的厚度在 2.7μm 或其以下。

10. 权利要求 8 所述的磁头装置，其特征为：在数据记录或记录重现用的磁头中至少有一部分记录磁极是采用 *Co* 系列非晶体合金、或 *Fe* 系列非晶体合金。

11. 权利要求 8 所述的磁头装置，其特征为：在数据记录或记录重现用的磁头中至少有一部分记录磁极材料的金属磁性体中分布有一定浓度的氧。

12. 根据权利要求 11 所述的磁头装置，其特征为：在磁头的记录磁极材料中掺入含氧量高的微粒，其大小在 0.5*nm* 以上、5*nm* 以下。

13. 权利要求 11 所述的 磁头装置，其特征为：在磁头的记录磁极材料中掺入的含氧量高的微粒中至少包括 *Zr*、*Y*、*Ti*、*Hf*、

Al 或 *Si* 中的一种成分。

14. 权利要求 8 所述的磁头装置，其特征为：数据记录或记录重现用的记录磁头的记录磁通势(即记录电流与线圈圈数的乘积)设定在 0.5 安培匝(*AT*)以上。

15. 权利要求 8 所述的磁头装置，其特征为：在数据记录或记录重现用的磁头中至少有一部分记录磁极的电阻率在 40$\mu\Omega$·*cm* 以上、相对导磁率在 500 以上。

16. 权利要求 8 所述的磁头装置，其特征为：在数据记录或记录重现用的磁头中至少有一部分记录磁极的相对导磁率在 500 以下，电阻率在 40$\mu\Omega$·*cm* 以下。

17. 权利要求 8 所述的磁头装置，其特征为：记录电流的上升时间在 5 纳秒(*ns*)以下。

18. 权利要求 17 所述的磁头装置，其特征为：在磁盘媒体上进行信息记录的感应型磁头的记录用的线圈是利用薄膜工艺形成的，其端子数为 3，各端子之间的电感在 1 微亨(μH)以下。

19. 权利要求 18 所述的磁头装置，其特征为：在磁盘媒体上进行信息记录的感应型磁头的记录用的线圈是双层结构，第 1 层线圈和第 2 层线圈的圈数相等，但线圈的绕线方向相反。

20. 权利要求 18 所述的磁头装置，其特征为：在磁盘媒体上进行信息记录的感应型磁头的记录用的线圈是单层结构，在从线圈起点(*a*) 到终点(*b*)之间相当于线圈圈数一半的位置(*c*)上连

接另一个端子，在(c)—(a)之间及(c)—(b)之间流过的电流的相位相反。

21. 权利要求 8 所述的磁头装置，其特征为：在用于信息重现的记录重现分离型磁头中采用磁致电阻效应型元件、自旋阀型元件或巨大磁致电阻效应型元件。

说　明　书

磁存储装置和磁头装置

本发明涉及同时实现高记录密度和高数据输送速度的磁存储装置和磁头装置，更具体地说涉及能抑制在高记录频率条件下的磁场强度衰减、达到高盘面记录密度的磁存储装置和磁头装置。

以往安装在磁盘装置上的感应型薄膜磁头的磁极所用的膜厚约为 $3\mu m$ 左右的 $NiFe$ 合金薄膜。由于这种 $NiFe$ 合金膜的电阻率低（约为 $16\mu\Omega \cdot cm$ 大小），所以在高频区域的涡流损失增大，记录磁场强度下降。受这种涡流损失的影响，写不清的量或重写的值随着记录频率的变化而变化。在电阻率低的坡莫合金材料（$NiFe$ 合金等）中，由于产生涡流，使高频导磁率下降，所以重现特性（灵敏度）不足。（例如）在特开昭 58—115612 号公报中就谈到这样的例子。由于存在这样的问题，所以采用 $NiFe$ 合金的薄膜磁头可使用的记录频率就被限制在 $30MHz$ 左右。另一方面，由于磁盘装置的存储容量逐年增大，现在已能批量生产的 3.5 英寸装置的盘面记录密度最大已经高达 $350Mb/in^2$。在这种条件下的数据记录频率为 $27MHz$ 左右，已接近使用 $NiFe$ 合金薄膜的感应型薄膜磁头的性能极限。

本发明的目的是提供这样一种磁存储装置，其中所用的磁头能

适应于高速存取和高速输送，且其写不清的量及重写的值不随记录频率的变化而变化。

达到上述目的的方法是在考虑到记录磁头的磁极磁性膜的涡流损失的条件下，设计膜的厚度、电阻率及相对导磁率，借以防止写不清的量或重写的值随记录频率的变化而变化，并且设定较高的数据记录频率，使磁盘能以适应于上述磁头的高速旋转。

（1）根据本发明提供一种磁存储装置，包括使媒体数据传输速率达到每秒 15 兆字节或其以上以及面数据记录密度达 500Mb/平方英寸或其以上的装置和使关系式$\mu d^2/p \leq 500$在记录频率 45MHz 下成立的装置，其中 d(μm)是形成用于记录数据或用于记录/重现数据的磁头的记录磁极的磁膜厚度，ρ(μΩ · cm)为电阻率，μ为低频区域内的相对导磁率。

（2）以上（1）所述的装置，如果用直径为 3.5 英寸以下的圆盘状的磁盘进行信息记录时，记录重现时，该磁盘的转速要设定在 4000*rpm* 以上、记录频率要设定在 45*MHz* 以上。

（3）以上（1）所述的装置，最好是含有使用矫顽力在 2*KOe* 以上的金属磁性膜的磁盘的装置。

（4）以上（1）所述的装置，最好将记录电流的上升时间设定在 5 纳秒（*ns*）以下。

（5）以上（4）所述的装置，其中在磁盘媒体上进行信息记录的感应式磁头的记录用的线圈采用薄膜工艺形成，其端子数为 3，各端子间的电感最好在 1 微亨（*μH*）以下。

（6）上述（5）所述的装置，其中，在磁盘媒体上进行信息记录的

感应式磁头的记录用的线圈是双层结构，第1层线圈和第2层线圈的圈数最好相等，但线圈绕线的方向相反。

（7）以上(5)所述的装置，其中，在磁盘媒体上进行信息记录的感应式磁头的记录用的线圈是单层结构，最好在从起点(*a*)到终点(*b*)之间相当于圈数的一半的位置（*c*)上连接另一个端子，以使(*c*)—(*a*)之间及在(*c*)—(*b*)之间流动的电流的相位相反。

（8）根据本发明提供的一种磁头装置，包括使关系式$\mu d^2/\rho \leq 500$在记录频率45MHz下成立的装置，其中d(μm)－是形成用于记录数据或用于记录/重现数据的磁头的记录磁极的磁膜厚度，ρ(μΩ·cm)为电阻率，μ为低频区域内的相对导磁率。

（9）以上(8)所述的装置，其中的数据记录或记录重现用的磁头中至少有一部分记录磁极是由磁性层和绝缘层交替重叠的多层结构构成的，膜的厚度最好在2.7*μm*以下。

(10)以上(8)所述的装置，其中的数据记录或记录重现用的磁头中至少有一部分记录磁极最好是采用*Co*系列非晶体合金或*Fe*系列非晶体合金。

(11)以上(8)所述的装置，其中的数据记录或记录重现用的磁头中至少有一部分记录磁极材料最好是在其金属磁性体中含有一定浓度分布的氧。

(12)以上(11)所述的装置，其中，在磁头的记录磁极材料内掺入

了含氧量高的微粒，粒度最好在 0.5*nm* 以上、5*nm* 以下。

（13）以上(11)所述的装置，在其磁头的记录磁极材料内掺入含氧量高的微粒，最好是至少含有 *Zr*、*Y*、*Ti*、*Hf*、*Al* 或 *Si* 之中的一种成分。

(14)以上(8)所述的装置，其数据记录或记录重现用的记录磁头的记录磁通势（即记录电流与线圈圈数的乘积）最好设定在 0.5 安培匝数(*AT*)以上。

(15)以上(8)所述的装置，在其数据记录或记录重现用的磁头中至少有一部分记录磁极的电阻率最好在 40$\mu\Omega\cdot cm$ 以上，相对导磁率在 500 以上。

(16)以上(8)所述的装置，在其数据记录或记录重现用的磁头中至少有一部分记录磁极的相对导磁率最好在 500 以下，电阻率在 40$\mu\Omega\cdot cm$ 以下。

（17）以上（8)所述的装置，其记录电流的上升时间最好在 5 纳秒(*ns*)以下。

(18)以上(17)所述的装置，其中，在磁盘媒体上进行记录的感应式磁头的记录用线圈是利用薄膜工艺形成，其端子数为 3，各端子间的电感最好在 1 微亨(μH)以下。

（19)以上(18)所述的装置，其中在磁盘媒体上进行信息记录的感应式磁头的记录用线圈是双层结构，第 1 层线圈和第 2 层线圈的圈数最好相等，但线圈绕线的方向相反。

(20)以上(18)所述的装置，其中，在磁盘媒体上进行信息记录的感应式磁头的记录用线圈是单层结构，最好在从线圈起点(a)到终点(b)之间，相当于线圈圈数一半的位置(c)上连接另一个端子，在(c)—(a)之间及(c)—(b)之间流动的电流的相位相反。

(21)以上(8)所述的装置，最好使用记录重现分离式磁头进行信息的重现，该记录重现分离式磁头采用磁致电阻效应型元件，自旋阀型元件或巨大磁致电阻效应型元件。

假设磁性膜的高频损失($tan\delta$)只是由于涡流损失造成的，则可按下式表示：

$$\begin{aligned} tan\delta &= \mu''/\mu' \\ &= R/\omega L \\ &= \mu_0\mu\pi d^2 f/C\rho \end{aligned} \qquad (1)$$

式中，μ'及μ''分别是复数导磁率中的实数部分和虚数部分。C是由膜的形状决定的常数，μ_0是真空导磁率。如果磁性膜固有的相对导磁率μ、膜厚度d、电阻率ρ为已知，则由上式(1)可估算出相对于频率f的涡流损失$tan\delta$。对应于频率的磁头效率(感应磁通的效率)的变化可认为与复数导磁率的实数部分的变化成正比，因此，由(1)式算出δ，通过构成其cos的成分，能求出磁头效率与频率之间的关系。即在不同的频率条件下的磁头效率η由下式表示：

$$\eta = cos[arctan(\mu_0\mu\pi d^2 f/C\rho)] \qquad (2)$$

由(2)式规定利用磁性膜固有的相对导磁率μ、膜厚度d及电阻

率 ρ 求得的值、即 $\mu d^2/\rho$，可通过外插法求出任意频率 f 条件下的磁头效率。

通过将上述磁头与使用高频记录时的写不清及重写的变化小的矫顽力在 2KOe 以上的金属磁性膜的磁盘相组合，能提供一种盘面记录密度在 $500Mb/in^2$ 以上、记录频率在 45MHz 以上、媒体的传输速度在 15MB/S 以上的高性能的磁盘装置。

图 7 是在输入输出（I/O）接口使用数据总线为 2 字节幅度的 *Fast and Wide SCSI*(*Small Computer System Interface*) 时，输入输出装置的价格与构成输入输出装置的 1 台磁盘装置的传输速度的关系曲线。数据总线使用 2 字节幅度的 *Fast and Wide SCSI* 接口时，数据的传输速度最大可达 20MB/S。这时可知，如果每台磁盘装置的传输速度在 15MB/S 以上，则可降低输入输出装置的价格。

另外，每台磁盘装置的容量若为 550MB，则可使用 *Windows*、*Workplace* 等 *OS*(*Operation Software*)。若用 1 枚 3.5 英寸的磁盘实现该容量时，可进行数据记录的盘面记录密度必须达到 $500Mb/in^2$ 以上。

图 1 是表示薄膜磁头的磁极材料的电气特性及磁气特性与变化的记录磁场的频率之间的依赖关系的测定结果及磁头效率的计算结果的曲线图。

图 2 是表示记录频率为 45MHz 时记录磁场的衰减量与磁头性

能指数 ξ 之间的关系的曲线图。

图 3A、图 3B 是按本发明构成的磁盘装置的平面图和由箭头ⅢA—ⅢA 表示的断面图。

图 4 是安装在本发明的磁盘装置上的记录重现分离型磁头的简图。

图 5 是表示记录电流的上升时间与重写特性之间的关系的曲线图。

图 6 是表示线圈的电感与记录电流的上升时间之间的关系的曲线图。

图 7 是表示每台磁盘装置的传输速度所对应的输入输出装置价格的曲线图。

第 1 实施例：

使用电阻率 ρ，薄膜厚度 d 及相对导磁率 μ 不同的磁极，制作 3 种感应型薄膜磁头，用电子束层析摄影法分别测定了它们的记录磁场强度与频率之间的关系。测定结果示于图 1。所制作的各磁头的磁极材料、磁极厚度 d、电阻率 ρ、以及 1MHz 以下低频区域中的相对导磁率 μ 如表 1 所示。

磁头 A 使用厚度为 $3\mu m$ 的 $Ni—Fe$ 单层膜的磁极。磁头 B 使用两层厚度为 $2.2\mu m$ 的 $Fe—Co—Ni$ 膜，中间夹着厚为 $0.1\mu m$ 的 Al_2O_3 中间层的磁极。因此，该磁头的磁极膜的总厚度为 $4.5\mu m$。这时所用的是 $Fe—Co—Ni/Al_2O_3/Fe—Co—Ni$ 多层膜，如果一层 Fe

—Co—Ni 膜的厚度在 2.7μm 以上时，记录频率为 45MHz 时磁场强度的衰减量达 10%以上，成为写不清的量及重写的值随记录频率变化的原因，这是所不希望的。在本实施例中，将一层 Fe—Co—Ni 膜的厚度设定为 2.2μm。另一方面，磁头 C 使用的磁极是膜厚为 3μm，电阻率为 90μΩ·cm 的 Co—Ta—Zr 非晶体单层膜。

表 1　试制的薄膜磁头的各种主要数据

		磁极 材料	磁极厚度 d(μm)	电阻率 ρ(μΩ—cm)	相对导磁率 μ
比较例	磁头A	NiFe	3.0	16	1000
实施例	B	FeCoNi 多层膜	2.2	16	1000
	C	CoTaZr	3.0	90	1000

图 1 是规格化的记录磁场强度与频率的关系的测定结果，以及根据(2)式算出的磁头效率 η 的结果。用 Ni—Fe 单层膜作磁极的磁头 A，约超过 10MHz 后，记录磁场强度开始下降，100MHz 时的强度衰减到低频区域中的强度的 60%以下。另一方面，磁头 B 使用其导磁率及电阻率与磁头 A 使用的 NiFe 膜等同的 Fe—Co—Ni 膜，但由于通过 Al_2O_3 绝缘层而使其多层化，因此大幅度地减少了涡流损失。如果采用这种磁头，在 100MHz 时的磁场强度的衰减量的频率特性可改善 20%左右。另外，磁头 C 在 100MHz 时的磁场强度衰

减量几乎为0，能获得优异的频率特性。另外，(2)式中的常数C是由磁极的形状决定的参量，由于设定$C=14$，所以可以说实验结果良好。

现将磁头的性能指数ξ的定义按下列确定，以此表示磁头记录磁场的频率特性的指数，如下定义：

$$\xi=\mu d^2/\rho \qquad (3)$$

根据(3)式计算出表1所示的各磁头的性能指数ξ如下：

磁头A：$\xi=562.5$

磁头B：$\xi=302.5$

磁头C：$\xi=100$

图2所示是磁头的记录频率为45MHz时的磁场强度的衰减量与磁头性能指数ξ之间的关系曲线。薄膜磁头是试制品，共有多个，各磁头的磁极膜的厚度、电阻率、相对导磁率分别设定为不同的值。由该图可知，在满足$\xi\leqslant500$的条件下，记录频率45MHz时的磁场强度的衰减量都在10%以下。

第2实施例：

在本实施例中说明用所制作的薄膜磁头构成的磁存储装置。图3A、图3B表示本实施例的磁盘装置。图中10是磁头，11是外径约3.5英寸的磁盘，12是旋转磁盘用的主轴，13是磁头的定位机构，14是外壳。磁头10是记录重现用的、采用了感应型元件的自记录重现型磁头，磁道宽为5.0μm。磁头的磁极使用的是饱和磁通密

度为 1.3T(泰斯拉)，电阻率 $\rho=90\mu\Omega\cdot cm$、相对导磁率 $\mu=1000$、膜厚度 $d=3\mu m$ 的 $Co-Ta-Zr$ 非晶体合金薄膜，间隙长 $0.4\mu m$。另外，磁头的磁极即使所用 $Co-Ta-Zr$ 非晶体合金薄膜改用另一种饱和磁通密度为 1.6T 的 $Fe-B-Si-C$ 非晶体合金薄膜、或 $Fe-Co-Ni/Al_2O_3/Fe-Co-Ni$ 多层膜、或在 $Ni-Fe$ 薄膜中含有粒径为 $2nm-3nm$ 的 ZrO_2、Y_2O_3、TiO_2、HfO_2、Al_2O_3 或 SiO_2 的薄膜等，也能获得与本实施例相同的效果。另外，在磁性膜中掺入氧化物时，实验确认其粒径最好在 $0.5nm-5nm$ 之间。这是因为在该粒径范围内，饱和磁通密度或软磁特性显著下降，而同时却能提高磁性膜的电阻率。另外，含有粒径为 $2nm-3nm$ 的 ZrO_2、Y_2O_3、TiO_2、HfO_2、Al_2O_3 或 SiO_2 的 $Ni-Fe$ 薄膜的电阻率增大到约 $40\mu\Omega-cm$，而相对导磁率为 1000 左右，表现出良好的软磁特性。另一方面，将不含氧化物的 $NiFe$ 薄膜等用于磁头的记录磁极时，虽然也能使相对导磁率下降到 500 以下，可以改善高频特性。但这时却必须将磁头的记录矫顽力设定在 $0.5AT$ 以上。

磁盘 11 的记录层使用记录位方向的矫顽力为 2100 奥斯特，矫顽力取向比为 1.2 的 $CoCrTa$(Cr 的添加量为 16 原子%)。该磁盘中的剩余磁通密度与膜厚的乘积 $Br\cdot\delta$ 为 300 高斯·μm。由于使用这种记录媒体，可提高线记录密度特性，并能大幅度地降低线记录密度大的区域中的媒体噪音。如果媒体矫顽力在 2000 奥斯特以下，则装置在运作过程中不可能降低误码率。

记录重现时主轴的转速设定在 4491rpm(round per minute),这时磁头在磁盘上的数据存储区域最外圈的浮动量为 0.05μm。为了使从数 据 存储区域的最里圈直至最外圈各磁道上的线记录密度相等,要设定记录频率,现将最外圈设定为 67.5MHz。

在本实施例的磁盘装置中,设定各磁道上的数据的线记录密度为 144KBPI(Kiro Bit Per Inch),磁道密度为 5KTPI ,盘面记录密度为每平方英寸 720 兆位。在本实施例中,使用 4 枚磁盘,装置的格式容量为 2.8 千兆位,数据的传输速度为每秒 15 兆位。另外,在本实施例中,采用 8/9 码变换进行数据记录,但即使采用以往的 1—7 方式进行数据记录,也能构成具有与本实施例相同性能的装置。但这时的记录频率为 45MHz。

按本实施例构成的磁存储装置的规格如表 2 所示。

表 2 3.5 英寸装置规格

存储容量(按格式时)	2.8GB
磁盘个数	4
数据面数	8
磁头数	8
磁道数/磁盘面	4427
最大线记录密度	144KBPI
磁道密度	5KTPI
转速	4491RPM

记录频率	67.5*MHz*
传输速度(*to/from Media*)	15*MB/sec*

第 3 实施例：

下面说明将直径为 2.5 英寸、1.8 英寸及 1.3 英寸的磁盘与本发明的磁头组合构成的磁存储装置的结果。本实施例中用的磁头及磁盘与第 2 实施例中用的相同，设定各磁道上的数据的线记录密度为 144*KBPI*，磁道密度为 5*KTPI*。主轴转速的设定方式要使各种直径的磁盘的传输速度达到 15*MB/sec*。如第 2 实施例中所述，即使采用以往的 1—7 方式进行数据记录，也能构成具有与本实施例相同性能的各装置。但这时的记录频率为 45*MHz*。各装置的规格示于表 3—5 中。

表 3　2.5 英寸装置规格

存储容量(按格式存储时)	1.8*GB*
磁盘个数	4
数据面数	8
磁头数	8
磁道数/磁盘面	2951
最大线记录密度	144*KBPI*
磁道密度	5*KTPI*
转速	6736*RPM*
记录频率	67.5*MHz*

传输速度(*to/from Media*)	15*MB/sec*

表 4　1.8 英寸装置规格

存储容量(按格式存储时)	1.4*GB*
磁盘个数	4
数据面数	8
磁头数	8
磁道数/磁盘面	2213
最大线记录密度	144*KBPI*
磁道密度	5*KTPI*
转速	8982*RPM*
记录频率	67.5*MHz*
传输速度(*to/from Media*)	15*MB/sec*

表 5　1.3 英寸装置规格

存储容量(按格式存储时)	0.9*GB*
磁盘个数	4
数据面数	8
磁头数	8
磁道数/磁盘面	1475
最大线记录密度	144*KBPI*
磁道密度	5*KTPI*
转速	13473*RPM*

记录频率　　67.5MHz

传输速度(to/from Media)　　15MB/sec

第 4 实施例：

第 1 至第 3 实施例所示的磁存储装置是用感应型的自录重现磁头构成的，但即使使用将磁致电阻效应型元件（MR 元件）用于重现的记录重现分离磁头，也能构成具有同样性能的磁存储装置。本实施例中使用的记录重现分离磁头的结构示于图 4 中。将 $Fe—Co—Ni/Al_2O_3/Fe—Co—Ni$ 多层膜（其中 $Fe—Co—Ni$ 一层膜的厚度为 2.2μm）用于记录磁极(20) 及兼作另一记录磁极的上部密封层(21)。Al_2O_3 中间层的厚度为 0.1μm，记录磁极(20)的记录槽宽度为 3μm。将厚 1μm 的 $Ni—Fe$ 合金用于下部密封层(22)。将厚 15nm 的 $Ni—Fe$ 合金用于磁致电阻效应型元件（23），利用软膜偏磁方式驱动该元件. 另外，还可以用由 $Ni—Fe$ 层、Cu 层、Co 层、以及 $Ni—O$ 系列、$Fe—Mn$ 系列、或 $Cr—Mn$ 系列强抗磁性膜构成的自旋阀型元件、或 $Co-Ag$、$Co-Au$、$NiFe-Ag$、$Co-Cu$、$Fe-Ag$ 等合金系列巨大磁致电阻效应型元件、或 Co/Cr、Fe/Cr、Co/Cu 系列的多层膜系列巨大磁致电阻效应型元件，代替 $Ni-Fe$ 合金，用于磁致电阻效应型元件（23）.

图 4 中，夹在一对电极(24)之间的区域构成重现记录槽的宽，该宽度为 2μm。记录时，使 15mA 的工作电流流过匝数为 20 的线圈(25)，将任意的 信息记录在媒体磁性层中，重现时，使 8mA 的直流通过导线(24)，检测来自媒体磁性层的漏泄磁场。

将该磁头与将记录位方向的矫顽力为2100奥斯特、矫顽力取向比为1.2的*CoCrTa*(*Cr*的添加量为16原子%)作为记录层的3.5英寸的磁盘相组合，构成磁存储装置。此时使用的磁盘记录层的剩余磁通密度与膜厚的乘积$Br \cdot \delta$为100高斯·μm。按本实施例构成的磁存储装置的规格示于表6。

表6　使用记录重现分离型磁头的3.5英寸装置规格

存储容量(按格式存储时)	5.5*GB*
磁盘个数	4
数据面数	8
磁头数	8
磁道数/磁盘面	7378
最大线记录密度	170*KBPI*
磁道密度	8.3*KTPI*
转速	4491*RPM*
记录频率	80.0*MHz*
传输速度(*to/from Media*)	18*MB/sec*

第5实施例：

在本实施例中，说明加在记录磁头的线圈中的记录电流的上升时间对记 录特性的影响的研究结果。图5是使上升时间从2*ns*变化到10*ns*，将高密度的144*KFCI*信号重写在低密度的23*KFCI*信号上，对低密度的23*KFCI*信号的消失情况进行测定的结果。测定用的

记录媒体是矫顽力为2000奥斯特的*CoCrTa*系列溅射媒体。由该结果可知，使记录电流的上升时间在5*ns*以下时，能获得良好的改写特性。另外，在本次实验中，为了实现记录电流的上升时间在5*ns*以下，线圈必须设置3个端子。图6是各线圈的电感和记录电流的上升时间的关系曲线图。由该图可以确认，如果各线圈的电感在1μH(微亨)以下，就能实现记录电流的上升时间在5*ns*以下。

如果采用本发明，则能提供这样一种磁存储装置，即，使用该装置时，记录频率即使超过45*MHz*，仍能使用记录磁场强度不衰减的磁头，因此通过使磁盘高速旋转，能同时高速输送数据、缩短存取时间、以及增大存储容量。

图 1

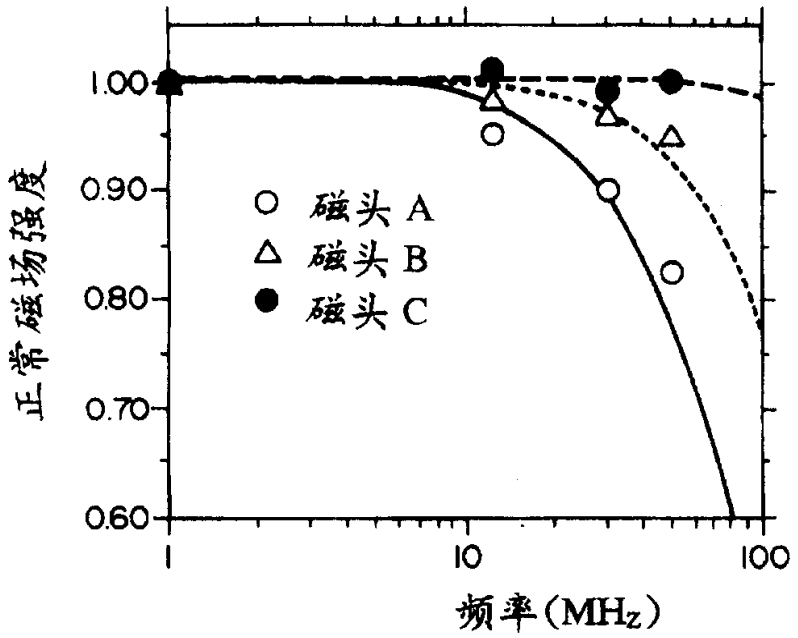

1.00
0.90
0.80
0.70
0.60
正常磁场强度
磁头 A
磁头 B
磁头 C
10
100
频率(MHz)

图 2

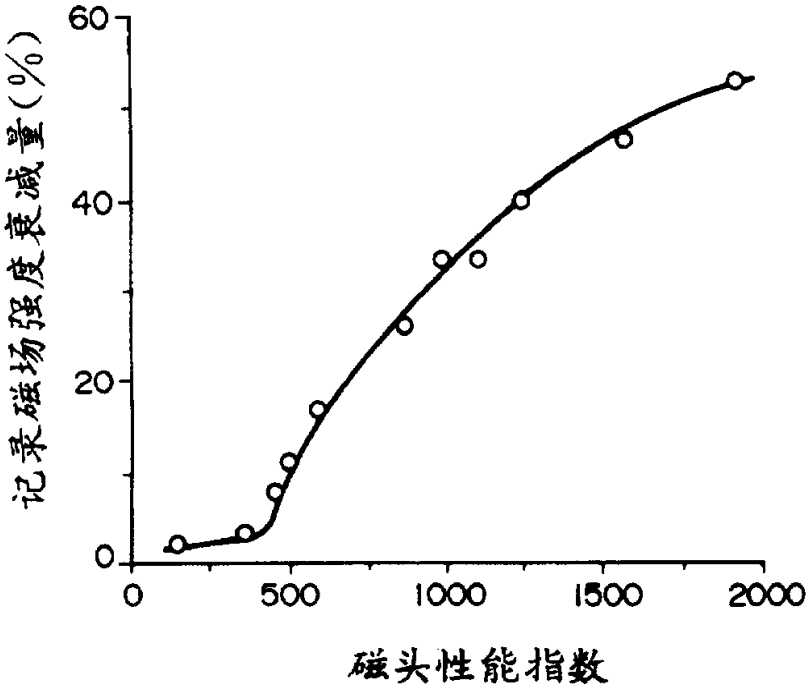

60
40
20
0
记录磁场强度衰减量(%)
0
500
1000
1500
2000
磁头性能指数

图 3A

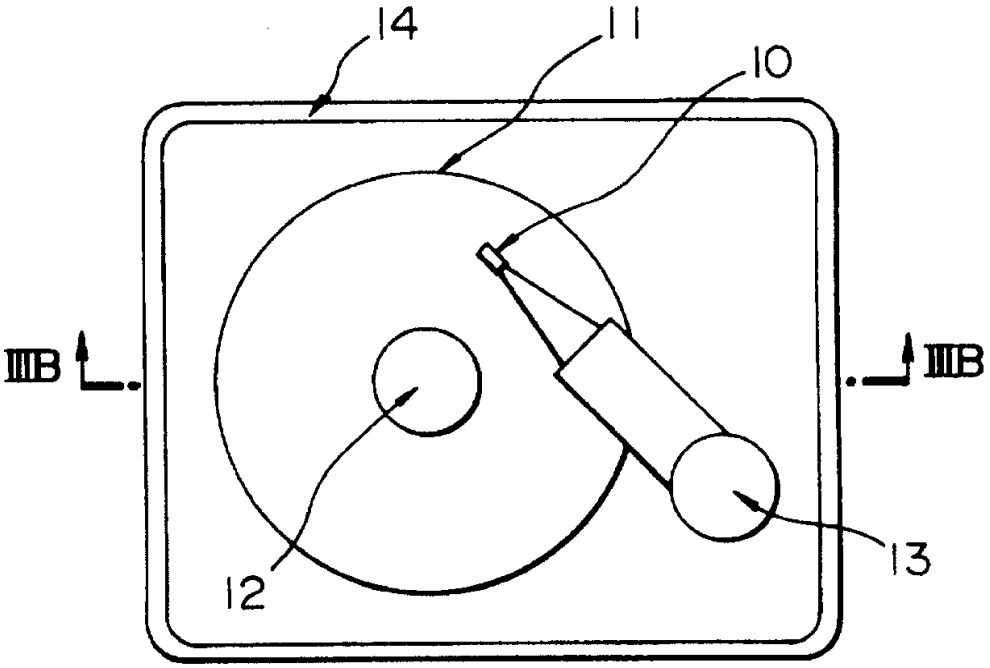


图 3B

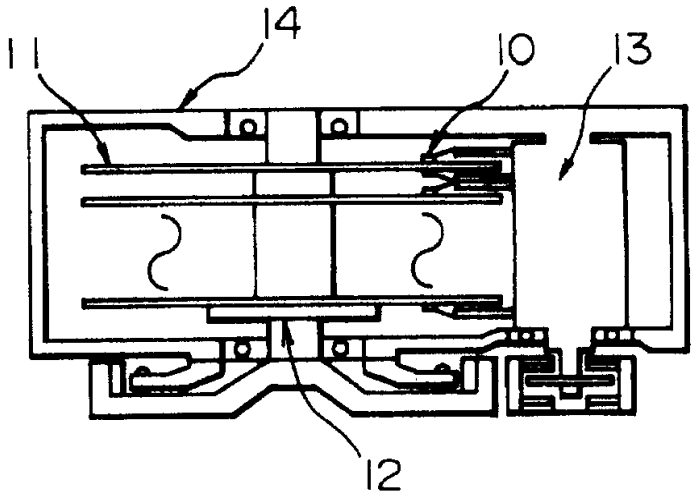


图 4

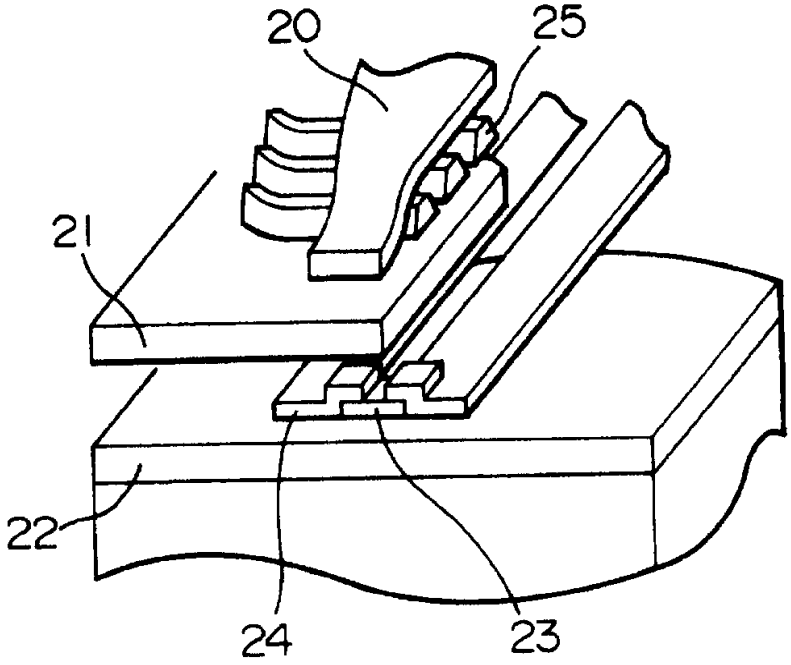


图 5

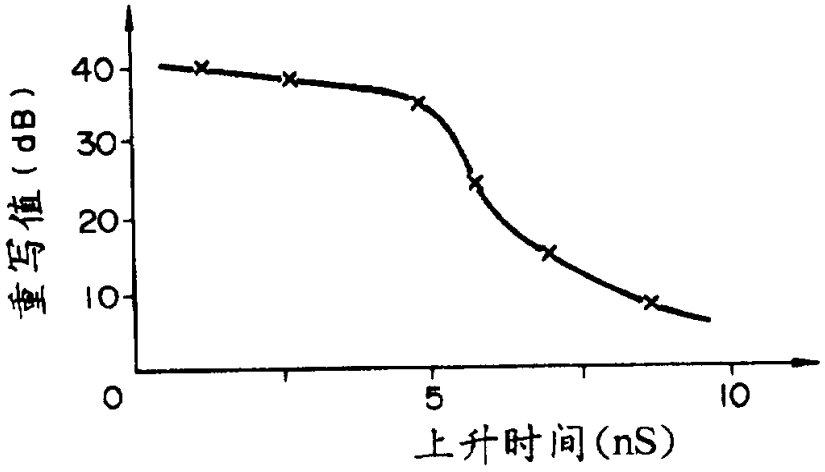


图 6

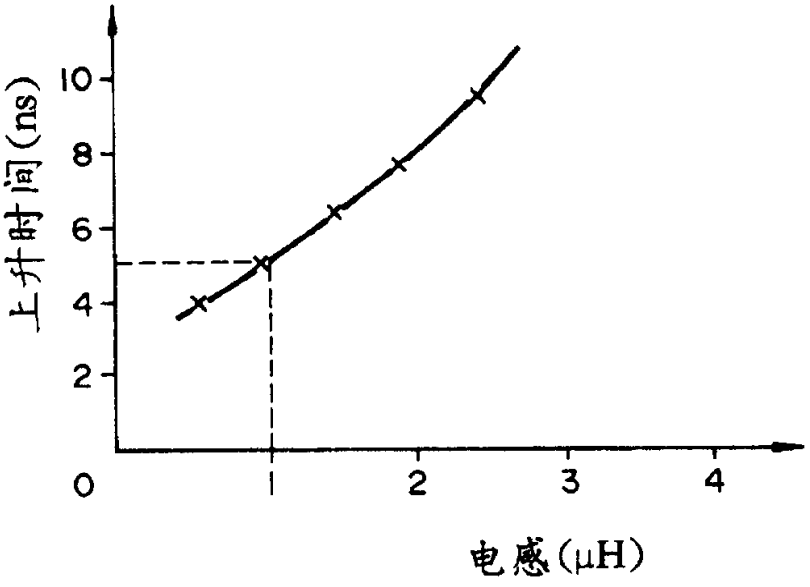
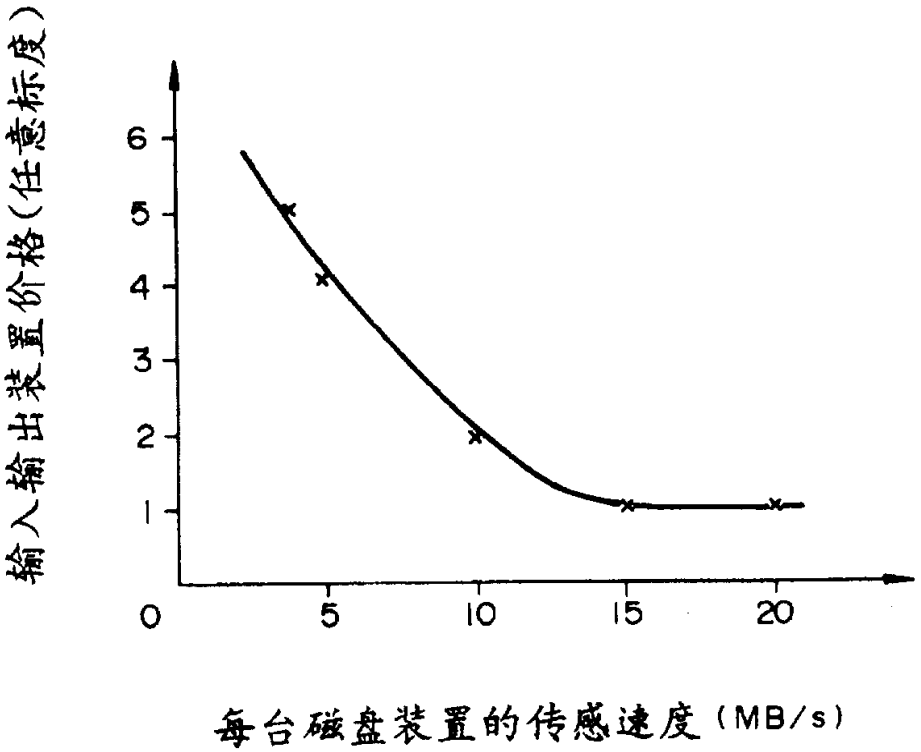

上升时间(ns)
10
8
6
4
2
0
2
3
4
电感(μH)

图 7


输入输出装置价格(任意标度)
6
5
4
3
2
1
0
5
10
15
20
每台磁盘装置的传感速度(MB/s)