

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 82 02810

(54) Tête magnétique à films minces et son procédé de fabrication.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). G 11 B 5/22.

(22) Date de dépôt..... 19 février 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : Japon, 20 février 1981, n° 23006/81 et 27 janvier 1982, n° 9989/82.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 34 du 27-8-1982.

(71) Déposant : Société dite : HITACHI, LTD., résidant au Japon.

(72) Invention de : Katsuo Konishi, Kanji Kawano, Kohji Tamura et Mitsuo Abe.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Bureau D. A. Casalonga, office Josse et Petit,
8, av. Percier, 75008 Paris.

Tête magnétique à films minces et son procédé de fabrication

La présente invention a trait, d'une façon générale, à une tête magnétique destinée à être utilisée dans des magné-
5 toscopes et autres appareils analogues et elle concerne, plus particulièrement, d'une part, la tête magnétique réalisée à l'aide d'une technique faisant appel à de minces couches magnétiques et, d'autre part, un procédé pour fabriquer une telle tête.

10 Au cours des années récentes, il s'est manifesté une demande importante pour une tête magnétique destinée à des magnétoscopes ou autres applications analogues et satisfaisant aux exigences d'une courte longueur d'entrefer, d'une faible
15 largeur de piste, d'une compatibilité avec une bande à force coercitive élevée ainsi que d'autres exigences pour obtenir une densité élevée dans l'enregistrement de données ou d'informations, et on a proposé diverses têtes magnétiques que l'on réalise en utilisant des films minces magnétiques en métaux
20 métaux analogues comme matériaux pour le noyau de la tête en vue de répondre aux conditions mentionnées ci-dessus.

Un des procédés auxquels on a recours pour former l'entrefer magnétique d'une telle tête magnétique est basé sur une technique de films minces pour l'obtention d'une précision
25 élevée dans la formation de cet entrefer magnétique, ce procédé étant différent des procédés connus jusqu'à présent pour fabriquer les têtes classiques en ferrite. La technique des films minces permet d'éliminer l'opération consistant à accoler les moitiés de noyau et à les faire adhérer l'une à l'autre, cette
30 opération ayant une influence dominante sur la production de têtes magnétiques fabriquées en grande série et permettant, en principe, d'obtenir effectivement des têtes magnétiques à entrefer étroit et à faible largeur de piste.

Quand il faut fabriquer à l'aide de la technique ayant
35 recours à des films minces une tête magnétique à films minces

pour magnétoscope ayant une largeur de piste de plusieurs dizaines de micromètres, les minces films magnétiques formés par les matériaux décrits ci-dessus ne conviennent pas pour réaliser une tête magnétique à performances élevées, en raison
5 de la faible résistivité électrique que présentent ces matériaux et qui entraîne une perte très importante par courants de Foucault dans les signaux de traitement d'une bande de fréquences élevées. Par exemple, quand il faut réaliser une tête magnétique pour magnétoscope destinée à traiter des signaux d'une fréquence
10 de l'ordre du MHz en formant son noyau magnétique à l'aide d'un mince film de Sendust, il est nécessaire que l'épaisseur du film soit plus petite que 10 μm et, de préférence, inférieure à 5 μm en raison de la perte par courants de Foucault qui, sans cela, se produirait dans la bande de fréquences mentionnée
15 ci-dessus. Il en résulte qu'il est impossible de réaliser une tête magnétique à performances élevées et à largeur de piste de plusieurs dizaines de micromètres avec la structure d'une couche à un seul film mince.

Compte tenu des conditions mentionnées ci-dessus, on
20 a adopté jusqu'à présent une structure de tête dans laquelle plusieurs films minces sont superposés. Toutefois, dans la tête magnétique à multicouches de films minces connue jusqu'à présent, un film isolant d'entre-couches intercalé entre les films magnétiques superposés s'étend parallèlement à l'entrefer magnétique
25 et une partie de ce film isolant subsiste même après que les parties inutiles du noyau ont été éliminées par polissage et fonctionne comme un entrefer magnétique supplémentaire (appelé l'entrefer pseudo-magnétique) et représente un inconvénient important, comme on va le décrire de façon détaillée par la
30 suite.

La présente invention a pour objet une tête magnétique à films minces à structure multicouches pour magnétoscope, cette tête présentant une faible longueur d'entrefer, étant rarement sujette à une perte notable par courants de Foucault attribuable
35 aux signaux haute fréquence et pouvant être fabriquée facilement.

La présente invention a encore pour objet une tête magnétique à films minces d'une structure multicouches pour magnétoscope, cette tête ayant une configuration d'étranglement de flux magnétique dans laquelle la largeur du noyau est plus faible ou réduite dans une région se trouvant au voisinage de l'entrefer.

La présente invention a encore pour objet, d'une part, une nouvelle structure de tête magnétique à films minces qui convient pour une fabrication en grande série avec une cadence de production élevée et, d'autre part, un procédé de fabrication d'une telle tête.

Compte tenu des objets ci-dessus, il est proposé, selon un aspect de l'invention, une tête magnétique à films minces qui comprend un substrat formé par une matière non-magnétique, un premier film mince magnétique formé sur le substrat, une rainure formée dans le premier film mince magnétique dans une région prédéterminée avec une profondeur atteignant le substrat non-magnétique, un film mince non-magnétique formé sur au moins une des parois de la rainure, et un second film mince magnétique noyé dans la rainure, les premier et second films minces magnétiques constituant le noyau de la tête magnétique, tandis qu'un des intervalles formés par le film mince non-magnétique est utilisé comme entrefer de la tête magnétique.

Selon un autre aspect de la présente invention, il est proposé une tête magnétique à films minces qui comprend un substrat non-magnétique, un premier film mince magnétique formé sur une surface du substrat et comportant une première rainure dont une des parois constitue une paroi d'entrefer à une position d'intervalle d'un noyau de tête magnétique à l'état fini final et qui a une profondeur atteignant au moins la surface du substrat de sorte qu'une partie du premier film mince magnétique se trouvant sur un des côtés de la première rainure constitue un circuit magnétique principal pour une première moitié du noyau de tête magnétique, tandis que l'autre partie du premier film mince magnétique située sur l'autre côté de la

première rainure constitue un circuit magnétique auxiliaire pour la seconde moitié du noyau de tête magnétique, un film mince non-magnétique formé sur la surface du premier film mince magnétique et sur la surface de paroi de la première rainure, un second film mince magnétique formé sur la surface du film mince non-magnétique et comportant une seconde rainure dont la profondeur à l'endroit de l'entrefer de la tête atteint au moins la surface de la partie du premier film mince magnétique qui constitue le circuit magnétique principal, le second film mince magnétique comportant une partie qui constitue un circuit magnétique auxiliaire pour la première moitié du noyau de tête magnétique et dont l'autre partie constitue un circuit magnétique principal pour la seconde moitié du noyau de tête magnétique, la seconde rainure étant interposée entre les parties de circuit magnétique principal et auxiliaire du second film mince magnétique, l'entrefer de la tête étant formé entre les faces d'extrémité opposées des parties de circuit magnétique principal des premier et second films minces magnétiques, le film mince non-magnétique étant pris en sandwich entre ces faces d'extrémité opposées.

Dans un mode de réalisation préféré de la présente invention, au moins un des premier et second films minces magnétiques est réalisé sous la forme d'une structure multicouches comprenant deux ou plus de deux films superposés, grâce à quoi on peut obtenir une tête magnétique à films minces présentant une largeur de piste de plusieurs dizaines de micromètres.

Dans un autre mode de réalisation préféré de la présente invention, la première rainure a une section droite en forme de V dont la pointe de la base atteint la surface du substrat. Toutefois, la pointe de la base de la rainure à profil en V peut s'étendre jusqu'à l'intérieur du substrat. En général, une des parois de la rainure à profil en V doit de préférence être plate, car elle est habituellement utilisée comme partie active de l'entrefer de la tête magnétique.

La tête magnétique à films minces selon la présente

invention a une structure telle que le volume de la matière constituant le noyau se trouve réduit notablement par rapport à la superficie de ce noyau, ce qui a pour effet que les pertes par courants de Foucault mentionnées précédemment peuvent être réduites à un minimum. Même quand un intervalle (pseudo-entrefer) est formé dans le noyau magnétique en plus de l'entrefer intrinsèque, l'influence nuisible de cet entrefer supplémentaire ou pseudo-entrefer sur l'opération de lecture du signal par suite de l'effet des pertes azimutales peut être éliminée étant donné que les deux entrefers ne s'étendent pas parallèlement l'un à l'autre. Par ailleurs, dans le cas de l'opération d'enregistrement, des dispositions peuvent être prises pour que l'enregistrement du signal sur une bande puisse être effectué par l'entrefer situé en aval par rapport à la direction de défilement de la bande de sorte que le signal enregistré éventuellement par l'entrefer précédent est effectivement effacé.

Selon un autre aspect de la présente invention, il est proposé un procédé de fabrication d'une tête magnétique à films minces, ce procédé consistant à déposer un premier film mince magnétique sur une surface d'un substrat non-magnétique, à former une première rainure de section droite en forme de V dans le premier film mince magnétique à un endroit où l'entrefer actif doit finalement être formé, la rainure ayant une profondeur atteignant la surface du substrat non-magnétique, à déposer un film non-magnétique sur une des parois inclinées de la rainure à profil en V pour déterminer la longueur d'entrefer, à déposer en outre un second film mince magnétique, à former ensuite une seconde rainure ayant une profondeur qui atteint le film non-magnétique constituant l'entrefer de la tête magnétique et s'étendant parallèlement à la rainure à profil en V, à déposer un film de protection, à former un trou pour enroulement à un endroit voulu et à mettre en place un enroulement.

Dans une mise en oeuvre préférée du procédé selon la présente invention, on utilise un procédé d'attaque par ions

pour former la seconde rainure. Pour que l'attaque par ions soit effectuée de la façon la plus avantageuse, la face de la paroi de la rainure à profil en V qui est disposée en regard de la paroi destinée à constituer une partie de l'entrefer actif de la tête est inclinée d'un angle qui n'est pas supérieur à 20° par rapport au substrat non-magnétique et un faisceau d'ions est projeté parallèlement à la face inclinée de la paroi.

On va maintenant décrire la présente invention en se référant aux dessins annexés, sur lesquels :

la figure 1 est une vue de côté d'une tête magnétique à films minces connue pour montrer un agencement de la face de glissement de cette tête ;

la figure 2 est une vue en perspective d'une tête magnétique à films minces selon un mode de réalisation de la présente invention donné à titre d'exemple ;

la figure 3 montre graphiquement une caractéristique de fréquence d'une tête magnétique à films minces selon la structure représentée sur la figure 2 en comparaison avec celle d'une tête classique à noyau en ferrite ;

les figures 4 et 5 sont des vues de côté, respectivement, d'agencements de faces de glissement de têtes magnétiques à films minces selon d'autres modes de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemple ;

les figures 6a à 6g sont des vues qui montrent un procédé de fabrication de la tête magnétique à films minces représentée sur la figure 4 ;

la figure 7 est une vue qui montre un procédé pour fabriquer simultanément une multiplicité de têtes magnétiques à films minces selon l'invention ;

les figures 8a et 8b sont des vues qui montrent un procédé d'attaque par ions pouvant être adopté pour effectuer l'opération de fabrication représentée sur la figure 6e ;

la figure 9 montre graphiquement comment la vitesse d'attaque par ions dépend de l'angle d'incidence du faisceau d'ions dans le procédé d'attaque par ions ;

la figure 10 montre graphiquement la relation entre le rapport d'étranglement tel que défini et le niveau du signal de sortie de la tête magnétique à films minces représentée sur la figure 8b ;

5 la figure 11 montre graphiquement la relation entre le rapport d'étranglement et la vitesse d'attaque dans le procédé d'attaque représenté sur la figure 8b ; et

la figure 12 montre graphiquement la relation entre la vitesse d'attaque et l'angle d'inclinaison d'une paroi de
10 la rainure à profil en V qui ne fait pas partie de l'entrefer actif de la tête magnétique à films minces représentée sur la figure 8b.

Pour une meilleure compréhension de l'invention, on va tout d'abord décrire en se référant à la figure 1 les
15 problèmes posés par les têtes magnétiques à films minces connues. Sur la figure 1, la référence 1 désigne un substrat non-magnétique sur lequel un film mince magnétique 2 est tout d'abord déposé pour constituer une des moitiés du noyau. La référence 4 désigne un intervalle formé par un film mince non-
20 magnétique, et la référence 5 désigne un film mince magnétique qui est déposé en second sur le substrat non-magnétique 1 et
• qui constitue l'autre moitié du noyau. Pour former le film mince magnétique 5, une partie inutile du film mince magnétique 2 déposé en premier sur le substrat 1 est enlevé par attaque ou
25 corrosion, par polissage ou autre opération analogue suivie par un dépôt d'une couche de films minces non-magnétiques ayant une épaisseur voulue. Ensuite, on forme le film mince magnétique 5 d'une manière similaire à la formation du film mince magnétique 2, et on élimine une partie 5d du film mince
30 magnétique 5 qui recouvre le premier film mince magnétique 2 en effectuant un polissage à un degré tel que la surface du film mince magnétique 2 se trouve découverte.

Dans le cas de la structure de tête magnétique illustrée sur la figure 1, les deux films minces magnétiques 2 et 5
35 sont composés de deux couches stratifiées 2a , 2b et 5a , 5b,

respectivement, dans le but d'obtenir une réduction des pertes par courants de Foucault. A cette fin, il est nécessaire d'interposer des films isolants 2c et 5c d'entre-couches entre les couches 2a et 2b et entre les couches 5a et 5b, respectivement.

5 Ensuite, une partie 5c du film isolant 5c d'entre-couches subsiste et s'étend de façon sensiblement parallèle à l'entrefer 4 et fonctionne comme un pseudo-entrefer qui constitue un obstacle important à l'obtention de la performance voulue de la tête magnétique à films minces.

10 On va maintenant décrire la présente invention de façon détaillée en se référant à des modes de réalisation de celle-ci donnés à titre d'exemple.

En se référant à la figure 2 qui est une vue en perspective d'une tête magnétique à films minces selon un mode de réalisation de l'invention et dans laquelle les parties analogues à celles représentées sur la figure 1 sont désignées par les mêmes références, on voit que l'on a formé une rainure 3 ayant une section droite en forme de V et comportant des parois latérales 3a et 3b disposées en face l'une de l'autre, la paroi 20 3a étant destinée à constituer un entrefer. Un évidement 8 est formé pour loger un enroulement. Le film mince magnétique 2 constituant une partie du noyau est composé de deux couches laminaires ou feuilletées ayant chacune une épaisseur de 10 μ m et formées par pulvérisation de Sendust (un alliage ayant une 25 forte perméabilité). Entre les deux couches du film mince magnétique 2 est intercalé un film mince isolant ayant une épaisseur de 0,3 μ m et formé par pulvérisation de SiO₂. La rainure 3 à profil en V est taillée dans le film mince magnétique 2 au moyen d'une lame diamantée de manière qu'un angle 30 de 60° soit formé entre les parois 3a et 3b de la rainure. Bien entendu, l'angle n'est pas limité à cette valeur mais peut être déterminé en tenant compte de la longueur d'onde du signal enregistré sur la bande magnétique, de la perte azimutale, du rapport voulu S/N (signal/bruit) du signal, de la perte par 35 courants de Foucault dans le mince film magnétique 5 enterré

dans la rainure 3 à profil en V et également d'autres facteurs. Pour former le film mince magnétique 5, on forme tout d'abord dans la rainure 3 à profil en V un dépôt de SiO_2 par pulvérisation sur une épaisseur de $0,5 \mu\text{m}$ correspondant à la largeur nécessaire de l'entrefer. Ensuite, on remplit la rainure 3 de Sendust par une pulvérisation de cet alliage sur une épaisseur de $20 \mu\text{m}$. Enfin, on enlève par polissage le film inutile déposé sur le film mince magnétique 2 destiné à servir de noyau de manière à obtenir le film mince magnétique 5.

On effectue le dépôt de SiO_2 mentionné ci-dessus en réglant la direction de la pulvérisation de telle sorte que le film de SiO_2 puisse être déposé effectivement sur la paroi 3a destinée à servir d'entrefer inhérent tandis que l'on supprime le plus possible le dépôt de SiO_2 sur la paroi 3b. Dans le cas de la structure illustrée de la tête magnétique à films minces, l'épaisseur du film de SiO_2 formé sur la paroi 3a servant d'entrefer est de $0,5 \mu\text{m}$, tandis que l'épaisseur du film de SiO_2 formée sur la paroi 3b de la rainure est de l'ordre de $0,2 \mu\text{m}$ ou moins. Il va de soi que l'épaisseur du film de SiO_2 déposé sur la paroi 3b de la rainure doit de préférence être nulle, ce qui est favorable au passage à travers le noyau des champs issus du signal. Dans la pratique, on peut négliger la capacité d'enregistrement et de reproduction de la partie 3b servant de paroi d'entrefer par rapport à celle de l'entrefer intrinsèque formé sur la paroi 3a de la rainure.

L'épaisseur du film mince magnétique 5 qui atteint $20 \mu\text{m}$ dans la partie 3a d'entrefer est susceptible d'entraîner elle-même une perte par courants de Foucault. Toutefois, grâce à la section droite triangulaire du film magnétique 5 et de ses dimensions réduites au sens absolu, les dimensions qui se situent dans les limites de ce que l'on appelle une épaisseur de peau, aucun problème important de pertes par courants de Foucault ne se pose. Bien entendu, le film mince magnétique 5 peut être formé de deux couches. En outre, on peut faire en sorte que l'augmentation de réluctance du noyau par suite de la

présence de la partie 3b de paroi d'entrefer soit insignifiante grâce au fait que l'on peut réduire à un minimum l'épaisseur du film de SiO_2 déposé sur la paroi 3b en réglant de façon appropriée la direction de pulvérisation comme on l'a mentionné

5 ci-dessus, en inclinant la partie 3b d'entrefer intrinsèque avec une pente extrêmement prononcée par rapport à la partie 3b de paroi d'entrefer, et en faisant en sorte que la superficie de la partie 3b de paroi soit considérablement plus grande que celle de la partie 3a de paroi d'entrefer intrinsèque en for-

10 mant dans cette partie le trou ou évidement 8 destiné à loger l'enroulement.

Lors d'un essai, on a fait fonctionner une tête magnétique à films minces ayant la structure représentée sur la figure 2 en combinaison avec une bande métallique présentant

15 une force coercitive H_c de 1200 Oe, la bande étant avancée à une vitesse de 5,8 m/s et on a comparé le niveau de sortie avec celui d'une tête classique en ferrite. Les résultats sont illustrés graphiquement sur la figure 3. Comme on peut le voir sur cette figure, on a atteint une amélioration d'environ 5 dB

20 à une fréquence de 1 MHz, de 3 dB à 4 MHz et de 2 dB à 6 MHz. En plus, on n'a détecté aucune influence nuisible de la partie 3b d'entrefer sur les performances d'enregistrement et de reproduction de la tête magnétique à films minces.

Les figures 4 et 5 montrent en coupe respectivement

25 d'autres modes de réalisation de la présente invention donnés à titre d'exemples. Sur ces figures, les mêmes parties ou les parties équivalentes à celles représentées sur la figure 2 portent les mêmes références. Le film mince non-magnétique formant un entrefer est désigné par 4. La référence 6 désigne

30 une rainure à profil en U, et la référence 7 désigne un film mince non-magnétique servant de film de protection. Sur la figure 4, la référence 2-1 désigne un circuit magnétique principal d'une des moitiés de noyau de la tête magnétique où se trouve le premier film mince magnétique et la référence 2-2

35 désigne un circuit magnétique auxiliaire de l'autre moitié de

noyau. La référence 5-1 désigne un circuit magnétique principal d'une des moitiés de noyau de la tête magnétique où se trouve le second film mince magnétique et la référence 5-2 désigne un circuit auxiliaire de l'autre moitié de noyau. Sur la figure 5, la référence 4' désigne des films minces non-magnétiques qui sont formés dans des régions situées à l'extérieur de l'entrefer 4. Dans ces modes de réalisation donnés à titre d'exemples, les premier et second films magnétiques 2 et 5 constituent le noyau magnétique, tandis que le film mince non-magnétique pris en sandwich entre ces films 2 et 5 est utilisé comme entrefer actif. La rainure 6 à profil en U sert à étrangler le flux magnétique dans le circuit magnétique.

On va maintenant décrire en se référant aux figures 6a à 6g un procédé pour réaliser la structure illustrée sur les figures 4 et 5.

On dépose tout d'abord sur un substrat 1 d'une matière non-magnétique le premier film mince magnétique 2 sur une épaisseur correspondant sensiblement à la largeur d'une piste, comme on peut le voir sur la figure 6a. Au cours de la phase suivante représentée sur la figure 6b, on forme une rainure 3 à profil en V dans le premier film mince magnétique 2 à un endroit où l'entrefer actif doit être formé finalement, la profondeur de cette rainure atteignant la surface du substrat 1. Au cours d'une phase suivante (figure 6c), on dépose sur une des parois ou surfaces inclinées (c'est-à-dire la paroi 3a de l'entrefer dans le cas du mode de réalisation illustré) de la rainure 3 à profil en V un mince film 4 de matière non-magnétique telle que du SiO_2 ou autre corps analogue, pour déterminer la longueur de l'entrefer. Le dépôt du film non-magnétique 4 peut se prolonger jusqu'à l'autre surface inclinée 3b de la paroi de la rainure à profil en V et jusqu'à d'autres régions (voir la structure représentée sur la figure 5). Au cours de la phase illustrée sur la figure 6d, on dépose le second film magnétique 5 sur une épaisseur égale ou supérieure à la profondeur de la rainure 3

à profil en V. Ensuite, on élimine une partie du second film mince magnétique 5 situé sur la partie supérieure de la paroi inclinée 3a d'entrefer et au voisinage de cette partie supérieure de manière à former la rainure 6 à profil en U qui

5 divise le second film mince magnétique 5 en une partie gauche et une partie droite, comme on peut le voir sur la figure 6e. Ensuite, on forme un revêtement de matière non-magnétique 7 sur la totalité de la surface supérieure, comme représenté sur la figure 6f. Enfin, on forme par un traitement aux ultra-

10 sons un trou ou évidement 8 destiné à loger un enroulement et on forme un enroulement 9 comme illustré sur la figure 6g. On obtient ainsi une tête magnétique 10 à films minces. Dans ce qui précède, on a décrit un procédé pour réaliser une seule tête magnétique à films minces à la fois. Toutefois, on com-

15 prendra que le procédé peut tout aussi bien être appliqué à la fabrication simultanée de plusieurs têtes magnétiques à films minces sur un substrat de grande dimension en une matière non-magnétique de façon discontinue. Plus spécifiquement, on peut réaliser plusieurs têtes magnétiques à films minces sur un seul

20 substrat à l'aide d'un seul et même procédé, et obtenir ensuite des puces formant des têtes individuelles par découpage le long des lignes en traits interrompus représentées sur la figure 7.

Parmi les phases de traitement illustrées sur les figures 6a à 6g, la phase de formation de la rainure 6 à profil

25 en U pour obtenir l'étranglement du flux magnétique et déterminer d'une manière précise la largeur de la piste (figure 6e) est la plus importante. Comme procédé pour exécuter cette opération, on peut concevoir un procédé de meulage mécanique utilisant un outil diamanté ou une meule et aussi un procédé

30 d'attaque chimique. Toutefois, ces procédés ne donnent pas une précision de dimension satisfaisante, ce qui entraîne un rendement médiocre. Plus spécifiquement, le dépôt des films minces magnétiques 2 et 5 sur le substrat non-magnétique 1 peut entraîner un léger gauchissement ou courbure du substrat 1. Dans ces

35 conditions, quand on forme la rainure 6 linéairement à l'aide

du procédé de meulage mécanique, la profondeur de la rainure 6 cesse alors d'être uniforme en fonction du degré de gauchissement, ce qui se traduit finalement par un manque de régularité de la largeur de la piste. En outre, si l'adhérence ainsi que la résistance mécanique des films minces magnétiques 2 et 5 n'est pas suffisamment élevée, il se produit souvent un décol-
lage et/ou une rupture de ces films au cours de l'opération de meulage. D'autre part, si on adopte le procédé d'attaque chimique, il est nécessaire de former avant l'attaque sélective un
masque correspondant à la configuration de la rainure 6 à profil en U, de sorte que le nombre accru de phases complique le traitement. D'ailleurs, un dégaement est inévitable et il est par conséquent difficile d'atteindre la configuration voulue de la rainure 6 avec une reproductivité raisonnable.

On va décrire maintenant un exemple du procédé qui permet de former la rainure 6 à profil en U avec une meilleure précision. En se référant à la figure 8a qui montre une surface de glissement d'une tête magnétique à films minces par une vue partielle agrandie et dans laquelle les mêmes parties que celles représentées sur les figures 6a à 6g portent les mêmes références, on voit que dans le premier film mince magnétique 2 on a formé la rainure 3 à profil en V et de linéarité parfaite en utilisant un procédé de taillage faisant appel à un outil diamanté, la paroi inclinée ou surface 3a de la rainure à profil en V étant formée avec un angle azimutal prédéterminé de manière à servir de paroi d'entrefer actif, tandis que l'autre paroi ou surface 3b de la rainure à profil en V reçoit une légère inclinaison, l'angle θ_1 de la paroi inclinée 3b par rapport à la surface du substrat étant choisi de manière à ne pas être supérieur à 20° . Le second film mince magnétique 5 est déposé de manière à épouser la configuration de la rainure 3 à profil en V. En se référant à la figure 8b, on voit que l'on y a représenté la configuration de la surface de glissement de la tête que l'on obtient après avoir éliminé du profil en U à l'aide d'un procédé d'attaque par ions une partie du second film mince

magnétique 5 située au voisinage de la partie supérieure de la paroi inclinée 3a de l'entrefer. On effectue l'attaque par ions dans une atmosphère de gaz argon sous une pression de $10,5 \times 10^{-5}$ millibars à une tension d'accélération de 600 volts avec
5 une densité de courant de $0,5 \text{ mA/cm}^2$. L'angle d'incidence θ_2 du faisceau d'ions est choisi pour être égal à l'angle θ_1 formé entre la paroi légèrement inclinée 3b de la rainure 3 à profil en V et le substrat 1. On effectue l'attaque par ions jusqu'à ce que le second film mince magnétique 5 soit divisé en une
10 partie gauche et une partie droite (comme représenté sur la figure 8b) par la rainure 6 à profil en U. Ensuite, on dépose le film non-magnétique 7 sur la totalité de la surface supérieure, on forme le trou 8 pour l'enroulement et on enroule l'enroulement 9 de la manière décrite précédemment à propos des
15 figures 6f et 6g.

On va maintenant décrire les conditions optimales pour la géométrie de la rainure 3 à profil en V et pour l'angle d'incidence θ_2 du faisceau d'ions dans le procédé d'attaque par ions adopté dans l'exemple décrit ci-dessus. La première condition optimale est que l'épaisseur du premier film mince magnétique
20 2 et celle du second film magnétique 5 et la profondeur de la rainure 3 à profil en V soient choisies de manière à être mutuellement égales, de telle sorte que le fond de la rainure 6 à profil en U formée dans le second film mince magnétique 5 se
25 trouve à la hauteur du premier film mince magnétique 2. En outre, on choisit l'angle d'incidence θ_2 du faisceau d'ions de manière qu'il soit égal à l'angle θ_1 de la paroi inclinée 3b par rapport à la surface du substrat. Ces premières conditions étant réunies, on peut effectuer l'attaque sans introduire de variation notable
30 de la partie la plus profonde ou fond de la rainure à profil en U, grâce à quoi on peut déterminer la largeur de la piste finalement atteinte uniquement à l'aide de l'épaisseur du premier film mince magnétique 2 (c'est-à-dire $A' = A$), de sorte que l'on peut régler la largeur de la piste de la façon la plus facile.

35 La seconde condition est que l'angle θ_1 que forme la

surface inclinée 3b de la paroi de la rainure à profil en V avec le substrat 1 soit choisi de manière à avoir une valeur qui ne soit pas supérieure à 20° , afin d'améliorer les performances de la tête magnétique en tirant parti de l'effet d'étranglement de flux magnétique. On va expliquer ce point en se référant à la figure 9 qui montre graphiquement comment la vitesse d'attaque par ions dépend de l'angle d'incidence du faisceau d'ions en se basant sur les résultats mesurés dans le cas d'un film mince formé de Sendust. Comme on peut le voir, les quantités éliminées Δx et Δy du film mince 5 indiqué sur la figure 8b et par conséquent la configuration finale de la tête sont déterminées de façon précise par l'angle d'incidence θ_2 du faisceau d'ions. On remarquera que, bien que la largeur A' de la piste soit égale à la valeur initiale A , l'épaisseur B' du noyau est plus faible que la valeur initiale B de la quantité Δy . Si le rapport entre la largeur de la piste et l'épaisseur du noyau, c'est-à-dire B'/A' est appelé le rapport d'étranglement, le signal de sortie fourni par la tête magnétique à films minces augmente en fonction du rapport d'étranglement B'/A' , comme représenté graphiquement sur la figure 10. On voit que le rapport d'étranglement B'/A' doit de préférence être choisi de manière à avoir une valeur importante. D'autre part, le rapport d'étranglement B'/A' est déterminé en fonction des quantités Δx et Δy éliminées, c'est-à-dire supprimées par attaque, et qu'il existe entre le rapport d'étranglement B'/A' et le rapport d'élimination $\Delta x/\Delta y$ une relation telle que celle représentée graphiquement sur la figure 11 pour l'angle azimutal 6. Le rapport $\Delta x/\Delta y$ supérieur à 1 (un) est suffisant. La valeur du rapport B'/A' devient saturé dans une plage du rapport B'/A' de 1,8 à 2. De plus, le rapport $\Delta x/\Delta y$ dépend de la forme ou configuration initiale de la structure de tête et en particulier de l'angle d'inclinaison θ_1 de la paroi 3b de la rainure à profil en V. En se basant sur la relation entre la vitesse d'attaque et l'angle d'incidence du faisceau d'ions illustré sur la figure 9, on peut obtenir entre le rapport

$\Delta x / \Delta y$ et l'angle d'incidence θ_1 une relation telle que celle illustrée sur la figure 12. On peut voir que θ_1 doit être égal ou supérieur à 20° pour que le rapport $\Delta x / \Delta y$ soit plus petit que 1 (un).

5 Il s'est avéré que l'on peut obtenir une configuration préférable de la tête magnétique à films minces à l'aide du procédé d'attaque effectué dans les deux conditions mentionnées ci-dessus. Bien entendu, le procédé d'attaque peut être complété
10 par un procédé classique de taillage mécanique. Dans ce cas, en limitant l'opération mécanique de telle manière qu'il soit possible de négliger les endommagements entraînés, on peut réduire de façon notable le temps nécessaire pour le procédé complet.

 On comprendra d'après la description qui précède que
15 la présente invention permet d'obtenir une tête magnétique à films minces à performances d'enregistrement/reproduction et à rendement élevés ainsi qu'un procédé donnant les possibilités de fabriquer la tête magnétique à films minces avec une production améliorée.

20 Dans la description qui précède, on a supposé que l'on utilisait du Sendust comme matière magnétique pour les films minces. Toutefois, il va de soi que l'on peut tout aussi bien appliquer la présente invention à une tête magnétique à films minces dans laquelle les films minces magnétiques sont formés
25 par d'autres métaux magnétiques tels que du Permalloy, ou des matières magnétiques amorphes qui contiennent du fer, du cobalt et du nickel comme composants principaux.

REVENDICATIONS

1. Tête magnétique à films minces, caractérisée par le fait qu'elle comprend : un substrat (1) formé par une matière non-magnétique ; un premier film mince magnétique (2) formé sur ledit substrat (1) ; une rainure (3) formée dans ledit premier film mince magnétique (2) dans une région prédéterminée avec une profondeur atteignant ledit substrat non-magnétique (1) ; un film mince non-magnétique (4) formé sur au moins une paroi (3a) de ladite rainure ; et un second film mince magnétique (5) disposé dans ladite rainure, lesdits premier et second films minces magnétiques (2, 5) constituant un noyau de la tête magnétique, tandis qu'un des intervalles constitués par ledit film mince non-magnétique (4) sert d'entrefer de ladite tête magnétique.

2. Tête magnétique à films minces suivant la revendication 1, caractérisée par le fait qu'au moins un desdits premier et second films minces magnétiques (2, 5) est composé d'au moins deux couches de films minces.

3. Tête magnétique à films minces suivant les revendications 1 ou 2, caractérisée par le fait que la section droite de ladite rainure (3) a une forme en V.

4. Tête magnétique à films minces suivant la revendication 1 ou 2, caractérisée par le fait que lesdits premier et second films minces magnétiques (2, 5) sont formés par une matière magnétique choisie parmi le groupe comprenant le Sendust, le Permalloy et les matières amorphes contenant du fer, du cobalt et du nickel comme composants principaux.

5. Tête magnétique à films minces, caractérisée par le fait qu'elle comprend : un substrat (1) formé par une matière non-magnétique ; un premier film mince magnétique (2) formé sur une surface dudit substrat (1) et comportant une première rainure (3) dont une première surface (3a) de la paroi constitue une surface d'entrefer et qui a une profondeur atteignant au moins ladite surface du substrat (1) de sorte qu'une partie dudit premier film mince magnétique (2) située sur un des côtés

de ladite première rainure (3) constitue un circuit magnétique principal pour une première moitié d'un noyau de tête magnétique, tandis que l'autre partie dudit premier film mince magnétique située sur l'autre côté de ladite première rainure (3) constitue un circuit magnétique auxiliaire pour la seconde moitié dudit noyau de tête magnétique ; un film mince non-magnétique (4) formé sur au moins ladite première surface (3a) de la paroi de ladite première rainure (3) ; un second film mince magnétique (5) formé sur ledit premier film mince magnétique (2) déposé avec ledit film mince non-magnétique (4) et comportant une seconde rainure (6) dont la profondeur à l'endroit dudit entrefer (3a, 4) de tête magnétique atteint au moins la surface de la partie dudit premier film mince magnétique (2) qui constitue ledit circuit magnétique principal, ledit second film mince magnétique comportant une première partie qui constitue un circuit magnétique auxiliaire pour la première moitié dudit noyau de tête magnétique et une seconde partie qui constitue un circuit magnétique principal pour la seconde moitié dudit noyau de tête magnétique, ladite seconde rainure (6) étant intercalée entre lesdites première et seconde parties dudit second film mince magnétique, l'entrefer (3a, 4) de tête magnétique étant formé entre les faces d'extrémité opposées desdites parties de circuit magnétique principal desdits premier et second films minces magnétiques (2, 5) avec ledit film mince non-magnétique (4) pris en sandwich entre lesdites faces d'extrémité opposées.

6. Tête magnétique à films minces suivant la revendication 5, caractérisée par le fait qu'au moins un desdits premier et seconds films minces magnétiques (2, 5) est constitué par deux ou plus de deux couches de films laminaires.

7. Tête magnétique à films minces suivant les revendications 5 ou 6, caractérisée par le fait que ladite première rainure (3) a une section droite en forme de V.

8. Tête magnétique à films minces suivant la revendication 7, caractérisée par le fait que ladite rainure (3) à

profil en V comporte une face (3b) de paroi qui est disposée en regard de la face (3a) de paroi constituant une partie dudit entrefer de tête magnétique avec un angle d'inclinaison qui n'est pas supérieur à 20° par rapport audit substrat.

5 9. Procédé pour fabriquer une tête magnétique à films minces, caractérisé par le fait qu'il comprend les phases ci-après :

(a) on dépose un premier film mince magnétique (2) sur une surface d'un substrat non-magnétique (1) ;

10 (b) on forme une première rainure (3) à section droite en forme de V dans ledit premier film mince magnétique (2) en un endroit voulu, ladite rainure (3) ayant une profondeur atteignant la surface dudit substrat non-magnétique (1) ;

(c) on dépose un film non-magnétique (4) sur une
15 première (3a) des faces de paroi de ladite première rainure à section droite en forme de V pour déterminer la longueur d'un entrefer de tête magnétique ;

(d) on dépose un second film mince magnétique (5) sur l'ensemble obtenu à l'aide des phases (a) à (c) ; et

20 (e) on forme une seconde rainure (6) ayant une profondeur atteignant le sommet de ladite première face (3a) de paroi de ladite première rainure (3).

10. Procédé pour fabriquer une tête magnétique à films minces selon la revendication 9, caractérisé par le fait que la
25 seconde face (3b) de paroi de ladite première rainure (3) à section droite en forme de V se trouve en regard de ladite première face de paroi, ladite seconde face (3b) de paroi étant inclinée par rapport à la surface dudit substrat d'un angle (θ_4) qui n'est pas supérieur à 20° , et ladite seconde rainure
30 étant formée à l'aide d'un procédé d'attaque par ions dans lequel on projette un faisceau d'ions d'attaque de façon sensiblement parallèle à ladite seconde face (3b) de paroi.

1/5

FIG. 1
TECHNIQUE ANTERIEURE

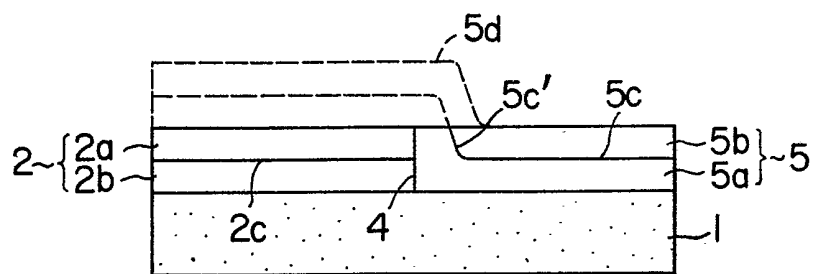
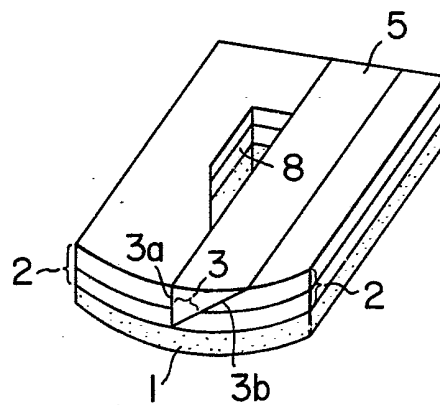


FIG. 2



2/5

FIG. 3

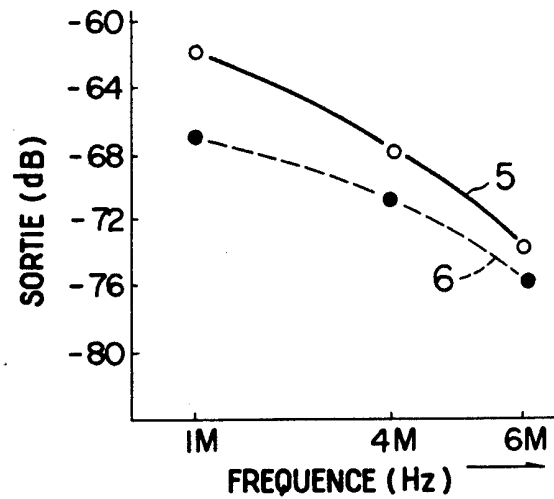


FIG. 4

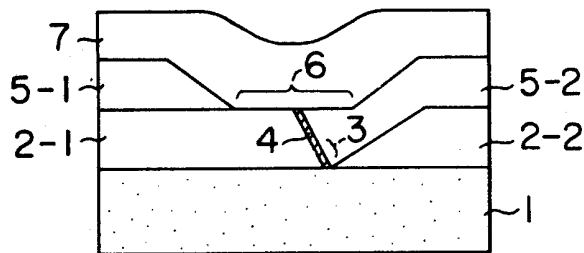
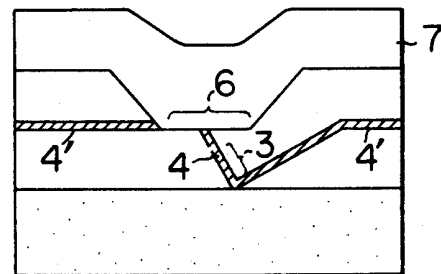


FIG. 5



3/5

FIG. 6a

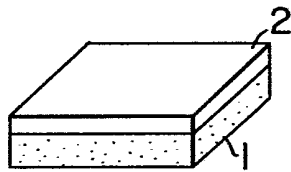


FIG. 6b

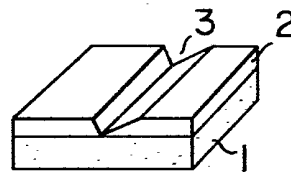


FIG. 6c

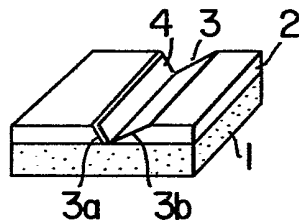


FIG. 6d

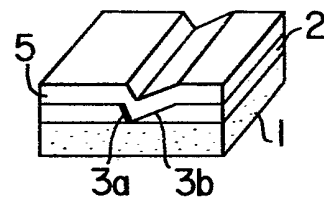


FIG. 6e

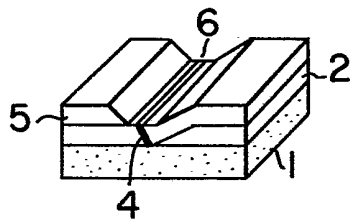


FIG. 6f

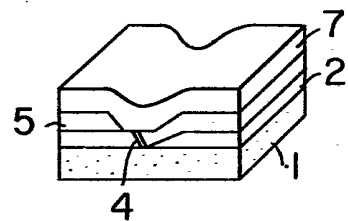


FIG. 6g

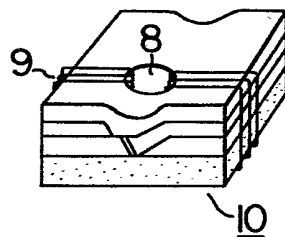
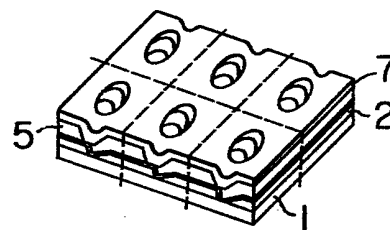


FIG. 7



4/5

FIG. 8a

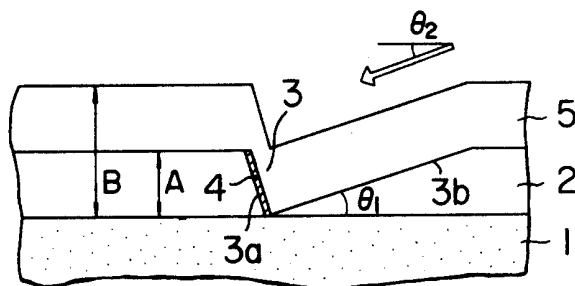


FIG. 8b

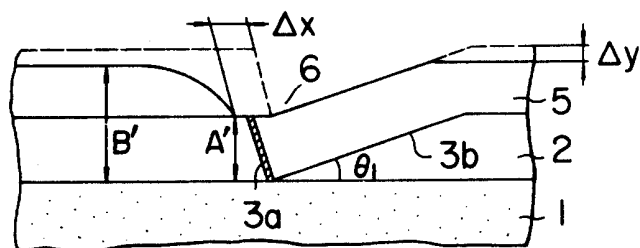


FIG. 9

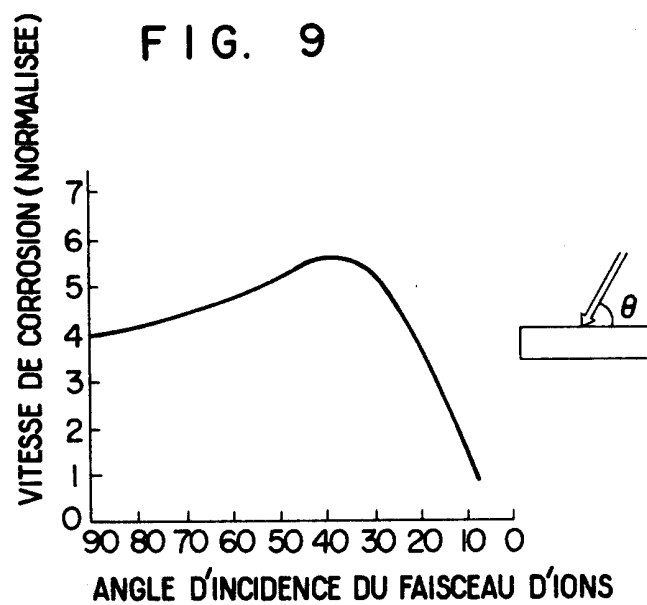


FIG. 10

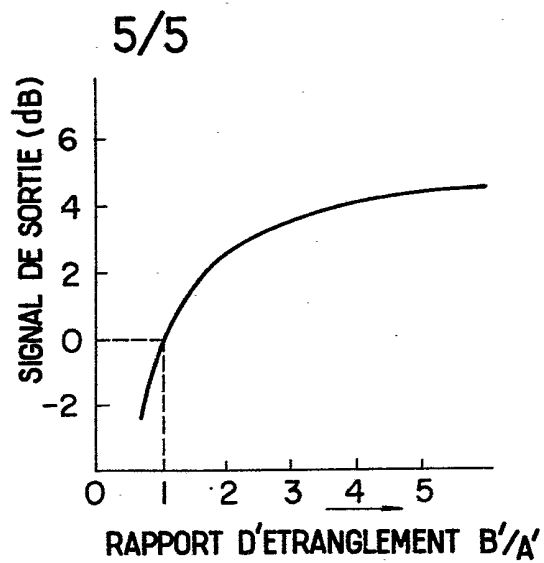


FIG. 11

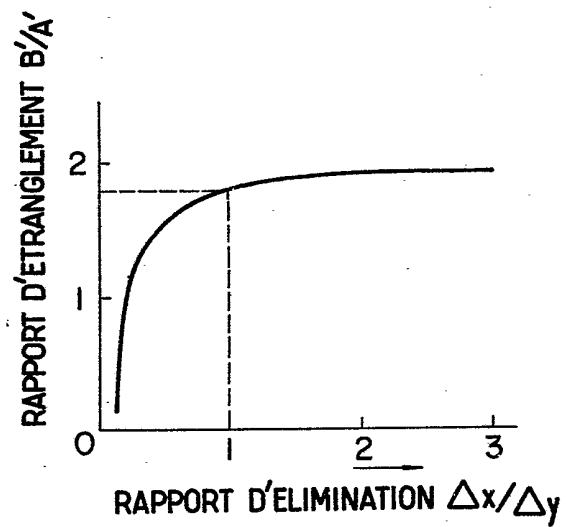


FIG. 12

