

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11) N° de publication : **2 877 485**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21) N° d'enregistrement national : **04 52528**

51) Int Cl⁸ : G 11 B 5/29 (2006.01), G 11 B 5/39, 5/84

12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 04.11.04.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 05.05.06 Bulletin 06/18.

56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71) Demandeur(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE Etablissement public à caractère scientifique technique et industriel — FR.

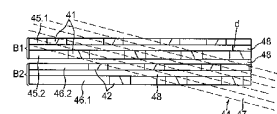
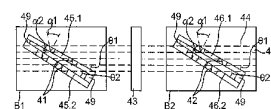
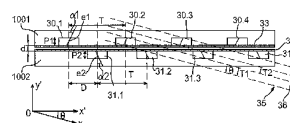
72) Inventeur(s) : ALBERTINI JEAN BAPTISTE et GAUD PIERRE.

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : BREVATOME.

54) DISPOSITIF D'ENREGISTREMENT ET/OU DE LECTURE A TETES MAGNETIQUES MULTIPLES AZIMUTEES.

57) Il s'agit d'un dispositif d'enregistrement et/ou de lecture d'un support magnétique (35) avec des pistes magnétiques (36), comportant plusieurs têtes magnétiques comprenant chacune une paire de pièces polaires (30.1-30.4, 31.1-31.4) séparées par un entrefer (e1, e2) aimantique ayant un angle d'azimut (α_1 , α_2) donné. Les paires de pièces polaires (30.1-30.4, 31.1-31.4) sont réparties sur plusieurs supports (1001, 1002) solidaires, les entrefers des paires de pièces polaires sur un même support ayant tous le même angle d'azimut. Au moins deux supports comportent des paires de pièces polaires qui ont des angles d'azimut différents, chaque support présentant un angle d'inclinaison (θ) donné par rapport aux pistes magnétiques (36).



FR 2 877 485 - A1



**DISPOSITIF D'ENREGISTREMENT ET/OU DE LECTURE A TETES
MAGNETIQUES MULTIPLES AZIMUTEES**

DESCRIPTION

DOMAINE TECHNIQUE

La présente invention a pour objet un
5 dispositif d'enregistrement et/ou de lecture à têtes
magnétiques multiples à entrefers azimutés ainsi qu'un
procédé de réalisation d'un tel dispositif.

Ce dispositif à têtes magnétiques multiples
trouve son application dans l'enregistrement magnétique
10 et/ou la lecture de données sur tout support magnétique
d'enregistrement qu'il soit magnétique ou magnéto-
optique et plus particulièrement sur bande magnétique.
Par la suite, on a employé le terme support magnétique
et cela englobe les supports magnétiques et les
15 supports magnéto-optiques. De la même manière,
lorsqu'on parle de pistes magnétiques cela englobe les
pistes d'un support magnétique et celles d'un support
magnéto-optique.

20 **ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE**

Rappelons que la bande magnétique est le
support d'informations le plus adapté aujourd'hui pour
le stockage compact de grandes quantités
d'informations, typiquement de l'ordre du téraoctet (1
25 téraoctet = 10^{12} octets = $8 \cdot 10^{12}$ bits) et au-delà. Les
applications finales du stockage sur bande magnétique
sont typiquement l'archivage et la sauvegarde de

données informatiques ou plus généralement numériques. Ces données peuvent être par exemple celles de bases de données, de films numérisés, de l'audio ou des fichiers informatiques provenant souvent d'ordinateurs ou
5 d'appareils numériques comme les caméscopes, magnétoscopes ou serveurs. Ces données sont souvent appelées « multimédia » et ont une origine industrielle, professionnelle ou grand public.

Parmi les différents types
10 d'enregistrements sur support magnétique, nous pouvons citer :

- l'enregistrement linéaire dans lequel un ensemble fixe de têtes magnétiques multiples écrit et lit plusieurs pistes magnétiques en parallèle sur une
15 bande magnétique défilant linéairement,

- l'enregistrement hélicoïdal dans lequel une ou plusieurs paires de têtes magnétiques, montées sur un tambour cylindrique tournant à grande vitesse, écrivent et lisent des pistes magnétiques en forme de
20 portions d'hélices sur une bande magnétique défilant lentement en s'enroulant et glissant autour du tambour,

- l'enregistrement magnéto-optique dans lequel un ensemble de têtes magnétiques écrit des pistes magnétiques sur un support magnétique, la
25 lecture étant assurée par un faisceau laser détectant directement ou indirectement, par effet Kerr ou Faraday, l'aimantation des bits préalablement écrits.

Nous allons dans la suite nous focaliser sur l'enregistrement linéaire bien que l'invention
30 puisse s'appliquer aussi tout à fait à l'enregistrement hélicoïdal ou à l'enregistrement magnéto-optique.

La figure 1 donne une représentation schématique de ce type d'enregistrement. Une barrette 1 de têtes magnétiques 3 espacées d'un pas D est disposée le long d'une génératrice d'un support 2 cylindrique fixe (tambour). Chaque tête magnétique 3 comporte deux pièces polaires 3.1, 3.2 séparées par un entrefer 3.3 amagnétique. Par la suite, quand on va parler de l'entrefer d'une paire de pièces polaires, il s'agit de l'entrefer séparant deux pièces polaires d'une paire.

10 Le support magnétique d'enregistrement 4 à lire ou à enregistrer se déplace linéairement à proximité de la barrette 1. Ce type d'enregistreur a l'avantage d'être relativement simple mécaniquement (têtes magnétiques fixes ou faiblement mobiles) et permet, grâce à ses

15 têtes magnétiques multiples, des débits de données élevés.

Cependant, il n'est pas optimum en terme de densité d'enregistrement. Le fait d'avoir un pas D entre têtes magnétiques 3 relativement important dans la configuration standard à cause de l'encombrement du circuit magnétique et des moyens d'enregistrement et/ou de lecture oblige :

20

- d'une part à avoir un enregistrement en « serpentín », c'est-à-dire un nombre important d'allers-retours pour enregistrer l'ensemble du support magnétique 4 avec des pistes 5 dont le pas T' est plus petit que le pas D ,

25

- d'autre part, compte tenu des problèmes de suivi de piste 5 et des écarts de températures possibles, d'avoir un espace I entre pistes 5

30 important, d'où une perte de place.

De plus, les pistes 5 enregistrées en une seule passe étant à relativement grande distance, la lecture simultanée de ces pistes 5 relativement espacées est pénalisée par la flexibilité mécanique du support magnétique d'enregistrement 4 qui peut provoquer des erreurs de lecture liées au mauvais alignement des bits de ces pistes.

Le brevet US-A-5 452 165 permet de pallier à certaines de ces difficultés. On peut se référer à la figure 2. Les têtes magnétiques 13.1, 13.2 sont disposées l'une à la suite de l'autre sur un même support 12 (une barrette) qui est orienté selon un axe longitudinal x' (dit axe longitudinal de la succession de têtes magnétiques) incliné d'un angle θ (appelé angle d'inclinaison, en anglais tilt angle) par rapport à un axe longitudinal x des pistes 15 du support magnétique d'enregistrement 14.

Les têtes magnétiques 13.1, 13.2 permettent d'enregistrer et/ou de lire simultanément des bits d'information sur plusieurs pistes 15 adjacentes de manière inclinée avec des angles d'azimut opposés $+\alpha$ et $-\alpha$ d'une tête magnétique à la suivante. Ces angles d'azimut sont mesurés par rapport à une normale à l'axe longitudinal x' des têtes 13.1 ou 13.2. Deux têtes magnétiques successives 13.1, 13.2 possèdent chacune un entrefer 13.a, 13.b qui est décalé de $+\alpha$ ou $-\alpha$ respectivement par rapport au plan perpendiculaire à la direction générale x' des têtes magnétiques. Ces angles d'azimut, quand ils sont différents, permettent de minimiser la diaphonie entre deux pistes successives.

Cette configuration permet de resserrer la distance entre pistes de manière à les rendre jointives ou quasi jointives.

La distance D entre têtes magnétiques est
 5 réduite par l'emploi de bobinages en forme de solénoïde (non représentés) comme moyens d'enregistrement et/ou de lecture. Les bobinages en forme de solénoïde permettent de réduire la distance inter-piste par rapport aux bobinages planaires traditionnels.

10 Bien que satisfaisante dans son approche, des inconvénients majeurs découlent de cette structure. Le fait d'avoir des angle d'azimut opposés $+\alpha$ et $-\alpha$ sur une même barrette 12 ainsi qu'un angle d'inclinaison θ donné entraîne par exemple qu'on ne
 15 peut jamais obtenir des largeurs de pistes identiques d'une piste à une autre et donc que l'on a toujours des valeurs de signaux électriques différents sur ces pistes. Les bits d'information inscrits sur ces pistes possèdent un angle d'azimut final par rapport à une
 20 normale à la piste qui est fonction de l'angle d'inclinaison et des angles d'azimut des paires de pièces polaires.

En effet, on a dénommé T1 la largeur de la piste 15 qui coopère avec la tête magnétique 13.1 et T2
 25 la largeur de la piste 15 qui coopère avec la tête magnétique 13.2.

$$\text{On a } T1 = P \cos(\alpha - \theta) / \cos(\alpha)$$

et $T2 = P \cos(\alpha + \theta) / \cos(\alpha)$ et donc $T1 \neq T2$ dans le cas général, P représente la largeur des pièces
 30 polaires de chaque tête magnétique. On suppose que les

pièces polaires de toutes les têtes magnétiques ont la même largeur.

Un autre problème est que la réalisation industrielle de telles têtes magnétiques est très
5 difficile. Les têtes magnétiques d'une même barrette sont réalisées simultanément. L'angle d'azimut doit être réalisé avec une très grande précision. Par exemple pour le nouveau standard dit DVC pour Digital Video cassette, l'angle d'azimut est de 20 degrés (en
10 valeur absolue) plus ou moins $0,15^\circ$. Il est très difficile de réaliser ces angles d'azimut opposés avec une telle précision dans une fabrication par lots. Il est également difficile de bien maîtriser d'une tête magnétique à une autre, la longueur de l'entrefer, et
15 la largeur des pièces polaires.

Le problème majeur de cette structure est qu'elle donne peu de degrés de liberté sur les paramètres : angle d'azimut α et largeur des pièces polaires P. Les pistes écrites ont une largeur qui est
20 donnée par les formules citées plus haut. Cela ne permet pas de s'adapter à des normes pour lesquelles les largeurs de pistes seraient par exemple égales ou bien pour lesquelles les angles d'azimut seraient incompatibles avec la technique de dépôt décrite dans
25 le brevet US-A-5 452 165. En effet la pente de l'entrefer est peu facilement contrôlable.

On connaît également dans la demande de brevet FR-A-2 774 797 un dispositif d'enregistrement et/ou de lecture à têtes magnétiques multiples
30 azimutées. Ce dispositif comporte plusieurs supports assemblés sur lesquels sont réparties des têtes

magnétiques. Ce dispositif ne prévoit pas que les supports aient un angle d'inclinaison par rapport aux pistes. Il ne permet donc pas de réaliser des têtes magnétiques « massivement parallèles », la réalisation
5 de têtes pour lire ou écrire n pistes demandant n supports assemblés, ce qui limite en pratique n à 2, 3 ou 4 pour des raisons de rendement. Les contraintes lors des assemblages conduisent à une fragilisation du dispositif d'enregistrement et/ou de lecture.

10 Ce dispositif ne prévoit pas non plus de têtes coopérant avec des pistes se chevauchant, comme on le fait aujourd'hui dans l'industrie, car la distance, normale aux supports, entre deux paires de pièces polaires appartenant à deux supports consécutifs
15 est supérieure ou égale à zéro. Cette configuration ne permet pas au dispositif d'enregistrement et/ou de lecture de s'adapter à des normes d'enregistrement variées.

20 **EXPOSÉ DE L'INVENTION**

L'objectif principal de ce brevet est de résoudre les problèmes laissés en suspend par le brevet US-A-5 452 165 et le brevet FR-A-2 774 797.

- proposer une solution permettant de
25 réaliser des têtes magnétiques 'massivement parallèles', adaptées à des normes d'enregistrement variées : angle d'azimut, largeur de piste, interpiste adaptables. Ce dispositif autorise notamment des pistes de même largeur, jointives, quasi-jointives ou
30 indentées ;

- donner un mode de réalisation industriel réaliste, à rendement élevé, conduisant à une plus grande précision dans les angles d'azimut, ayant un coût plus compétitif pour des têtes multiples au-delà
5 de double.

Pour résoudre le problème de la largeur des pistes qui ne peut jamais être constante dans l'art antérieur, l'idée est ici (au contraire du brevet US-A-5 452 165) de placer les têtes magnétiques à la suite
10 l'une de l'autre et de répartir leurs paires de pièces polaires séparées par l'entrefer sur plusieurs supports, les entrefers des paires de pièces polaires sur un même support ayant un même angle d'azimut, les paires de pièces polaires sur un même support ayant la
15 même épaisseur, chaque support ayant un angle d'inclinaison donné par rapport aux pistes magnétiques.

Plus précisément la présente invention concerne un dispositif d'enregistrement et/ou de lecture d'un support magnétique avec des pistes,
20 magnétiques, comportant plusieurs têtes magnétiques comprenant chacune une paire de pièces polaires séparées par un entrefer amagnétique ayant un angle d'azimut donné. Les paires de pièces polaires sont réparties sur plusieurs supports solidaires, les
25 entrefers des paires de pièces polaires sur un même support ayant tous le même angle d'azimut.

Ainsi deux supports et un assemblage suffisent pour obtenir un nombre quasi illimité de têtes magnétiques, avec n têtes magnétiques sur chaque
30 support, on obtient un dispositif à $2n$ têtes magnétiques.

* Au moins deux supports comportent des paires de pièces polaires dont les entrefers ont des

angles d'azimut différents, chaque support présentant un angle d'inclinaison donné par rapport aux pistes magnétiques.

Il est avantageux que les paires de pièces polaires se trouvant sur un même support aient toutes une même largeur.

Les angles d'inclinaison peuvent être, pour au moins deux supports, par exemple consécutifs, égaux ou bien différents.

Lorsqu'ils sont parallèles, des supports consécutifs définissent une distance inter-pièce polaire qui est la distance entre des plans de faces en regard de pièces polaires situées sur les supports consécutifs.

Un blindage magnétique et/ou des moyens de lecture magnétorésistifs peuvent être placés dans un espace correspondant à la distance inter-pièce polaire.

Lorsque l'angle d'inclinaison θ est le même pour deux supports consécutifs, c'est-à-dire lorsque les supports sont parallèles, la distance inter-pièce polaire est donnée par $d = [\text{tg}(\theta) \cdot (T + D)] - (P1 + P2)$ avec θ angle d'inclinaison des supports par rapport aux pistes, T pas longitudinal des entrefers des paires de pièces polaires placées sur un même support, D décalage longitudinal par rapport aux supports entre deux paires de pièces polaires consécutives placées sur deux supports consécutifs, $P1$ largeur des paires de pièces polaires sur un premier support, $P2$ largeur des pièces polaires sur un second support consécutif au premier support.

Deux paires de pièces polaires appartenant à des supports différents, par exemple consécutifs,

peuvent coopérer avec deux pistes magnétiques consécutives pour les lire ou les enregistrer.

Pour que les largeurs de pistes du support magnétique soient égales, la relation suivante est
 5 vérifiée : $P_1 \cdot \cos(\alpha_1 - \theta) / \cos(\alpha_1) = P_2 \cdot \cos(\alpha_2 + \theta) / \cos(\alpha_2)$
 avec P_1 largeur des paires de pièces polaires sur un premier support, α_1 angle d'azimut des entrefers des paires de pièces polaires sur ce premier support, P_2
 largeur des paires de pièces polaires sur un second
 10 support, α_2 angle d'azimut des entrefers des paires de pièces polaires sur ce second support, θ angle d'inclinaison des supports par rapport aux pistes magnétiques.

Un choix avantageux pour les angles
 15 d'azimut est que $\alpha_1 = \alpha_2 + 2\theta$. On obtient alors sur deux pistes magnétiques consécutives des inscriptions ayant des angles d'azimut opposés. C'est le cas de la plupart des normes classiques comme la norme DVC (+/- 20°).

20 Un autre choix avantageux est que $\alpha_1 = -\alpha_2 = \alpha$ en valeur absolue. On peut utiliser pour la fabrication des têtes magnétiques des supports ayant une même orientation cristallographique. Une rotation de 180° du support dans son plan permet une gravure
 25 avec un angle $-\alpha$ si un angle $+\alpha$ a d'abord été gravé. Il suffit alors de choisir la largeur $P_2 = P_1 \cdot \cos(\alpha - \theta) / \cos(\alpha + \theta)$ pour obtenir des pistes magnétiques d'enregistrement de même largeur.

Deux supports consécutifs peuvent former un
 30 support commun sur lequel deux séries de paires de pièces polaires sont placées de part et d'autre d'une

couche électriquement isolante du support commun. On pourra par exemple utiliser un substrat de type SOI (silicium sur isolant) comme support commun.

Les paires de pièces polaires d'un support
5 peuvent être celles de têtes magnétiques de lecture ou d'enregistrement.

Le dispositif d'enregistrement et/ou de lecture peut comporter au moins un bloc de supports pour l'enregistrement et au moins un bloc de supports pour la
10 lecture, ces blocs étant disposés à la suite l'un de l'autre dans le sens des pistes magnétiques.

En variante, il peut comporter au moins un bloc d'un ou plusieurs supports pour l'enregistrement et au moins un bloc d'un ou plusieurs supports pour la
15 lecture, les supports de ces blocs étant solidarisés les uns aux autres.

Pour éviter des problèmes de diaphonie, un bloc pour la lecture peut être séparé d'un bloc pour l'enregistrement par un écran de blindage.

Il est envisageable que les supports d'un
20 bloc pour la lecture soient alternés avec les supports d'un bloc pour l'enregistrement. Il est alors aisé d'aligner les entrefers servant à la lecture et à l'enregistrement.

Le blindage magnétique et/ou les moyens de
25 lecture magnétorésistifs peuvent être contenus dans une couche inter-support placée dans l'espace correspondant à la distance inter-pièce polaire, cette couche inter-support séparant un support d'un bloc de lecture d'un
30 support d'un bloc d'enregistrement.

Le dispositif d'enregistrement et/ou de lecture comporte, pour chaque tête magnétique, un circuit magnétique intégrant une paire de pièces polaires et éventuellement un guide de flux magnétique, ce circuit magnétique coopérant avec des moyens d'enregistrement et/ou de lecture. Dans ce contexte, un guide de flux magnétique peut comprendre plusieurs parties : le noyau d'un bobinage solénoïde, des plots, une pièce magnétique arrière, un guide de flux de capteur magnétorésistif.

Les moyens d'enregistrement et/ou de lecture peuvent être inductifs ou magnétorésistifs.

Des circuits de traitement du signal peuvent coopérer avec les moyens d'enregistrement et/ou de lecture.

La présente invention concerne également un procédé de réalisation d'un dispositif d'enregistrement et/ou de lecture sur un support magnétique à pistes magnétiques. Il comporte les étapes suivantes :

sur un premier substrat réalisation de plusieurs premières paires de pièces polaires de premières têtes magnétiques, ces pièces polaires étant séparées par un entrefer amagnétique ayant un même premier angle d'azimut ;

sur un second substrat réalisation de plusieurs secondes paires de pièces polaires de secondes têtes magnétiques, ces pièces polaires étant séparées par un entrefer amagnétique ayant un même second angle d'azimut;

assemblage du premier substrat au second substrat en les positionnant en faisant en sorte que le

premier angle d'azimut et le second angle d'azimut soient différents après assemblage ;

réalisation de moyens d'enregistrement et/ou de lecture et éventuellement de guides de flux magnétiques aptes à coopérer chacun avec une paire de pièces polaires des premières paires de pièces polaires et/ou des secondes paires de pièces polaires ;

traitement des substrats pour leur donner un angle d'inclinaison donné par rapport aux pistes magnétiques.

L'assemblage du premier et du second substrat peut avoir lieu avant ou après le traitement.

On peut prévoir d'insérer une couche en matériau électriquement isolant entre les deux substrats.

On peut prévoir d'insérer des cales en matériau électriquement isolant entre les deux substrats.

Les moyens d'enregistrement et/ou de lecture et les éventuels guides de flux magnétique peuvent être réalisés sur au moins un troisième substrat qui est positionné et assemblé avec le premier substrat et/ou le second substrat. Une étape de réduction de l'épaisseur d'au moins des substrats peut être prévue avant assemblage.

Le premier substrat peut être assemblé à un premier troisième substrat après retournement de l'un d'entre eux, le second substrat est assemblé à un autre troisième substrat après retournement de l'un d'entre eux, le premier substrat est assemblé au second substrat. Une étape de réduction de l'épaisseur d'au

moins un des substrats peut être prévue avant assemblage. Une étape d'insertion des cales et/ou d'une couche inter pièces polaires peut aussi être prévue.

En variante, les moyens d'enregistrement et/ou de lecture et les éventuels guides de flux magnétique peuvent être réalisés sur l'un et/ou l'autre du premier et du second substrat. Cette réalisation peut avoir lieu avant ou après leur assemblage.

Le traitement peut consister à réaliser une rectification des substrats avant ou après assemblage ou encore à assembler les substrats ou une ou plusieurs parties des substrats dans un même support mécanique conférant l'inclinaison aux substrats.

L'angle d'inclinaison du premier substrat peut être différent de celui du second substrat.

Le procédé peut comporter une étape consistant à réaliser dans le second substrat des paires de plots magnétiques de raccordement destinées à raccorder magnétiquement chacune des moyens d'enregistrement et/ou de lecture ou un guide de flux à une paire de pièces polaires du premier substrat.

Lorsqu'il y a deux troisièmes substrats, les paires de pièces polaires du premier substrat sont couplées à des moyens d'enregistrement et/ou de lecture ou un guide de flux de l'un des troisièmes substrats, les paires de pièces polaires du second substrat sont couplées à des moyens d'enregistrement et/ou de lecture ou un guide de flux de l'autre troisième substrat.

Les premier et second substrats peuvent être assemblés l'un à l'autre après retournement de l'un d'entre eux.

Une étape d'amincissement de l'un au moins des substrats peut être prévue avant et/ou après l'assemblage.

Le positionnement se fait avec alignement
5 des substrats.

Pour obtenir une première ou seconde paire de pièces polaires, on peut réaliser un premier caisson par gravure anisotrope dans le premier ou le second substrat, on peut former une couche amagnétique sur le
10 premier ou le second substrat, on peut remplir le premier caisson de matériau magnétique, on peut réaliser par gravure isotrope un second caisson qui jouxte le premier caisson, on peut remplir le second caisson de matériau magnétique.

15 Cette couche amagnétique, ayant une épaisseur sensiblement uniforme tapisse les flancs des premiers caissons. Le matériau amagnétique peut être formé avantageusement par oxydation superficielle du premier ou du second substrat.

20 Pour obtenir une paire de plots magnétiques, on peut réaliser par gravure isotrope, une paire de caissons dans le second substrat, entre deux paires de pièces polaires du second substrat et on peut remplir la paire de caissons de matériau magnétique.

25 On peut réaliser une planarisation de surface après l'une quelconque des étapes de remplissage de matériau magnétique.

Le premier substrat et/ou le second substrat peuvent être formés de matériau électriquement
30 isolant situé entre deux couches, l'une des couches

comportant les caissons étant monocristalline, l'autre étant éventuellement éliminée ultérieurement.

En variante, le premier substrat et/ou le second substrat peuvent être formés d'un matériau
5 électriquement isolant situé entre une couche de matériau résistant à l'usure et une couche de matériau monocristallin comportant les caissons.

L'assemblage peut se faire par collage, par assemblage moléculaire, par assemblage anodique ou par
10 billes fusibles.

Le troisième substrat au sein duquel se trouveront les moyens d'enregistrement et/ou de lecture et les éventuels guides de flux magnétique peut être éventuellement multicouche avec une couche en matériau
15 électriquement isolant.

En variante, le troisième substrat au sein duquel se trouveront les moyens d'enregistrement et/ou de lecture et les éventuels guides de flux magnétique, peut comporter une couche en matériau résistant à
20 l'usure éventuellement recouverte de matériau électriquement isolant.

Une étape de réalisation de moyens de traitement du signal (préamplificateurs, multiplexeurs, démultiplexeurs) peut être est prévue, ils coopèrent
25 avec les moyens de lecture et/ou d'enregistrement.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description d'exemples de réalisation
30 donnés, à titre purement indicatif et nullement

limitatif, en faisant référence aux dessins annexés sur lesquels :

-la figure 1 (déjà décrite) montre un dispositif d'enregistrement et/ou de lecture linéaire de l'art antérieur ;

la figure 2 (déjà décrite) montre un dispositif d'enregistrement et/ou de lecture tel que montré dans le brevet US-A-5 452 165 ;

les figures 3 à 7 montrent plusieurs variantes d'un dispositif d'enregistrement et/ou de lecture selon l'invention ;

les figures 8A, 8B montrent une vue de côté et une vue dans l'espace d'un dispositif d'enregistrement et/ou de lecture dont le procédé de réalisation va être décrit par la suite ;

les figures 9A à 9D illustrent des étapes de réalisation sur un premier substrat de premières paires de pièces polaires d'un dispositif d'enregistrement et/ou de lecture selon l'invention ;

les figures 10A, 10B illustrent des étapes de réalisation sur un second substrat de secondes paires de pièces polaires d'un dispositif d'enregistrement et/ou de lecture selon l'invention ainsi que de paires de plots magnétiques de raccordement et de pièces magnétiques arrière ;

les figures 10C, 10D illustrent l'assemblage du premier et du second substrat ;

les figures 11A à 11E illustrent des étapes de réalisation sur un troisième substrat de circuits magnétiques (en partie) et de moyens d'enregistrement et/ou de lecture d'un dispositif d'enregistrement et/ou

de lecture selon l'invention, la figure 11E étant une vue latérale en coupe de la figure 11D ;

les figures 12A, 12B illustrent les étapes d'assemblage du troisième substrat à la structure de la
5 figure 10D ;

la figure 13 illustre le regroupement sur un même support mécanique de deux groupes de têtes magnétiques, ces groupes de têtes magnétiques présentant un même angle d'inclinaison par rapport aux
10 pistes du support magnétique d'enregistrement.

les figures 14A à 14H illustrent des étapes de réalisation d'une variante d'un dispositif d'enregistrement et/ou de lecture selon l'invention dans lequel lors de l'assemblage un retournement de
15 180° sur deux axes a été effectué ;

les figures 15A et 15B illustrent des étapes de réalisation d'une autre variante d'un dispositif d'enregistrement et/ou de lecture selon l'invention ;

20 la figure 16 montre une vue dans l'espace d'une variante d'un dispositif de lecture selon l'invention dans lequel les moyens de lecture sont formés de barreaux magnéto-résistifs ;

les figures 17A, 17B illustrent des étapes
25 de réalisation du dispositif de lecture illustré à la figure 16 , la figure 17C illustrant une autre variante d'un dispositif de lecture selon l'invention ;

la figure 18 montre deux substrats portant des paires de pièces polaires sur le point d'être
30 assemblés par des billes fusibles ce qui permet un alignement précis des substrats.

Des parties identiques, similaires ou équivalentes des différentes figures portent les mêmes références numériques de façon à faciliter le passage d'une figure à l'autre.

5 Les différentes parties représentées sur les figures ne le sont pas nécessairement selon une échelle uniforme, pour rendre les figures plus lisibles.

10 **EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS**

On va maintenant décrire un dispositif à têtes magnétiques selon l'invention en se référant à la figure 3.

15 Ce dispositif est destiné à l'enregistrement et/ou la lecture d'informations sur des pistes magnétiques portées par un support magnétique. Ce support magnétique est représenté comme une bande mais d'autres formes seraient possibles par exemple un disque. L'exemple qui va être décrit
20 s'applique à un enregistrement magnétique ou magnéto-optique linéaire, mais un tel dispositif d'enregistrement et/ou de lecture pourrait être utilisé dans le cadre d'un enregistrement hélicoïdal.

On rappelle qu'une tête magnétique comporte
25 classiquement un circuit magnétique de fermeture de flux magnétique se terminant sur une paire de pièces polaires séparées par un entrefer amagnétique. Ce circuit magnétique peut inclure, en plus des paires de pièces polaires, un guide de flux magnétique. Dans
30 certaines configurations, le guide de flux magnétique

est absent et les paires de pièces polaires ont une forme appropriée pour avoir cette fonction de guide de flux magnétique.

Des moyens d'enregistrement et/ou de
5 lecture coopèrent avec le circuit magnétique, il peut s'agir d'au moins un bobinage qui entoure le guide de flux magnétique, s'il y en a un, pour les têtes inductives d'enregistrement et/ou de lecture ou bien d'une magnétorésistance pour les têtes magnétiques de
10 lecture. Cette magnétorésistance peut être insérée dans le guide de flux au niveau d'un entrefer de celui-ci, elle peut avantageusement prendre la forme d'un barreau en matériau à magnétorésistance géante GMR (abréviation anglo-saxonne de Giant Magneto Resistance) ou à
15 magnétorésistance à effet tunnel TMR. En l'absence de guide de flux, la magnétorésistance coopère directement avec une paire de pièces polaires.

Le dispositif objet de l'invention comporte plusieurs têtes magnétiques 30.1 à 30.4, 31.1 à 31.4
20 qui sont matérialisées chacune par une paire de pièces polaires séparées par un entrefer e1, e2 amagnétique. Le dispositif comporte également plusieurs supports 1001, 1002 solidaires et les paires de pièces polaires des têtes magnétiques sont réparties à la suite l'une
25 de l'autre sur ces supports 1001, 1002. Le dispositif comporte également entre deux supports 1001, 1002, au moins une couche inter-support 33, 34 permettant de séparer les niveaux de paires de pièces polaires par une distance d bien ajustée. Cette distance d sépare
30 des plans de faces en regard des pièces polaires situées sur des supports consécutifs. Elle est normale

à ces supports. Dans l'exemple il n'y a que deux supports 1001, 1002 et ils sont parallèles, des premières paires de pièces polaires des têtes magnétiques 30.1 à 30.4 sont supportées par le premier support 1001 et des secondes paires de pièces polaires des têtes magnétiques 31.1 à 31.4 sont supportées par le second support 1002. On peut bien sûr envisager d'utiliser plus de deux supports assemblés, après alignement, entre les couches inter-supports 33, 34. S'il y a plus de deux supports, on pourra amincir l'un des deux premiers avant d'assembler le troisième comme on le verra ultérieurement.

Les supports 1001, 1002 sont sensiblement plans, les paires de pièces polaires 30.1 à 30.4, 31.1 à 31.4 des têtes magnétiques reposent sur une face principale du support correspondant qui est sensiblement plane. Dans l'exemple, les paires de pièces polaires des têtes magnétiques sont placées sur deux faces en vis à vis des supports. D'autres configurations sont possibles.

Les têtes magnétiques sont azimuthées, cela signifie que chaque entrefer e_1 , e_2 présente un angle d'azimut donné par rapport à une perpendiculaire à la face principale du support 1001, 1002. Les paires de pièces polaires 30.1 à 30.4 ou 31.1 à 31.4 placées sur un même support 1001, 1002 respectivement possèdent toutes le même angle d'azimut respectivement. Cet angle d'azimut est référencé α_1 pour les paires de pièces polaires du support 1001 et α_2 pour les paires de pièces polaires du support 1002. Cet angle d'azimut est

compris entre $+90^\circ$ et -90° bornes exclues par rapport à une normale au support.

Pour chaque paire de pièces polaires, un guide de flux magnétique et/ou un élément magnétorésistif (non visibles sur la figure 3 mais visibles sur la figure 16) peuvent reposer sur une face principale d'un support 1001 ou 1002, en venant s'appuyer sur la paire de pièce polaire concernée. Dans le dispositif d'enregistrement et/ou de lecture de l'invention, les assemblages de supports seront découpés pour faire apparaître les faces fonctionnelles des pièces polaires, c'est-à-dire les faces perpendiculaires aux faces principales des supports initiaux, qui viennent au contact du support magnétique d'enregistrement.

Chaque tête magnétique est destinée à coopérer avec un support magnétique d'enregistrement orienté sensiblement parallèlement aux faces fonctionnelles des pièces polaires et donc sensiblement perpendiculairement à la face principale du support 1001, 1002.

Ce support magnétique 35 comprend de nombreuses pistes magnétiques d'enregistrement 36 sur lesquelles les têtes magnétiques sont destinées à écrire ou à lire des informations. Ces pistes 36 sont créées par les têtes magnétiques d'enregistrement. Dans l'exemple de la figure 3, les pistes 36 présentent un angle d'inclinaison θ par rapport à la surface principale des supports 1001, 1002 ou par rapport à la longueur des têtes magnétiques. Autrement dit les supports 1001, 1002 présentent un même angle

d'inclinaison θ par rapport à la direction générale des pistes magnétiques d'enregistrement 36. Les bords des supports ne sont donc pas parallèles à la direction des pistes 36. L'angle d'inclinaison θ est non nul et
5 compris entre $\pm 90^\circ$.

Il est bien sûr possible qu'au moins deux supports consécutifs aient des angles d'inclinaison différents comme sur la figure 4.

D'une manière générale appelons P1 la
10 largeur de toutes les pièces polaires 30.1 à 30.4 se trouvant sur le premier support 1001. Cette largeur est comptée perpendiculairement à la face principale du support 1001 sur laquelle se trouve la couche inter-support 33.

15 Appelons P2 la largeur de toutes les pièces polaires 31.1 à 31.4 se trouvant sur le second support 1002. Cette largeur P2 est comptée perpendiculairement à la face principale du support 1002 sur laquelle se trouve la couche inter-support 34.

20 Les pièces polaires se trouvant sur un même support ont la même largeur.

Appelons d la distance inter-pièce polaire, cette distance d est la distance entre des plans de faces en regard des paires de pièces polaires situées
25 sur des supports consécutifs. Cette distance est non nulle. Cette distance d donne un autre degré de liberté permettant d'ajuster la distance interpiste ou même le chevauchement des pistes enregistrées.

Appelons D le décalage longitudinal par
30 rapport aux supports entre deux paires de pièces polaires 30.1, 31.1 consécutives placées sur des

supports consécutifs 1001, 1002. Ce décalage longitudinal se définit entre les abscisses des centres des entrefers selon l'axe ox' . Appelons P_1 , P_2 respectivement la largeur des pièces polaires d'un support, mesurée selon l'axe oy' .

On suppose que les entrefers e_1 , e_2 des paires de pièces polaires 30.1 à 30.4, 31.1 à 31.4 des têtes magnétiques sont répartis régulièrement sur les supports 1001, 1002 avec un même pas longitudinal T compté selon l'axe ox' . Les supports 1001, 1002 présentent un même angle d'inclinaison θ par rapport à la direction générale des pistes. L'angle d'inclinaison θ peut être obtenu par exemple à l'aide d'un usinage mécanique des supports.

Pour obtenir une configuration avec des pistes jointives, ce qui est un cas particulier avantageux pour la compacité du stockage, on donne à l'angle d'inclinaison la valeur suivante :

$$\text{tg}(\theta) = (P_1 + P_2 + d)/(T + D)$$

La valeur de la distance d inter-pièce polaire est donnée par :

$$d = [\text{tg}(\theta).(T + D)] - (P_1 + P_2)$$

La distance d inter-pièce polaire permet notamment d'ajuster le décalage longitudinal D à une valeur permettant à la fois de répondre à une norme (positionnement des pistes coopérant avec un support par rapport au support voisin) et de permettre une fabrication technologique aisée en optimisant la compacité des têtes magnétiques de deux supports consécutifs. Le circuit magnétique et les moyens de

lecture et/ou d'enregistrement s'adaptant aux paires de pièces polaires imposent des contraintes géométriques.

Appelons T1 la largeur des pistes 36 qui coopèrent avec les paires de pièces polaires 30.1 à 30.4 qui se trouvent sur le premier support 1001 et T2 la largeur des pistes 36 qui coopèrent avec les paires de pièces polaires 31.1 à 31.4 qui se trouvent sur le second support 1002. La largeur des pistes est mesurée perpendiculairement à l'axe ox.

Géométriquement les largeurs des pistes sont telles que :

$$T1 = P1.\cos(\alpha1 - \theta)/\cos(\alpha1)$$

$$T2 = P2.\cos(\alpha2 + \theta)/\cos(\alpha2)$$

Grâce à ce nouvel arrangement, on peut facilement faire en sorte que T1 = T2 par une infinité de choix sur les valeurs de la largeur P1 des pièces polaires des têtes magnétiques du premier support, sur la largeur P2 des pièces polaires du second support, sur les valeurs des angles d'azimut $\alpha1$, $\alpha2$.

Deux configurations sont particulièrement intéressantes. Dans la première configuration, on peut choisir d'avoir des angles d'azimut finaux sur les pistes égaux en module et opposés, ce qui signifie que $\alpha1 - \theta = \alpha2 + \theta$ soit $\alpha1 = \alpha2 + 2\theta$. Si de plus, on désire que T1 = T2, il suffit de choisir :

$$P2 = P1.\cos(\alpha2)/\cos(\alpha2 + 2\theta)$$

Dans la seconde configuration, on peut choisir que les angles d'azimut soient égaux sur les supports mais opposés $\alpha1 = -\alpha2 = \alpha$ en valeur absolue.

On choisit P1 et P2 liés par la relation suivante :

$$P2 = P1.\cos(\alpha - \theta)/\cos(\alpha + \theta).$$

Avec ces choix, $T1 = T2$.

Ainsi on peut à la fois avoir des pistes 36 jointives et de même largeur. Bien entendu, il n'est pas obligatoire d'avoir dans tous les cas la caractéristique de pistes jointives ni celle de même
5 largeur. Le but de l'invention est de permettre la fabrication de têtes magnétiques s'adaptant à des normes variées. Ainsi, l'invention peut permettre de réaliser des têtes magnétiques coopérant avec des
10 pistes non jointives et/ou de largeurs différentes.

Les pistes 36 jointives (sans interpiste) permettent d'obtenir une densité maximum d'enregistrement. Dans ce cas les paramètres suivants sont reliés pour vérifier :

$$15 \quad \text{tg}(\theta) \cdot (T + D) = P1 + P2 + d$$

Mais si pour une raison quelconque, par exemple de standard à respecter, un interpiste est à introduire, il suffit de le prendre en compte dans le positionnement des têtes magnétiques et dans le
20 dimensionnement des différents éléments qui composent le dispositif d'enregistrement et/ou de lecture.

Les supports 1001, 1002 peuvent être physiquement distincts puis être assemblés en les empilant ou bien être confondus, par exemple comme sur
25 la figure 7. Dans ce cas, le support est multicouche, il peut s'agir par exemple d'un substrat de type SOI (semi-conducteur sur isolant) ou plus généralement d'un substrat de type XOI où X représente un matériau monocristallin. Les pièces polaires se trouvent de part
30 et d'autre de la couche d'isolant. Les couches externes

du support commun sont assimilables à deux supports
assemblés l'un à l'autre.

Lorsque l'on veut réaliser un dispositif
d'enregistrement et/ou de lecture, il est préférable
5 pour des raisons de performances de dissocier les têtes
magnétiques dédiées à l'enregistrement de celles
dédiées à la lecture. Les têtes magnétiques dédiées à
la lecture sont de préférence de type à
magnétorésistance MR, à magnétorésistance géante GMR ou
10 à magnétorésistance à effet tunnel TMR alors que les
têtes magnétiques d'écriture sont de préférence des
têtes magnétiques inductives.

On se réfère à la figure 4.

Le dispositif d'enregistrement et ou de
15 lecture peut comporter un premier bloc B1 comportant
des têtes magnétiques d'enregistrement 41 et un second
bloc B2 comportant des têtes magnétiques de lecture 42,
ces deux blocs B1, B2 étant placés à la suite l'un de
l'autre dans le sens axial des pistes 47 du support
20 magnétique d'enregistrement 44 et étant séparés dans
cet exemple par un écran de blindage magnétique 43.
L'un des blocs (par exemple B1) est dédié à l'écriture
d'informations sur le support magnétique
d'enregistrement 44 et l'autre (par exemple B2) à la
25 lecture d'informations écrites.

Chacun de ces blocs B1, B2 comporte
plusieurs supports 45.1, 45.2, 46.1, 46.2
respectivement sur lesquels sont disposées une
succession de paires de pièces polaires séparées par un
30 entrefer amagnétique, chaque entrefer matérialisant une
tête magnétique 41, 42 respectivement sur la figure. On

obtient ainsi après l'assemblage des blocs et de l'écran de blindage un dispositif d'enregistrement et de lecture dénommé RWW (en anglais read while write, soit lecture pendant l'enregistrement). Un tel
5 dispositif est très intéressant, car on peut ainsi vérifier l'intégrité des données enregistrées pendant l'écriture.

On a voulu montrer sur la figure 4 que tous les supports n'avaient pas forcément le même angle
10 d'inclinaison par rapport aux pistes magnétiques 47. L'angle d'inclinaison du support 45.1 est noté θ_1 et l'angle d'inclinaison du support 45.2 θ_2 . On a voulu également représenter que la distance d entre pièces polaires peut être fixée par des cales
15 électriquement isolantes. La distance d n'est, dans ce cas particulier, pas constante.

On se réfère à la figure 5. Au lieu que les blocs d'écriture B1 et de lecture B2 soient à la suite l'un de l'autre dans le sens axial des pistes 47 du
20 support magnétique d'enregistrement 44, ils sont empilés. On peut combiner un bloc d'écriture B1 formé de plusieurs supports superposés voisins 45.1, 45.2 à un bloc de lecture B2 également formé de plusieurs supports 46.1, 46.2 superposés voisins. Ainsi les deux
25 blocs B1, B2 sont superposés. Les supports 45.1, 45.2 du bloc d'écriture B1 portent des paires de pièces polaires de têtes magnétiques d'écriture 41 et les supports 46.1, 46.2 du bloc de lecture B2 comportent des paires de pièces polaires de têtes magnétiques de
30 lecture 42. Sur la figure 5, le dispositif

d'enregistrement et de lecture est un dispositif WWRR (W pour enregistrement et R pour lecture).

Dans ce mode de réalisation, les angles d'azimut des têtes magnétiques 41, 42 d'un bloc B1, B2
5 sont identiques d'un bloc à l'autre pour coopérer. Ils sont différents d'un support à l'autre dans un même bloc.

Les têtes magnétiques 41 ou 42 appartenant à un même bloc B1 ou B2 ont leurs paires de pièces
10 polaires placées sur des supports voisins 45.1, 45.2 ou 46.1, 46.2. On remarque sur l'exemple de la figure 5 que dans un même bloc, les têtes magnétiques dont les paires de pièces polaires sont portées par un premier support ont un premier angle d'azimut et que les têtes
15 magnétiques dont les paires de pièces polaires sont portées par un autre support ont un autre angle d'azimut différent du premier angle d'azimut.

Les différents supports 45.1, 45.2, 46.1, 46.2 sont ici tous séparés les uns des autres par une
20 couche inter-support 48 d'épaisseur d permettant de maintenir mécaniquement les supports à une distance précise les uns des autres.

Dans le cas de la figure 5 sur laquelle les supports 45.1, 45.2 et 46.1, 46.2 sont répartis en deux
25 blocs B1, B2 distincts d'enregistrement et de lecture, la couche inter-support 48 de séparation entre les blocs B1, B2 peut avantageusement comporter un blindage magnétique permettant de réduire la diaphonie et/ou des moyens de lecture magnéto-résistifs.

30 La figure 6 montre une autre variante dans laquelle les supports 45.1, 45.2, 46.1, 46.2 sont

toujours superposés mais maintenant les supports 45.1, 45.2 ou 46.1, 46.2 d'un bloc B1 ou B2 ne sont plus voisins. Dans l'empilement, les supports 45.1, 45.2 d'un bloc B1 et les supports 46.1, 46.2 de l'autre bloc
5 B2 sont alternés. Les angles d'azimut de têtes magnétiques dont les paires de pièces polaires sont placées sur des supports voisins 45.1, 46.1 sont identiques. Ces têtes magnétiques appartiennent à des blocs B1, B2 différents. Les angles d'azimut de têtes
10 magnétiques dont les paires de pièces polaires sont sur des supports appartenant à un même bloc sont différents. Les supports 45.1, 46.1, 45.2, 46.2 sont séparés par une couche inter-support 48. Dans cet exemple, chacune de ces couches peut comporter
15 avantageusement un blindage magnétique.

Sur la figure 6, on considère qu'on a réalisé à partir du haut un empilement WRWR de têtes d'écriture, de lecture, d'écriture, de lecture.

Le dispositif d'enregistrement et/ou de
20 lecture selon l'invention n'est pas limité à fonctionner avec un support magnétique d'enregistrement sur lequel l'enregistrement est linéaire comme illustré sur les figures qui viennent d'être décrites.

Un tel dispositif d'enregistrement et/ou de
25 lecture peut également s'appliquer à un support magnétique sur lequel l'enregistrement est hélicoïdal comme illustré sur la figure 7. Il s'agit d'un dispositif à têtes magnétiques quadruples par exemple, dédié à l'enregistrement et/ou à la lecture. Les
30 différents éléments représentés sur cette figure portent les mêmes références que sur les figures 5 et 6

décrites précédemment. On suppose que les références 45.1 et 45.2 sont des couches d'orientations cristallines différentes. Ces deux couches sont séparées par une couche électriquement isolante 48. Ce
5 dispositif d'enregistrement et/ou de lecture peut être réalisé par assemblage de deux supports empilés comme vu précédemment mais il peut aussi être réalisé sur un support commun 45 par exemple de type SOI ou plus généralement un support comportant une couche
10 électriquement isolante en sandwich entre deux couches monocristallines.

Les différentes pistes magnétiques d'enregistrement référencées 47 sont maintenant inclinées par rapport à la direction générale du
15 support magnétique d'enregistrement 44 (ici de type hélicoïdal). Ces pistes 47 étaient parallèles à la direction générale du support magnétique d'enregistrement 44 (de type linéaire) sur les figures 4 à 6.

20 On va maintenant expliquer des exemples de procédé de réalisation d'un dispositif d'enregistrement et/ou de lecture conforme à l'invention. Les têtes magnétiques sont réalisées collectivement, des paires de pièces polaires sont réparties sur plusieurs
25 supports. Les figures en coupe sont réalisées au niveau des paires de pièces polaires. Les têtes magnétiques sont réalisées sur des substrats, ils correspondent aux supports qui ont été décrits précédemment.

On se reporte aux figures 9A à 9D qui
30 décrivent un premier mode de réalisation d'un dispositif d'enregistrement et/ou de lecture

sensiblement similaire à celui représenté sur les figures 8A, 8B. Sur la figure 8A les têtes magnétiques sont représentées de côté, on ne voit pour chacune que la face fonctionnelle de sa paire 41, 42 de pièces polaires séparées par l'entrefer e1, e2. C'est cette face qui va survoler le support magnétique d'enregistrement (non représenté).

Dans les exemples, le dispositif d'enregistrement et/ou de lecture comporte deux supports chacun portant trois têtes magnétiques. Dans un dispositif réel il y aura beaucoup plus de têtes magnétiques de l'ordre de plusieurs centaines par exemple, réparties en barrettes les unes derrière les autres, dans une disposition matricielle bidimensionnelle sur des plaquettes (en anglais wafer) rondes ou carrées par exemple.

La vue de la figure 8B est en trois dimensions et l'on voit pour chaque tête magnétique son circuit magnétique avec un guide de flux magnétique c1, c2 qui relie les deux pièces polaires 41.1, 41.2, 42.1, 42.2 d'une tête 41, 42. Ce guide de flux magnétique c1, c2 peut comporter deux jambes j1.1, j1.2, j2.1, j2.2 reliées magnétiquement d'un côté à une pièce polaire 41.1, 41.2, 42.1, 42.2 et de l'autre à une unique pièce magnétique arrière a1, a2 de fermeture. La liaison entre les jambes j1.1, j1.2, j2.1, j2.2 et les pièces polaires 41.1, 41.2, 42.1, 42.2 peut être directe ou se faire par l'intermédiaire de plots magnétiques p2.1, p2.2 de raccordement, cela dépend du support sur lequel se trouvent les pièces polaires de la tête magnétique.

En variante le circuit magnétique pourrait être un circuit magnétique monolithique, sensiblement en forme de fer à cheval ou similaire dont chacune des extrémités serait formée par une pièce polaire.

5 Sur la figure 8B sont aussi visibles des moyens d'enregistrement et/ou de lecture prenant la forme de bobinages solénoïdes s1.1, s1.2, s2.1, s2.2 qui coopèrent avec les jambes j1.1, j1.2, j2.1, j2.2 des guides de flux c1, c2.

10 On se réfère à la figure 9A. On part d'un premier substrat 100 avec une couche électriquement isolante 102 prise en sandwich entre deux couches externes 101, 103 dont une 103 au moins est en matériau monocristallin.

15 Il peut s'agir d'un substrat de type semi-conducteur sur isolant, par exemple un substrat de type SOI (silicium sur isolant). On rappelle qu'un tel substrat se compose d'une couche électriquement isolante 102 prise en sandwich entre deux couches semi-conductrices 101, 103. Généralement l'une des couches
20 semi-conductrices est plus épaisse que l'autre. Un tel substrat semi-conducteur sur isolant n'est toutefois pas obligatoire.

Avantageusement l'autre couche externe 101,
25 pourra être réalisée dans un matériau résistant à l'usure, ce matériau pouvant être ni semi-conducteur, ni monocristallin. Elle peut être réalisée par exemple en zircone ZrO_2 , en carbure de silicium et alumine AlSiC, en carbure de titane et alumine AlTiC, en
30 alumine Al_2O_3 ou autre. Cette couche externe 101 est

avantageusement plus épaisse que celle qui est monocristalline.

Le fait que l'une au moins des couches externes soit monocristalline va être utilisé pour
5 réaliser des gravures conditionnant l'angle d'azimut des entrefers. On choisit donc son orientation cristallographique en fonction de l'angle d'azimut désiré.

On grave dans la couche externe
10 monocristalline 103, par exemple en silicium, des premiers caissons 104 évasés devant loger une des pièces polaires de chaque première paire de pièces polaires devant se trouver sur ce premier substrat (figure 9A). Cette gravure pourra être une gravure
15 chimique humide anisotrope adaptée au silicium, par exemple dans un bain de potasse KOH. L'inclinaison d'un des flancs de chaque premier caisson conditionne la valeur de l'angle d'azimut. Cette inclinaison tire profit du caractère monocristallin du substrat, la
20 gravure anisotrope se faisant selon un plan cristallographique du substrat. Dans du silicium, ce sont les plans de la famille $\langle 111 \rangle$ qui limitent les bords de gravure. Ces substrats sont disponibles dans le commerce. Ce procédé est décrit par exemple dans le
25 document FR-A-2 664 729.

La couche de matériau électriquement isolant 102 du substrat 100 sert de couche d'arrêt lors de la gravure des premiers caissons 104. L'épaisseur de la couche monocristalline 103 du substrat 100
30 conditionne la largeur des pièces polaires des paires

se trouvant sur ce premier substrat. On choisit son épaisseur en conséquence.

On forme une couche 105 de matériau amagnétique sur le premier substrat 100, elle tapisse
5 avec une épaisseur sensiblement uniforme les flancs des premiers caissons 104. Dans le cas où les premiers caissons sont réalisés dans du silicium, on peut pour cela procéder à une oxydation thermique superficielle du premier substrat 100 ainsi travaillé (figure 9A). On
10 aurait pu en variante déposer l'épaisseur voulue du matériau amagnétique sur les flancs des premiers caissons.

La couche 105 amagnétique, par exemple en oxyde de silicium, qui tapisse un des flancs évasés de
15 chacun des premiers caissons va constituer l'entrefer azimuthé et de chacune des premières paires de pièces polaires se trouvant sur ce substrat 100.

On dépose, par exemple par électrolyse, un matériau magnétique 106 dans les premiers caissons 104.
20 Le matériau magnétique peut être feuilleté ou non, par exemple un alliage de NiFe, CoFe ou de CoFeX où X représente un matériau approprié tel que du Cr, du Cu ou autre.

La surface du substrat 100 ainsi travaillé
25 est éventuellement planarisée de manière à ce que l'oxyde affleure et que le matériau magnétique présente l'épaisseur voulue (figure 9B). Ce matériau magnétique forme une première pièce polaire 106 de chaque première paire de pièces polaires.

30 On grave ensuite de manière isotrope des seconds caissons 107 devant loger l'autre pièce polaire

de chaque première paire de pièces polaires devant se trouver sur le premier substrat 100 (figure 9C). Ces seconds caissons 107 sont contigus aux premiers caissons 104 et se trouvent tous d'un même côté de ces premiers caissons 104. Dans l'exemple, ils sont à gauche des premiers caissons 104. Ils pourraient être à droite. L'angle d'azimut serait alors différent, il s'agirait d'un autre plan de la famille $\langle 111 \rangle$. Le matériau monocristallin de la couche externe 103 qui avoisine l'entrefer est ôté par la gravure. Le matériau amagnétique de l'entrefer sert de flanc à ces seconds caissons 107. La profondeur de ces seconds caissons est sensiblement la même que celle des premiers caissons du fait que la couche isolante 102 sert de couche d'arrêt.

On remplit ces seconds caissons 107 du matériau magnétique 108, par exemple par électrolyse, et on termine par une étape de planarisation comme décrit précédemment (figure 9D). Ce matériau magnétique 108 forme une seconde pièce polaire de chaque première paire de pièces polaires. Cette étape de planarisation permet d'ajuster en final la largeur des pièces polaires. Elle permet de donner aux paires de pièces polaires un très bon alignement sur leur face supérieure (sur la figure).

On se réfère à la figure 10A. On part d'un second substrat 110 comportant une couche d'isolant 112 enterrée entre deux couches 111, 113 externes dont l'une 113 au moins est monocristalline (par exemple un substrat SOI). Les explications sur le choix du premier

substrat et l'épaisseur de sa couche monocristalline s'appliquent pour le second substrat.

On va réaliser des secondes paires de pièces polaires devant se trouver sur ce second substrat 110. On réalise dans la couche monocristalline 113 par gravure anisotrope des premiers caissons 114 que l'on remplit de matériau magnétique 116 en prévoyant une étape de formation d'une couche amagnétique 115, par exemple par une oxydation thermique superficielle dans le cas de premiers caissons 114 creusés dans du silicium, avant le remplissage et la planarisation comme décrit aux figures 9A et 9B. La portion de matériau amagnétique 115 sur l'un des flancs évasés des premiers caissons 114 va former l'entrefer e2 des secondes paires de pièces polaires.

On réalise des seconds caissons 117 par gravure isotrope comme décrit à la figure 9C. Les seconds caissons 117 jouxtent les premiers caissons 114 et se situent, dans cet exemple, tous d'un même côté de ces premiers caissons 114, à gauche comme sur la figure 9C. Ils pourraient être à droite, cela dépend notamment de l'angle d'azimut final des paires de pièces polaires situées sur le second substrat. La position des seconds caissons 117 dépend surtout du mouvement relatif que l'on souhaite effectuer lors du retournement de l'un des substrats par rapport à l'autre au moment de leur assemblage. Le signe de l'angle d'azimut peut ainsi changer lors de l'étape ultérieure d'assemblage du premier substrat au second substrat suivant le type de retournement réalisé.

On réalise, par exemple en même temps que les seconds caissons 117, entre les groupes de premiers et seconds caissons 114, 117, des paires de troisièmes caissons 118 destinés à loger des paires de plots de
5 raccordement magnétique 120 destinés chacun à raccorder magnétiquement une pièce polaire d'une première paire de pièces polaires situées sur le premier substrat au circuit magnétique finalisé ultérieurement. Ces troisièmes caissons 118 sont positionnés de manière à
10 ce que les plots magnétiques d'une paire soient raccordés magnétiquement aux pièces polaires 108, 106 d'une première paire de pièces polaires lorsque le premier substrat 100 et le second substrat 110 sont alignés et assemblés l'un à l'autre après retournement.
15 Une rotation de 180° dans le plan du substrat peut éventuellement être introduite en plus du retournement pour que les angles d'azimut souhaités sur les deux substrats soient obtenus.

On peut réaliser à ce stade ou en même
20 temps que les seconds et troisièmes caissons 117 et 118 toujours par gravure isotrope de la couche 113 monocristalline du second substrat 110, des quatrièmes caissons 121 arrière destinés à loger les pièces magnétiques arrière de fermeture 122 dont chacune est
25 une partie du guide de flux d'une tête magnétique du dispositif d'enregistrement et/ou de lecture. Ces quatrièmes caissons 121 sont positionnés de manière à ce que les pièces magnétiques arrière de fermeture 122 soient en regard des premières et des secondes paires
30 de pièces polaires. Elles peuvent donc avantageusement

être faites au même niveau que les secondes paires de pièces polaires.

On pourra se référer à la figure 10B qui montre en vue de dessus partielle des paires de plots magnétiques 120 et des pièces magnétiques arrière de fermeture 122. Sur la figure 10B, on suppose que les premier et second substrats (non visibles) ont été assemblés et positionnés de manière appropriée.

La réalisation de ces quatrièmes caissons 121 prend toute son importance lorsque le circuit magnétique comporte un guide de flux avec deux jambes magnétiques et une pièce magnétique arrière de fermeture. Cette étape est superflue lorsque le circuit magnétique est monolithique.

On remplit ces seconds caissons 117, troisièmes caissons 118 et quatrièmes caissons 121 de matériau magnétique comme décrit à la figure 9D et on réalise une planarisation de surface. Le matériau magnétique va former les secondes pièces polaires 119 des secondes paires de pièces polaires ainsi que les plots de raccordement 120.

On a ajusté de manière voulue l'angle d'azimut des entrefers e_1 , e_2 des premières et secondes paires de pièces polaires grâce au choix de l'orientation cristallographique des couches monocristallines 103, 113. Ces angles d'azimut peuvent être opposés si on souhaite qu'en final après assemblage des substrats ces derniers soient opposés. On a également ajusté de manière voulue la largeur des pièces polaires qui n'est pas forcément égale d'un substrat à l'autre.

On va ensuite positionner et assembler le premier substrat 100 et le second substrat 110 par leurs faces travaillées, après retournement de l'un d'entre eux et éventuellement rotation de 180° de l'un des substrats autour d'un axe transversal dudit substrat. Lors du positionnement on prend garde à aligner chaque plot magnétique 120 avec une pièce polaire 108, 109 du premier substrat. Cet alignement peut se faire par visée infrarouge par exemple ou sous rayons X.

L'assemblage peut se faire par toute technique connue de l'homme de l'art dans le domaine des micro-technologies et en particulier des microsystèmes électromécaniques (MEMS).

Des modes d'assemblage avantageux sont le collage avec de la colle, le soudage anodique (en anglais anodic bonding), le collage moléculaire (en anglais direct bonding) comme décrit dans le document FR-A- 2 774 797 ou le collage par microbilles (en anglais ball bonding ou flip chip bonding). Une préparation des surfaces à assembler incluant éventuellement une planarisation mécano-chimique pourra être nécessaire en fonction du type d'assemblage retenu. Cette planarisation sera effectuée notamment dans le cas d'un collage moléculaire.

La figure 10C illustre les deux substrats 100, 110 sur le point d'être assemblés. On peut distinguer que subsiste partiellement en surface de l'oxyde 105, 115 planarisé qui contribue au collage moléculaire. Cet oxyde ne subsiste qu'entre les caissons remplis de matériau magnétique.

Il est avantageux, avant de recourir à l'assemblage de déposer en surface d'au moins un des substrats 100, 110, une couche isolante 50 (par exemple de l'oxyde de silicium) et/ou une couche de blindage magnétique de manière à ajuster la distance d'interpièce polaire. Le matériau de la couche isolante 50 pourra avantageusement être dans un matériau résistant à l'usure de manière à limiter l'usure du dispositif d'enregistrement et/ou de lecture. Son choix pourra aussi faciliter l'assemblage des substrats.

On pourra avantageusement laisser des ouvertures dans la couche de blindage au niveau des plots magnétiques 120, que la couche de blindage soit située sur l'un et/ou l'autre des substrats.

Le retournement de l'un des substrats 100 ou 110 peut entraîner le changement de signe de l'angle d'azimut des paires de pièces polaires qui se trouvent sur ce substrat. Cela dépend de la manière dont l'on procède. S'il y a à la fois retournement et rotation de 180° du substrat autour d'un axe transversal il y aura changement de signe.

On va ensuite éliminer la couche 111 non travaillée du second substrat 110. Cette élimination peut se faire de manière sélective par exemple par attaque chimique avec, par exemple de l'hydroxyde de potassium KOH, ou par attaque mécano-chimique avec arrêt sur la couche isolante enterrée 112 (figure 10D). On peut si nécessaire, être amené à amincir la couche isolante enterrée 112 pour faire apparaître ou quasi apparaître les secondes paires de pièces polaires 116, 119 et les paires de plots magnétiques 120.

On va maintenant réaliser le reste du guide de flux de chacune des têtes magnétiques, c'est à dire dans cet exemple les jambes magnétiques, ainsi que les moyens d'enregistrement et/ou de lecture. Si à la figure 10A, les pièces magnétiques arrière de fermeture n'ont pas été réalisées, le guide de flux sera sensiblement en forme de fer à cheval. La méthode employée s'inspire de celle décrite dans la demande de brevet FR-A-2 745 111.

10 On rappelle que dans cet exemple, les moyens d'enregistrement et/ou de lecture sont des bobinages de type solénoïde qui entourent le circuit magnétique au niveau des jambes ou des branches du fer à cheval. On se réfère aux figures 11A à 11E. Les figures 11A à 11D sont des coupes le long d'une jambe du circuit magnétique.

On dispose d'un troisième substrat 130 avec une couche de base 131 (par exemple semi-conductrice) recouverte d'une couche en matériau électriquement isolant 132. On pourrait très bien utiliser un substrat massif (en anglais bulk) pour la couche 131 ou un matériau résistant à l'usure recouvert éventuellement d'un isolant. On va commencer par former pour chaque solénoïde une première nappe de conducteurs qui va s'étendre entre une pièce polaire et une pièce magnétique arrière de fermeture ou le long d'une branche du circuit magnétique en fer à cheval.

On grave dans la couche isolante 132, aux endroits où doivent se trouver des solénoïdes, des premiers sillons 134 parallèles, dirigés sensiblement perpendiculairement à l'axe des noyaux magnétiques des

solénoïdes. Ces noyaux correspondent aux jambes j1.1, j1.2, j2.1, j2.2 illustrées sur la figure 8B.

On comble ces premiers sillons 134 par dépôt, par exemple par électrolyse, d'un matériau
5 conducteur 135 par exemple à base de cuivre (figure 11A). Ce matériau conducteur 135 forme des portions de conducteur de la première nappe de conducteurs.

On réalise ensuite une planarisation, par exemple mécanique ou préférablement mécano-chimique
10 pour éliminer le matériau conducteur 135 superflu se trouvant au-dessus des sillons 134.

On dépose une couche électriquement isolante 136, par exemple de l'oxyde de silicium par exemple par PECVD, sur toute la surface planarisée avec
15 une épaisseur supérieure à celle désirée pour les jambes. On grave la couche isolante 136 pour faire apparaître des caissons 133 au niveau des jambes du circuit magnétique que l'on désire réaliser. Le fond de ces caissons 133 a une épaisseur suffisante pour isoler
20 électriquement les conducteurs de la première nappe de conducteurs du circuit magnétique. On dépose dans ces caissons 133 un matériau magnétique 137 éventuellement feuilleté comme indiqué précédemment pour la réalisation des pièces polaires (figure 11B). On
25 planarise la surface obtenue comme expliqué plus haut.

On va maintenant réaliser des conducteurs latéraux des solénoïdes. On dépose une couche électriquement isolante 138 sur la surface planarisée (par exemple de l'oxyde de silicium par PECVD). On
30 grave des puits 139 dans les couches isolantes 138 et 136 jusqu'à atteindre les extrémités des conducteurs

135 de la première nappe de conducteurs. On remplit ces puits 139, par exemple par électrolyse, de matériau conducteur 140, par exemple à base de cuivre (figure 11C). On planarise la surface obtenue. Ce matériau
5 conducteur forme les conducteurs latéraux 140 des solénoïdes.

On réalise ensuite à la figure 11D une seconde nappe horizontale (sur la figure) de conducteurs des solénoïdes en déposant une couche de
10 matériau électriquement isolant 141 en surface de la structure obtenue, en gravant des seconds sillons 142 dans ce matériau dont les extrémités mettent à nu les conducteurs latéraux 140 ainsi réalisés. Les seconds sillons ne sont pas tout à fait parallèles aux premiers
15 sillons 134, l'une de leur extrémité est décalée d'un pas de manière à réaliser le solénoïde. On comble les seconds sillons 142 avec du matériau conducteur 143 à base de cuivre déposé par exemple par électrolyse. On planarise la surface obtenue. Le matériau conducteur
20 143 forme les conducteurs de la seconde nappe de conducteurs des solénoïdes. On recouvre le matériau conducteur 143 d'une couche de matériau électriquement isolant 144. On prévoit de faire des reprises de contact au niveau des extrémités du conducteur des
25 solénoïdes (non visibles).

Sur les figures 11C et 11D, on a voulu montrer en représentant les caissons 133 en pointillés que les puits 139 ne se trouvent pas dans le même plan de coupe qu'eux. Ils sont juste « en avant » des
30 caissons 133, ils ne traversent pas le matériau magnétique 137 qui remplit les caissons mais le

matériau de la couche isolante 136. Quant aux sillons 134, ils ne sont pas tout à fait perpendiculaires avec l'axe des caissons 133.

La figure 11E illustre, avec une échelle
5 différente et en vue de côté par rapport à la figure 11D, la configuration du troisième substrat 130 prêt à être assemblé à la structure formée par le premier substrat 100 et le second substrat 110.

Le troisième substrat peut éventuellement
10 accueillir des moyens de traitement de signaux délivrés ou acquis par les têtes magnétiques.

On positionne avec alignement et on assemble le troisième substrat 130 et la structure illustrée à la figure 10D, après retournement de l'un
15 d'entre eux. L'assemblage peut se faire par l'une des méthodes décrites plus haut.

Sur la figure 12A, le troisième substrat 130 a été assemblé par collage moléculaire ou autre, avec alignement de manière à ce que les circuits
20 magnétiques 137 soient raccordés magnétiquement chacun avec un paire de pièces polaires 106, 108, 116, 119, ce raccordement se faisant soit directement, soit indirectement via les plots magnétiques 120. Il ne reste plus qu'à éventuellement éliminer totalement ou
25 partiellement la couche de base 131 du troisième substrat 130 (figure 12B), par exemple par gravure sélective complète ou locale du matériau de cette couche de base 131 avec arrêt sur la couche isolante 132. On peut ensuite réaliser des reprises de contact à
30 travers le matériau isolant de la couche 132 pour l'alimentation ou la détection du signal des moyens

d'enregistrement et/ou de lecture (les solénoïdes formés par 135, 140, 143 dans ce cas particulier).

Il est intéressant de conserver la couche non travaillée 101 du premier substrat 100, dans ce cas elle pourra avantageusement être réalisée en un matériau résistant à l'usure par exemple en AlTiC, ZrO₂, AlSiC.

Au lieu de réaliser le reste du guide de flux de chacune des têtes magnétiques ainsi que les moyens d'enregistrement et/ou de lecture sur un substrat spécifique, on aurait pu les réaliser sur l'assemblage décrit à la figure 10D en suivant les étapes décrites aux figures 11A à 11E ou sur au moins l'un des premier et second substrats 100, 110. Une structure obtenue de cette façon serait similaire à celle de la figure 12B. Il est alors superflu de montrer les différentes étapes conduisant à une telle structure, il suffit de se reporter à la description des figures 11A à 11E à la différence près que la couche électriquement isolante 132 serait déposée sur la couche électriquement isolante 112 de l'empilement décrit en figure 10D.

On procède ensuite à un traitement de la structure obtenue à la figure 12B de manière à donner aux substrats un angle d'inclinaison donné θ par rapport aux pistes magnétiques du substrat magnétique d'enregistrement.

Ce traitement peut consister en une intégration d'un ou plusieurs blocs (barrettes ou puces) de têtes magnétiques sur un support mécanique commun. Ainsi le support mécanique englobe notamment

des barrettes, des puces,... etc. On peut se référer à la figure 13. Au préalable, on effectue un test des têtes magnétiques et on découpe la structure de la figure 12B en blocs (barrettes ou puces) 300, 301. En effet, comme on l'a vu précédemment, on a réalisé collectivement plusieurs centaines de têtes magnétiques. On monte un ou plusieurs de ces blocs 300, 301 sur un même support mécanique 350. Cette étape est connue sous la dénomination anglaise de « back-end » ou de « packaging ». Le support mécanique 350 sera avantageusement réalisé dans un matériau résistant à l'usure tel que, par exemple, en AlTiC (carbure de titane et alumine) qui est couramment utilisé par les fabricants de têtes magnétiques linéaires.

On procède ensuite à une rectification du contour du support mécanique 350, par exemple au niveau de ses faces 351 de manière à ce que les substrats 100, 110 puissent présenter un angle d'inclinaison θ voulu par rapport aux pistes 47 du support magnétique d'enregistrement 44.

On pourrait bien sûr se passer du support mécanique. On pourrait directement réaliser une rectification de la structure de la figure 12A avant ou après la découpe en puces afin de faire apparaître l'angle d'inclinaison θ , notamment s'il est faible, sur les faces externes des substrats 100 et 110. Dans ce cas, des reprises de contact électrique se feront avantageusement par gravure locale.

Un deuxième mode de réalisation d'un dispositif d'enregistrement et/ou de lecture selon l'invention va être décrit. Dans cette configuration,

on ne prévoit pas de paires de plots magnétiques de raccordement.

Sur un premier substrat 150 (formé d'un empilement avec une couche électriquement isolante 152 enterrée entre, par exemple, deux couches externes par exemple semi-conductrices 151, 153, dont l'une au moins est monocristalline), on procède comme décrit aux figures 9A à 9D pour réaliser des premières paires de pièces polaires 106, 108 (figure 14A). Le substrat 150 peut être de type SOI. On peut éventuellement réaliser les pièces magnétiques arrière de fermeture comme décrit aux figures 10A, 10B.

Sur un second substrat 160 (formé d'un empilement avec une couche électriquement isolante 162 prise en sandwich entre deux couches externes par exemple semi-conductrices 161, 163 dont une au moins est monocristalline, on procède comme décrit aux figures 9A à 9D pour réaliser des secondes paires de pièces polaires 116, 119 (figure 14B). Le second substrat 160 peut être de type SOI. On ne réalise pas les plots magnétiques. On peut éventuellement réaliser les pièces magnétiques arrière de fermeture comme décrit aux figures 10A, 10B.

On positionne et on assemble par leurs faces travaillées le premier substrat 150 et le second substrat 160, après retournement de l'un d'entre eux, en prenant soin lors du positionnement de les aligner en plaçant les premières paires de pièces polaires 106, 108 et les secondes paires de pièces polaires 116, 119 de manière alternée longitudinalement (figure 14C). L'assemblage et l'alignement peuvent se faire comme

décrit précédemment à la figure 10C. On pourra réaliser une couche isolante 50 entre les deux substrats contenant éventuellement un écran de blindage magnétique. Elle est déposée sur l'un au moins des
5 substrats.

On peut éliminer la couche externe intacte 161 et la couche électriquement isolante enterrée 162 (au moins en partie) de l'un des substrats 160 par exemple le second substrat (figure 14C). L'élimination
10 de la couche externe 161 peut se faire par exemple par gravure chimique (avec par exemple de l'hydroxyde de potassium KOH) ou mécano-chimique et celle de la couche isolante enterrée 162 par exemple par usinage ionique ou autre gravure sèche.

En effet une couche fine isolante peut subsister, son épaisseur modérée autorisant la continuité magnétique. Cette couche électriquement isolante est même particulièrement avantageuse dans certains cas, car elle permet un découplage magnétique
20 entre les différents éléments et une réduction des effets dus aux courants de Foucault.

On se réfère à la figure 14D. On réalise sur un troisième substrat 170 (formé d'une couche de base 171 par exemple semi-conductrice et/ou résistante
25 à l'usure recouverte d'une couche électriquement isolante 172) des premiers guides de flux 173 des circuits magnétiques et des premiers moyens d'enregistrement et/ou de lecture 174, par exemple de type solénoïde comme décrit aux figures 11A à 11E, ces
30 premiers guides de flux 173 et ces premiers moyens d'enregistrement et/ou de lecture 174 étant destinés à

coopérer avec les premières paires de pièces polaires ou bien les secondes paires de pièces polaires. Dans l'exemple décrit il s'agit des secondes paires de pièces polaires 116, 119. Ce troisième substrat 170 est
5 donc doté de moins de guides de flux que dans le mode de réalisation précédent.

A la figure 14E, on positionne et on assemble le troisième substrat 170 et la structure illustrée sur la figure 14C après retournement de l'un
10 d'entre eux en prenant soin de les aligner. Cet assemblage peut se faire comme décrit à la figure 12A.

Les premiers guides de flux 173 placés sur le troisième substrat 170 sont alors reliés magnétiquement chacun à une des secondes paires de
15 pièces polaires 116, 119 se trouvant sur le second substrat 160.

Il est bien sûr possible de se passer du troisième substrat, comme on l'a expliqué lors de la description du mode de réalisation précédent. Les
20 guides de flux et les moyens d'enregistrement et/ou de lecture seraient déposés directement sur l'un des substrats 150, 160 travaillés. Les deux substrats peuvent être assemblés comme à la figure 14C après retrait des couches supports non travaillées avec usage
25 avantageux d'un superstrat.

On élimine ensuite la couche de matériau non travaillée 151 ainsi que la couche isolante enterrée 152 (au moins en partie) du premier substrat
30 150. L'élimination de la couche 151 peut se faire par exemple par gravure chimique (avec par exemple de l'hydroxyde de potassium KOH) ou mécano-chimique et

celle de la couche isolante enterrée 152 par exemple par usinage ionique ou autre gravure sèche (figure 14F).

A la figure 14G, on réalise sur un
5 quatrième substrat 180 formé d'une couche de base 181 (par exemple semi-conductrice et/ou résistante à l'usure), recouverte d'une couche électriquement isolante 182, de la même manière que sur le troisième substrat, des seconds guides de flux 183 et des seconds
10 moyens d'enregistrement et/ou de lecture 184 par exemple de type solénoïde comme décrit aux figures 11A à 11E. Ces seconds circuits magnétiques 183 et ces seconds moyens d'enregistrement et/ou de lecture 184 sont destinés à coopérer avec les autres paires de
15 pièces polaires, dans l'exemple avec les premières paires de pièces polaires 106, 108.

A la figure 14H, on positionne et on assemble le quatrième substrat 180 et la structure illustrée à la figure 14F après retournement de l'un
20 d'entre eux. Ce positionnement se fait avec alignement par exemple comme décrit à la figure 12A. Les seconds circuits magnétiques placés 183 sur le quatrième substrat 108 sont alors reliés magnétiquement chacun à une des premières paires de pièces polaires 106, 108 se
25 trouvant sur le premier substrat 150.

On peut éventuellement réduire l'épaisseur de l'assemblage, par exemple avant l'intégration sur un support mécanique 350 ou pour une utilisation sans support complémentaire, en amincissant ou en gravant
30 l'une et/ou l'autre des couches de base 171, 181 par un

procédé chimique, mécano-chimique ou mécanique par exemple par abrasion (soit grinding en anglais).

Des reprises de contacts électriques (non représentées) des moyens d'enregistrement et/ou de lecture peuvent se faire en utilisant une technologie d'intra-connexion ou par exemple par gravure locale (sèche ou humide).

On peut procéder ensuite au montage d'une ou plusieurs puces de têtes magnétiques multiples sur un support mécanique comme décrit à la figure 13. On procède alors également à la rectification du support mécanique comme expliquée lors de la description de cette figure 13.

On va maintenant décrire un troisième mode de réalisation d'un dispositif d'enregistrement et/ou de lecture selon l'invention.

On réalise des premières paires de pièces polaires 106, 108 et éventuellement des pièces magnétique arrière sur un premier substrat 150 par exemple comme décrit aux figures 9A à 9D, 10A et 10B. On réalise sur un second substrat 180 des premiers guides de flux 183 des circuits magnétiques et des premiers moyens d'enregistrement et/ou de lecture 184 comme décrit par exemple à la figure 14G.

On positionne avec alignement et on assemble le premier substrat 150 et le second substrat 180 après retournement de l'un d'entre eux de manière à ce que chacun des premiers guides de flux 183 soit raccordé magnétiquement avec une des premières paires de pièces polaires 106, 108. Une telle première structure est illustrée sur la figure 15A.

On réalise de la même manière sur un troisième substrat 160, des secondes paires de pièces polaires 116, 119 et éventuellement des pièces magnétique arrière et sur un quatrième substrat 170 des
5 seconds guides de flux 173 et des seconds moyens d'enregistrement et/ou de lecture 174. On positionne avec alignement et on assemble le troisième substrat 160 et le quatrième substrat 170, après retournement de l'un d'entre eux de manière à obtenir une seconde
10 structure similaire à celle illustrée à la figure 15A.

On élimine la couche non travaillée 151, 161 et la couche de matériau diélectrique 152, 162 (au moins partiellement) du premier substrat 150 et du troisième substrat 160.

15 On positionne avec alignement et on assemble les deux structures par leurs faces qui viennent d'être travaillées après retournement de l'une d'entre elle en prenant soin de placer les premières paires de pièces polaires et les secondes paires de
20 pièces polaires en quinconce (figure 15B). L'assemblage et l'alignement peuvent se faire comme décrit précédemment à la figure 10C. On peut éventuellement éliminer l'une des couches non travaillées 170, 180 et/ou partiellement la deuxième par gravure chimique
25 par exemple.

Des reprises de contacts électriques (non représentées) des moyens d'enregistrement et ou de lecture peuvent se faire en utilisant une technologie d'intra-connexion ou par exemple par gravure locale
30 (sèche ou humide).

On peut procéder ensuite au montage d'une ou plusieurs puces de têtes magnétiques multiples sur un même support mécanique comme décrit à la figure 13. On procède alors également à la rectification comme
5 expliquée lors de la description de cette figure 13.

On va maintenant décrire un procédé de réalisation d'un dispositif de lecture selon l'invention dans lequel les moyens de lecture sont magnétorésistifs. On se réfère à la figure 16 qui est
10 similaire à la figure 8B, à l'exception du fait que chaque circuit magnétique coopère avec un barreau b_{m1} , b_{m2} à magnétorésistance géante au lieu d'un solénoïde.

On part d'une structure telle qu'illustrés à la figure 10D avec des premières et des secondes
15 paires de pièces polaires 106, 108, 116, 119 se trouvant respectivement sur un premier et un second substrat 100, 110, ces deux substrats 100, 110 ayant été assemblés l'un à l'autre. Sur l'un des substrats 110 on a également réalisé des paires plots de
20 raccordement magnétiques 120 et éventuellement des pièces magnétiques arrière de fermeture (non visibles) (figure 17A).

De manière sensiblement similaire à ce qui a été décrit précédemment en relation avec les figures
25 11, on réalise sur un troisième substrat 130, au moins en partie, des guides de flux 200 des circuits magnétiques. On peut prévoir pour ces guides de flux, au niveau d'une jambe $j_{2.2}$, $j_{1.2}$ un entrefer eg. Les moyens de lecture 201, formés pour chacun des circuits
30 magnétiques, d'un barreau par exemple à magnétorésistance, à magnétorésistance géante (ou

éventuellement à magnétorésistance à effet tunnel avec un procédé légèrement différent) sont réalisés par dépôt d'une couche magnétorésistante appropriée sur du matériau isolant puis gravure à un contour voulu, avec
5 élimination du matériau superflu et enfin dépôt d'une couche isolante. Chaque barreau 201 se trouve éventuellement au voisinage d'un entrefer (non visible sur la figure 17B mais visible sur la figure 16) d'un guide de flux. L'entrefer est visible sur la figure 16.

10 En variante, les guides de flux 200 pourraient être supprimés, les barreaux à magnétorésistance 201 pourraient coopérer avec les paires de pièces polaires pour former alors les circuits magnétiques complets.

15 On positionne avec alignement et on assemble le troisième substrat 130 et la structure de la figure 17A, après retournement de l'un d'entre eux, de manière à ce que chaque circuit magnétique soit raccordé magnétiquement à une première paire de pièces
20 polaires ou à une seconde paire de pièces polaires.

On élimine au moins partiellement, par exemple par gravure chimique ou mécano-chimique, la couche 131 non travaillée du troisième substrat 130 de manière à pouvoir faire des reprises de contact pour
25 l'alimentation en énergie des barreaux 201 à magnétorésistance géante.

On pourrait aussi réaliser, comme pour les moyens d'enregistrement et/ou de lecture inductifs, les moyens de lecture ci-dessus décrits directement sur la
30 couche 103 du premier substrat 100 et/ou la couche 113 du second substrat 110, ceux-ci seraient alors enfouis

dans la couche 50 de la figure 17A, sans passer par un troisième substrat.

On peut procéder ensuite au montage d'une ou plusieurs puces de têtes magnétiques multiples (une
5 ou plusieurs parties des substrats assemblés) sur un même support mécanique comme décrit à la figure 13. On procède alors également à la rectification comme expliquée lors de la description de cette figure 13.

Il est bien sûr possible de réaliser un
10 dispositif de lecture à magnétorésistance selon l'une des variantes décrites précédemment pour un dispositif d'enregistrement et/ou de lecture inductif.

La figure 17C montre en coupe une autre variante d'un dispositif de lecture selon l'invention.
15 Les moyens de lecture sont de type magnétorésistif et prennent la forme de barreaux à magnétorésistance. Ils sont référencés 201 et sont répartis dans la couche 50 et dans la couche 1300. Il n'y a plus besoin de paires de plots de raccordement magnétique puisque les
20 barreaux à magnétorésistance 201 de la couche 50 coopèrent directement avec les paires de pièces polaires 106, 108 du premier substrat 100, alors que les barreaux à magnétorésistance 201 de la couche 1300 coopèrent directement avec les paires de pièces
25 polaires 116, 119 du second substrat 110. Des moyens de traitement du signal 302, par exemple des circuits préamplificateurs, multiplexeurs, démultiplexeurs, coopèrent avec les moyens de lecture 201. Ils sont réalisés sur un substrat 400 qui surmonte l'empilement
30 ou dans une couche réalisée sur la couche 1300 de cet empilement. Ils pourraient être montés en surface de

l'empilement sur la couche 1300. Ils sont positionnés et alignés avec les moyens de lecture 201. Ils sont reliés électriquement aux moyens de lecture 201 par des via de connexion 303 qui traversent le second substrat 110. Une structure comparable serait obtenue avec des moyens de traitement du signal coopérant avec des moyens d'enregistrement ou des moyens d'enregistrement et de lecture. Pour ne pas multiplier les figures inutilement, ces configurations ne sont pas représentées, elles n'apporteraient rien.

Toutes les explications qui précèdent ont été basées sur des assemblages par collage avec de la colle, par collage moléculaire ou collage anodique mais il est possible d'employer d'autres méthodes d'assemblage des substrats entre eux. L'une d'entre elle est l'assemblage par billes fusibles conductrices (en anglais flip chip bonding ou ball bonding). La figure 18 illustre schématiquement un dispositif d'enregistrement et de lecture selon l'invention dans lequel un premier substrat 210 portant des premières paires de pièces polaires 211 de têtes magnétiques va être assemblé à un second substrat 220 portant des secondes paires de pièces polaires 221 de têtes magnétiques par des billes 230 en alliage fusible.

Cette solution permet à la fois d'avoir un alignement très précis (submicronique) en X-Y et de pouvoir assurer des connexions électriques entre les différents substrats. La demande de brevet FR-A-2 807 546 décrit cette méthode d'assemblage pour notamment des têtes d'impression c'est pourquoi on ne donne pas plus de détails ici.

Bien que plusieurs modes de réalisation de la présente invention aient été représentés et décrits de façon détaillée, on comprendra que différents changements et modifications puissent être apportés
5 sans sortir du cadre de l'invention.

Par exemple les étapes de ces procédés peuvent combinées entre elles. On pourrait envisager de combiner dans un même dispositif selon l'invention en ce qui concerne le circuit magnétique et les moyens
10 d'enregistrement et/ou de lecture deux ou trois des configurations décrites à savoir un barreau de magnétorésistance coopérant avec une paire de pièces polaires, un barreau de magnétorésistance coopérant avec un guide de flux, un guide de flux entouré d'un
15 bobinage. On pourrait cumuler sur un même substrat des têtes de lecture et des têtes d'enregistrement.

REVENDEICATIONS

5 1. Dispositif d'enregistrement et/ou de
lecture d'un support magnétique (35) avec des pistes
magnétiques (36), comportant plusieurs têtes
magnétiques comprenant chacune une paire de pièces
polaires (30.1-30.4, 31.1-31.4) séparées par un
10 entrefer (e1, e2) amagnétique ayant un angle d'azimut
donné (α_1 , α_2), caractérisé en ce que les paires de
pièces polaires (30.1-30.4, 31.1-31.4) sont réparties
sur plusieurs supports (1001, 1002) solidaires, les
entrefers des paires de pièces polaires sur un même
15 support ayant tous le même angle d'azimut, et en ce
qu'au moins deux supports comportent des paires de
pièces polaires dont les entrefers ont des angles
d'azimut différents, chaque support présentant un angle
d'inclinaison (θ) donné par rapport aux pistes
20 magnétiques (36).

 2. Dispositif d'enregistrement et/ou de
lecture selon la revendication 1, caractérisé en ce que
les paires de pièces polaires sur un même support
25 (1001, 1002) ont toutes la même largeur (P1, P2).

 3. Dispositif d'enregistrement et/ou de
lecture selon l'une des revendications 1 ou 2,
caractérisé en ce qu'au moins deux supports (45.1,
30 45.2) présentent des angles d'inclinaison (θ_1 , θ_2)
différents.

 4. Dispositif d'enregistrement et/ou de
lecture selon l'une des revendications 1 à 3,
35 caractérisé en ce que des supports consécutifs (1001,

1002) définissent une distance (d) inter-pièce polaire, cette distance (d) étant la distance entre des plans de faces en regard de pièces polaires (30.1, 31.1) situées sur les supports (1001, 1002) consécutifs.

5

5. Dispositif d'enregistrement et/ou de lecture selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'un blindage magnétique (50) et/ou des moyens de lecture magnéto-résistifs sont placés dans un espace
10 correspondant à la distance inter-pièce polaire.

6. Dispositif d'enregistrement et/ou de lecture selon l'une des revendications 4 ou 5, caractérisé en ce que lorsque deux supports consécutifs
15 sont parallèles, la distance inter-pièce polaire (d) s'exprime par $d = [\text{tg}(\theta) \cdot (T + D)] - (P1 + P2)$ avec θ angle d'inclinaison des supports (1001, 1002) par rapport aux pistes (36), T pas longitudinal des entrefers des paires de pièces polaires (30.1, 30.2)
20 placées sur un même support (1001), D décalage longitudinal par rapport aux supports entre deux paires de pièces polaires (30.1, 31.1) consécutives placées sur deux supports consécutifs (1001, 1002), P1 largeur des paires de pièces polaires (30.1-30.4) sur un
25 premier support (1001), P2 largeur des pièces polaires (31.1-31.4) sur un second support (1002) consécutif au premier support (1001).

7. Dispositif d'enregistrement et/ou de
30 lecture selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que deux paires de pièces polaires (30.3, 31.3) appartenant à des supports différents

(1001, 1002) coopèrent avec deux pistes magnétiques (36) consécutives pour les lire ou les enregistrer.

8. Dispositif d'enregistrement et/ou de
5 lecture selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la relation suivante est vérifiée $P1.\cos(\alpha1 - \theta)/\cos(\alpha1) = P2.\cos(\alpha2 + \theta)/\cos(\alpha2)$ avec P1 largeur des paires de pièces polaires sur un premier support, $\alpha1$ angle d'azimut des entrefers des paires de
10 pièces polaires sur ce premier support, P2 largeur des paires de pièces polaires sur un second support, $\alpha2$ angle d'azimut des entrefers des paires de pièces polaires sur ce second support, θ angle d'inclinaison des supports par rapport aux pistes magnétiques.

15

9. Dispositif d'enregistrement et/ou de lecture selon la revendication 8, caractérisé en ce que $\alpha1 = \alpha2 + 2\theta$.

20 10. Dispositif d'enregistrement et/ou de lecture selon la revendication 8, caractérisé en ce que lorsque $\alpha1 = -\alpha2$.

11. Dispositif d'enregistrement et/ou de
25 lecture selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que deux supports consécutifs forment un support commun (45), deux séries de paires de pièces polaires (41, 42) étant placées de part et d'autre d'une couche électriquement isolante (48) du support commun
30 (45).

12. Dispositif d'enregistrement et/ou de lecture selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que les paires de pièces polaires d'un support appartiennent à des têtes magnétiques de lecture 5 ou d'enregistrement.

13. Dispositif d'enregistrement et/ou de lecture selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisé en ce qu'il comporte au moins un bloc 10 (B1) de supports pour l'enregistrement et au moins un bloc (B2) de supports pour la lecture, ces blocs étant disposés à la suite l'un de l'autre dans le sens des pistes magnétiques.

14. Dispositif d'enregistrement et/ou de lecture selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisé en ce qu'il comporte au moins un bloc (B1) d'un ou plusieurs supports pour l'enregistrement et au moins un bloc (B2) d'un ou plusieurs supports pour la 20 lecture, les supports de ces blocs étant solidarisés les uns aux autres.

15. Dispositif d'enregistrement et/ou de lecture selon l'une des revendications 13 ou 14, 25 caractérisé en ce qu'un bloc (B1) pour la lecture est séparé d'un bloc (B2) pour l'enregistrement par un écran de blindage (43).

16. Dispositif d'enregistrement et/ou de 30 lecture selon la revendication 14, caractérisé en ce que les supports (45.1, 45.2) d'un bloc (B1) pour la lecture

sont alternés avec les supports (46.1, 46.2) d'un bloc (B2) pour l'enregistrement.

5 17. Dispositif d'enregistrement et/ou de
lecture selon l'une des revendications 14 ou 16 reliée à
la revendication 5, caractérisé en ce que le blindage
magnétique et/ou les moyens de lecture magnétorésistifs
sont contenus dans une couche inter-support (48) placée
10 dans l'espace correspondant à la distance inter-pièce
polaire, cette couche inter-support séparant un support
(45.1) d'un bloc (B1) de lecture d'un support (46.1)
d'un bloc d'enregistrement (B2).

15 18. Dispositif d'enregistrement et/ou de
lecture selon l'une des revendications 1 à 17,
caractérisé en ce qu'il comporte, pour chaque tête
magnétique, un circuit magnétique intégrant une paire de
pièces polaires (41.1, 41.2) et éventuellement un guide
20 de flux magnétique (c1), ce circuit magnétique coopérant
avec des moyens d'enregistrement et/ou de lecture (s1.1,
s1.2, bm1, bm2).

25 19. Dispositif d'enregistrement et/ou de
lecture selon la revendication 18, caractérisé en ce
que les moyens d'enregistrement et/ou de lecture sont
inductifs ou magnétorésistifs.

30 20. Dispositif d'enregistrement et/ou de
lecture selon l'une des revendications 1 à 19,
caractérisé en ce que des moyens de traitement du

signal (302) coopèrent avec les moyens d'enregistrement et/ou de lecture.

21. Procédé de réalisation d'un dispositif
5 d'enregistrement et/ou de lecture sur un support magnétique à pistes magnétiques, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

sur un premier substrat (100) réalisation de plusieurs premières paires de pièces polaires (106,
10 108) de premières têtes magnétiques, ces pièces polaires étant séparées par un entrefer amagnétique (e1) ayant un même premier angle d'azimut (α_1);

sur un second substrat (110) réalisation de plusieurs secondes paires de pièces polaires (116, 119)
15 de secondes têtes magnétiques, ces pièces polaires étant séparées par un entrefer amagnétique (e2) ayant un même second angle d'azimut (α_2);

assemblage du premier substrat (100) au second substrat (110) en les positionnant en faisant en
20 sorte que le premier angle d'azimut (α_1) et le second angle d'azimut (α_2) soient différents après assemblage ;

réalisation de moyens d'enregistrement et/ou de lecture (135, 140, 143) et éventuellement de
25 guides de flux magnétiques (137) aptes à coopérer chacun avec une paire de pièces polaires des premières paires de pièces polaires et/ou une paire de pièces des secondes paires de pièces polaires,

traitement des substrats (100, 110) pour
30 leur donner un angle d'inclinaison (θ) donné par rapport aux pistes magnétiques.

22. Procédé selon la revendication 21, caractérisé en ce que l'assemblage du premier et du second substrat (100, 110) peut avoir lieu avant ou
5 après le traitement.

23. Procédé selon l'une des revendications 21 ou 22, caractérisé en ce qu'il comporte une étape d'insertion d'une couche (50) en matériau
10 électriquement isolant entre les deux substrats (100, 110).

24. Procédé selon l'une des revendications 21 ou 22, caractérisé en ce qu'il comporte une étape
15 d'insertion de cales (49) en matériau électriquement isolant entre les deux substrats (1001, 1002).

25. Procédé selon l'une des revendications 21 à 24, caractérisé en ce que les moyens
20 d'enregistrement et/ou de lecture (135, 140, 143) et les éventuels guides de flux magnétique (137) sont réalisés sur au moins un troisième substrat (130) qui est positionné et assemblé avec le premier substrat (100) et/ou le second substrat (110).

25

26. Procédé selon la revendication 25, caractérisé en ce que le premier substrat (150) est assemblé à un premier troisième substrat (170) après retournement de l'un d'entre eux, le second substrat
30 (160) est assemblé à un autre troisième substrat (180)

après retournement de l'un d'entre eux, le premier substrat est assemblé au second substrat.

27. Procédé selon l'une des revendications
5 21 à 24, caractérisé en ce que les moyens
d'enregistrement et/ou de lecture (135, 140, 143) et
les éventuels guides de flux magnétique (137) sont
réalisés sur l'un et/ou l'autre du premier et du second
substrat (100, 110).

10

28. Procédé selon l'une des revendications
21 à 27, caractérisé en ce que le traitement consiste à
réaliser une rectification des substrats avant ou après
assemblage.

15

29. Procédé selon l'une des revendications
21 à 27, caractérisé en ce que le traitement consiste à
assembler les substrats ou une ou plusieurs parties des
substrats dans un même support mécanique (350).

20

30. Procédé selon l'une des revendications
21 à 29, caractérisé en ce que l'angle d'inclinaison du
premier substrat (100) est différent de celui du second
substrat (110).

25

31. Procédé selon l'une des revendications
21 à 30, caractérisé en ce qu'il comporte une étape
consistant à réaliser dans le second substrat (110) des
paires de plots magnétiques (120) de raccordement
30 destinées à raccorder magnétiquement chacune des moyens
d'enregistrement et/ou de lecture ou un guide de flux à

une paire de pièces polaires (106, 108) du premier substrat (100).

32. Procédé selon l'une des revendications
5 25 à 31, caractérisé en ce que lorsqu'il y a deux
troisièmes substrats (170, 180), les paires de pièces
polaires du premier substrat sont couplées à des moyens
d'enregistrement et/ou de lecture ou à un guide de flux
de l'un des troisièmes substrats, les paires de pièces
10 polaires du second substrat sont couplées à des moyens
d'enregistrement et/ou de lecture ou à un guide de flux
de l'autre troisième substrat.

33. Procédé selon l'une des revendications
15 21 à 32, caractérisé en ce que les premier et second
substrats (100, 110) sont assemblés l'un à l'autre
après retournement de l'un d'entre eux.

34. Procédé selon l'une des revendications
20 21 à 33, caractérisé en ce qu'une étape d'amincissement
de l'un au moins des substrats (100, 110, 130) est
prévue avant ou après l'assemblage.

35. Procédé selon l'une des revendications
25 21 à 34, le positionnement se fait avec alignement des
substrats.

36. Procédé selon l'une des revendications
21 à 35, caractérisé en ce que pour obtenir une
30 première ou seconde paire de pièce polaires (106, 108,
116, 119), on réalise un premier caisson (104, 114) par

gravure anisotrope dans le premier ou le second substrat (100, 110), on forme une couche de matériau amagnétique (105) sur le premier ou le second substrat (100, 110), on remplit le premier caisson (104, 114) de
5 matériau magnétique, on réalise par gravure isotrope un second caisson (107, 117) qui jouxte le premier caisson (104, 114), on remplit le second caisson (107, 117) de matériau magnétique.

10 37. Procédé selon les revendications 31 et 36, caractérisé en ce que pour obtenir une paire de plots magnétiques (120), on réalise par gravure isotrope, une paire de caissons (118) dans le second substrat (110), entre deux paires de pièces polaires
15 (116, 119) du second substrat (110) et on remplit la paire de caissons de matériau magnétique.

38. Procédé selon l'une des revendications 36 ou 37, on réalise une planarisation de surface après
20 l'une quelconque des étapes de remplissage de matériau magnétique.

39. Procédé selon l'une des revendications 21 à 38, caractérisé en ce que le premier substrat
25 (100) et/ou le second substrat (110) sont formés de matériau électriquement isolant (102, 112) situé entre deux couches (101, 103, 111, 113), l'une des couches (103, 113) comportant les caissons (104, 107, 114, 117) étant monocristalline, l'autre couche (101, 111) étant
30 éventuellement éliminée ultérieurement.

40. Procédé selon l'une des revendications 21 à 38, caractérisé en ce que le premier substrat (100) et/ou le second substrat (110) sont formés d'un matériau électriquement isolant situé entre une couche
5 de matériau résistant à l'usure et une couche de matériau monocristallin comportant les caissons.

41. Procédé selon l'une des revendications 21 à 40, caractérisé en ce que l'assemblage se fait par
10 collage, par assemblage moléculaire, par assemblage anodique ou par billes fusibles.

42. Procédé selon l'une des revendications 25 à 41, caractérisé en ce que le troisième substrat
15 (130) au sein duquel se trouvent les moyens d'enregistrement et/ou de lecture (135, 140, 143) et les éventuels guides de flux magnétique (137), est éventuellement multicouche avec une couche de matériau électriquement isolant (132).

20

43. Procédé selon l'une des revendications 25 à 41, caractérisé en ce que le troisième substrat (130) au sein duquel se trouvent les moyens d'enregistrement et/ou de lecture (135, 140, 143) et
25 les éventuels guides de flux magnétique (137) est éventuellement multicouche une couche en matériau résistant à l'usure (131) recouverte de matériau électriquement isolant (132),

30

44. Procédé selon l'une des revendications 21 à 43, caractérisé en ce qu'il consiste à réaliser

des moyens de traitement du signal qui coopèrent avec les moyens d'enregistrement et/ou de lecture.

1/19

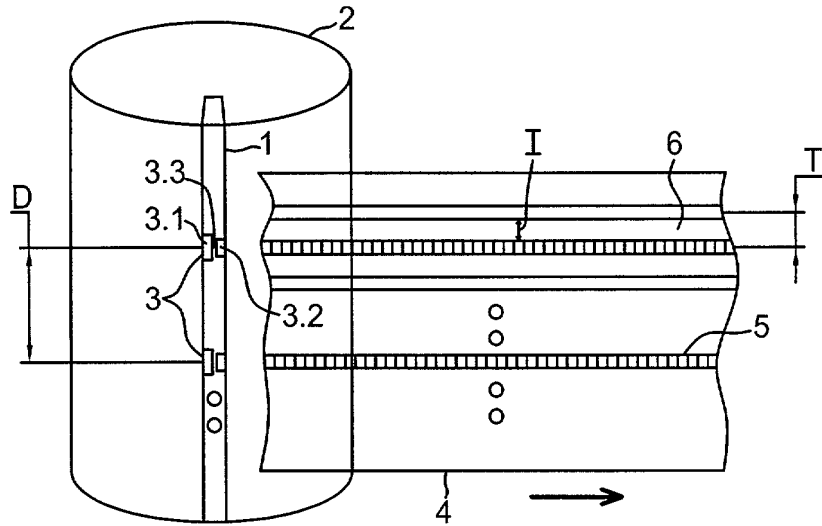


FIG. 1

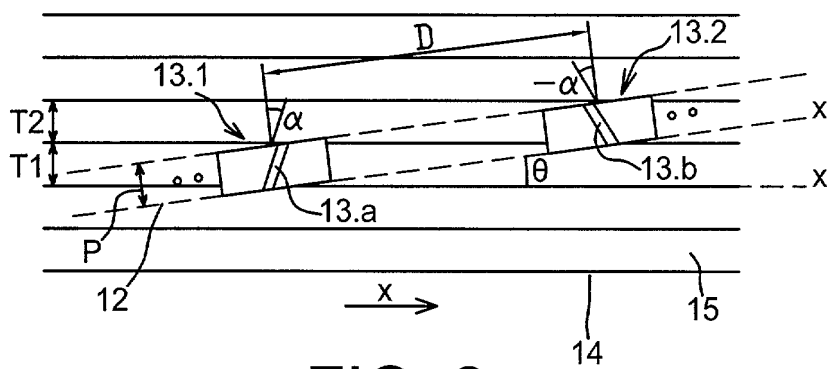


FIG. 2

2/19

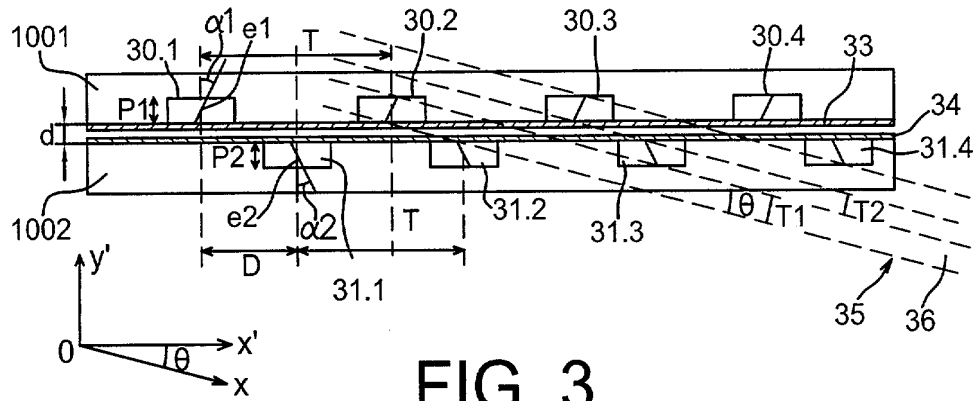


FIG. 3

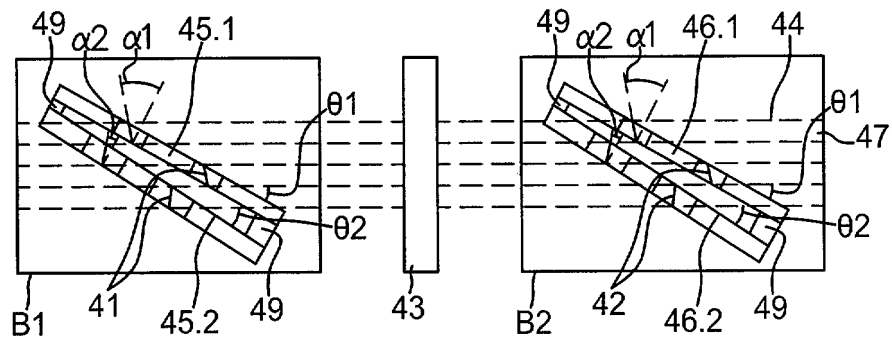


FIG. 4

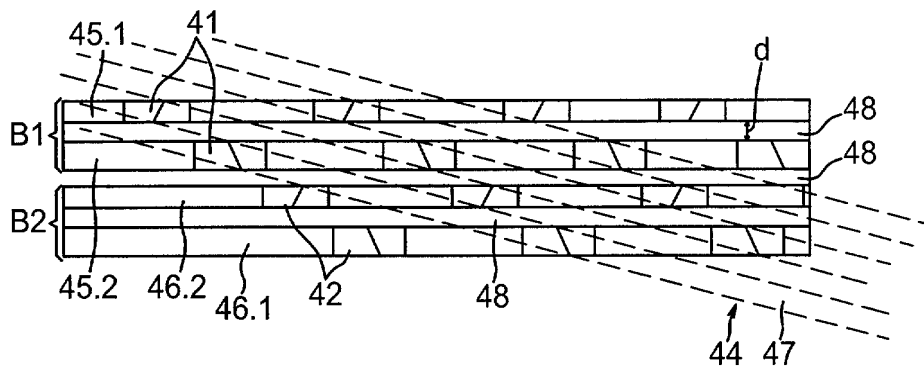


FIG. 5

3/19

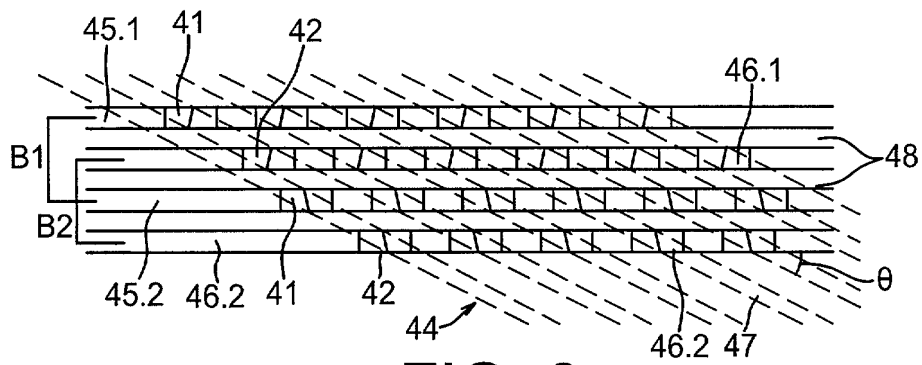


FIG. 6

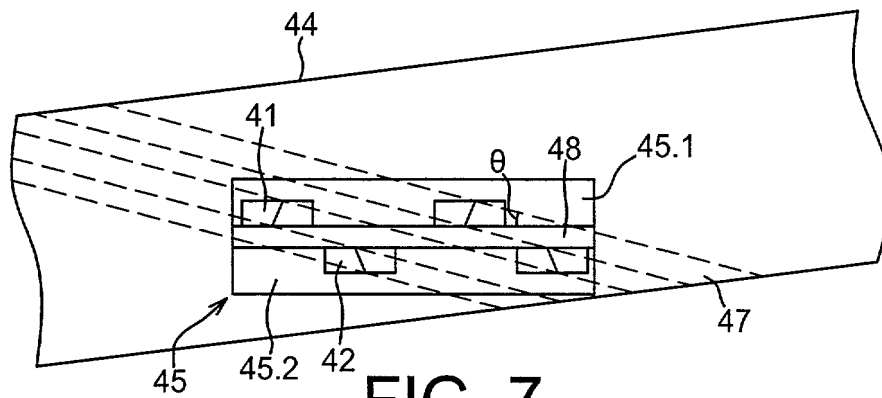


FIG. 7

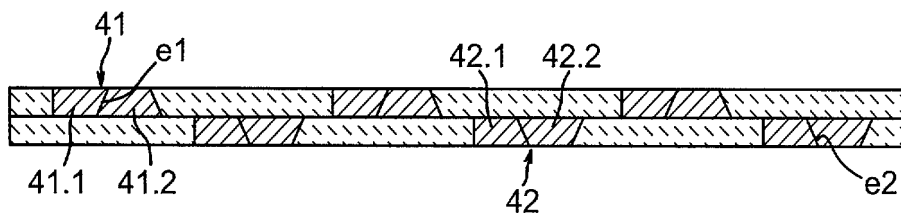


FIG. 8A

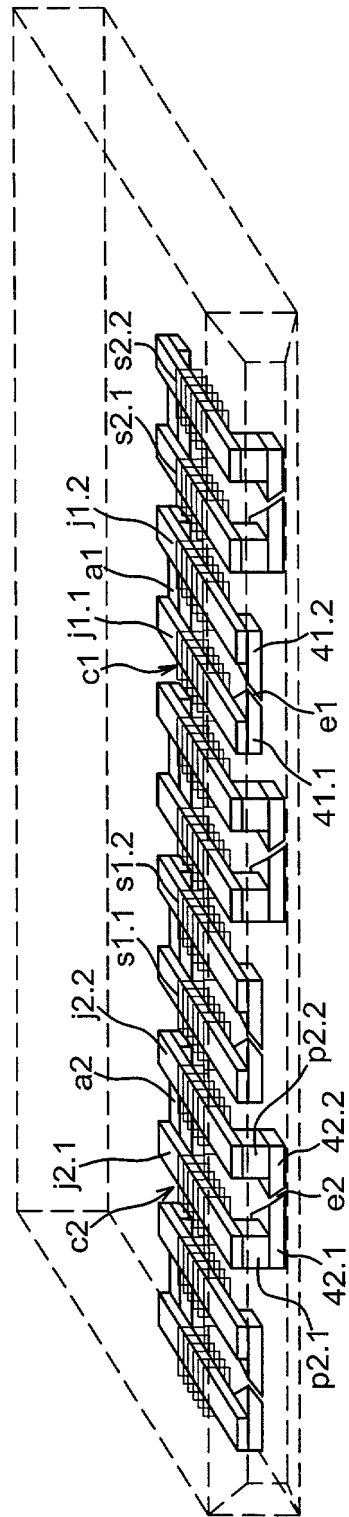


FIG. 8B

5/19

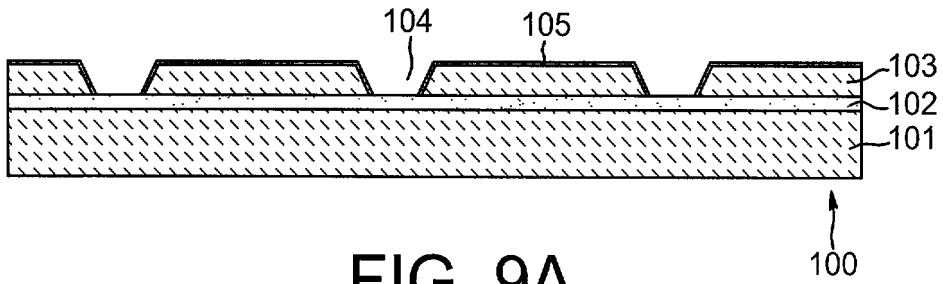


FIG. 9A

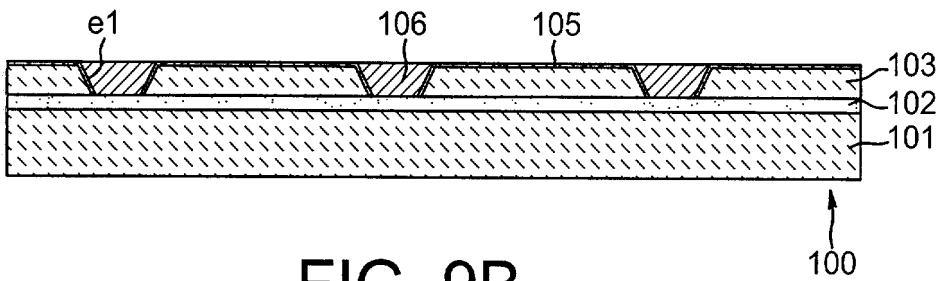


FIG. 9B

6/19

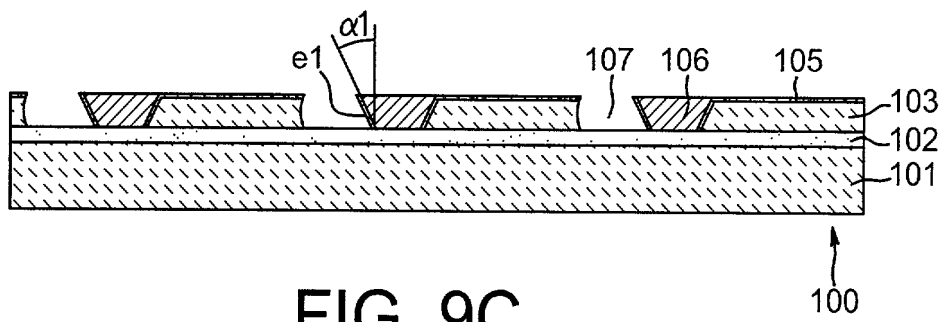


FIG. 9C

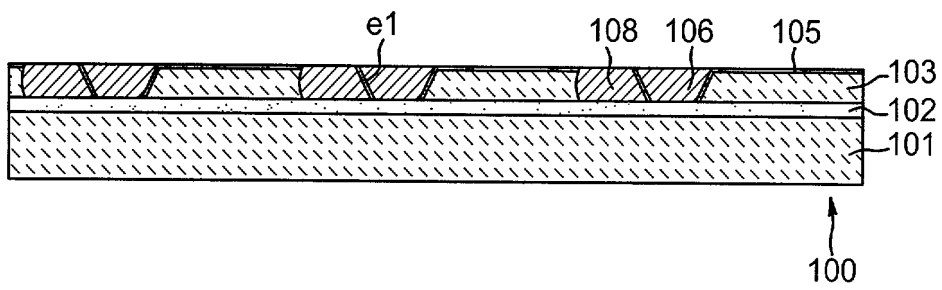


FIG. 9D

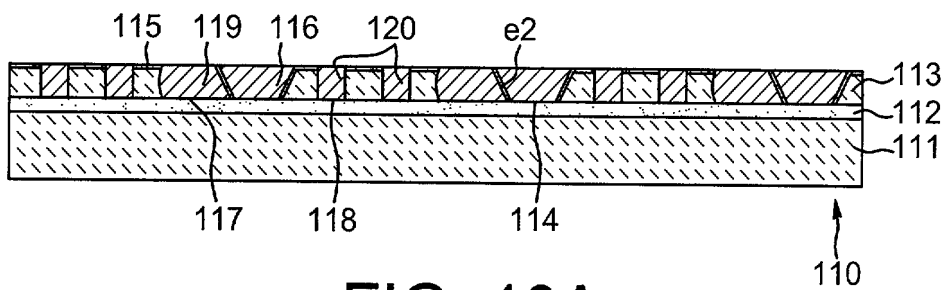


FIG. 10A

7/19

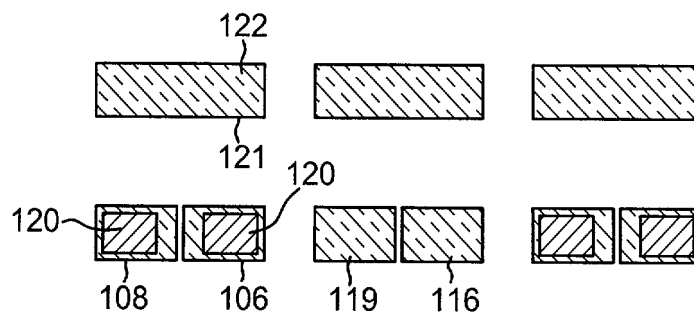


FIG. 10B

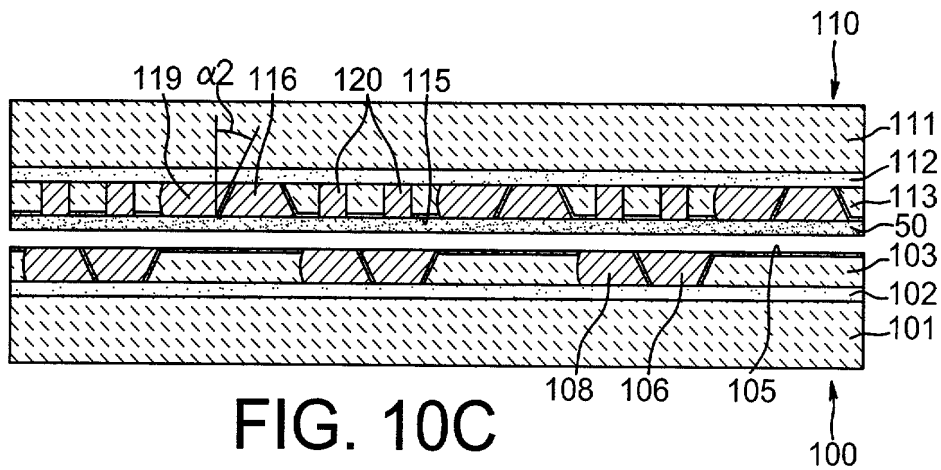


FIG. 10C

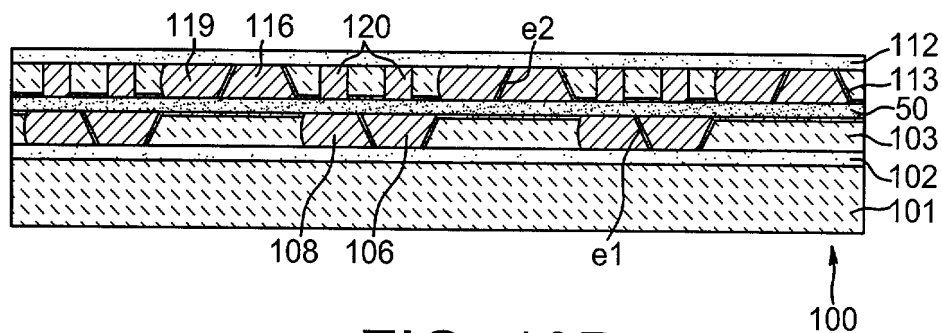
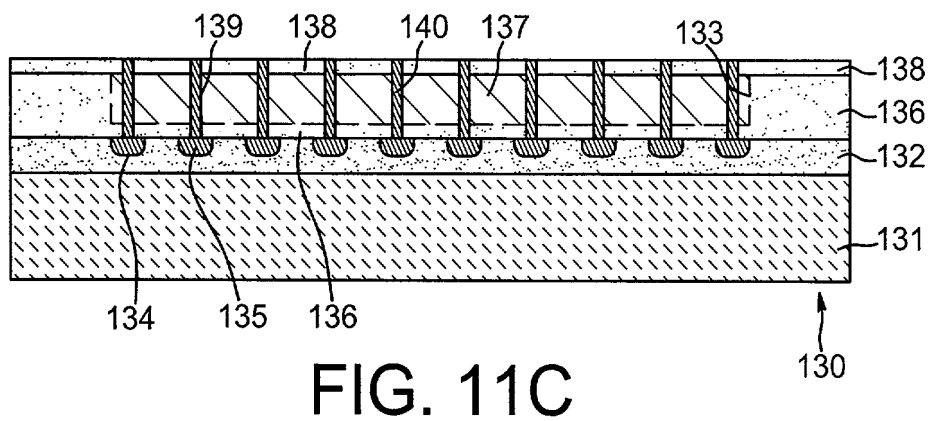
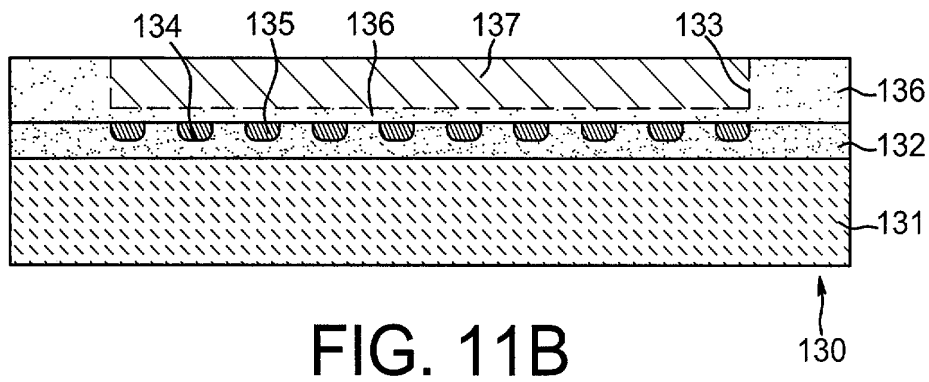
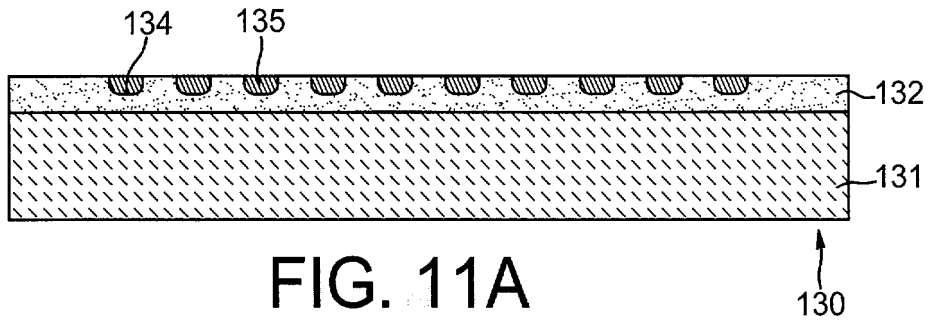


FIG. 10D

8 / 19



9/19

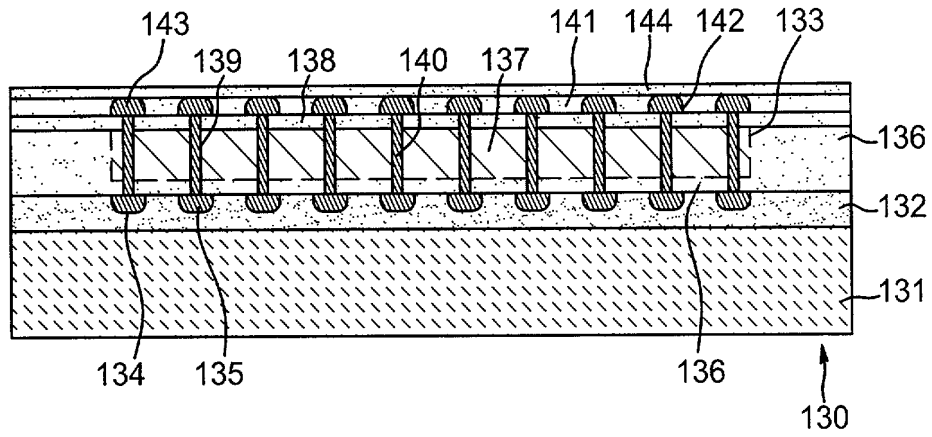


FIG. 11D

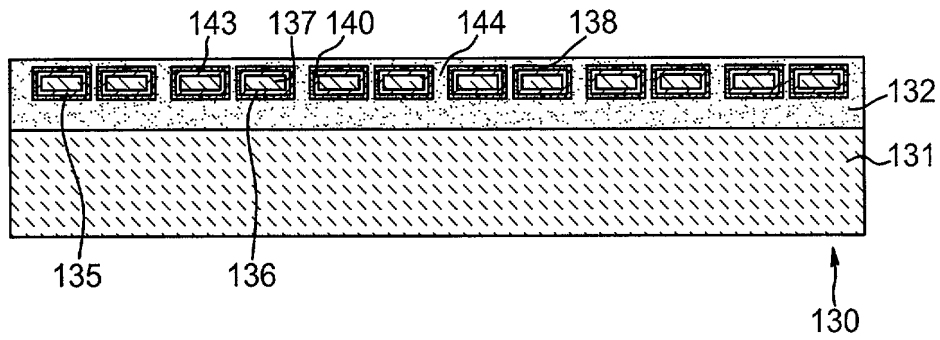


FIG. 11E

10/19

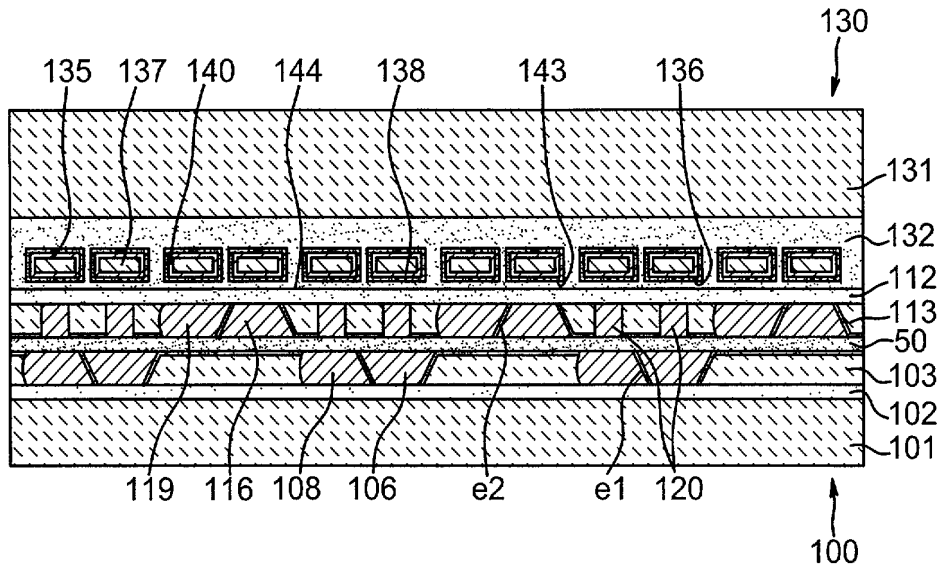


FIG. 12A

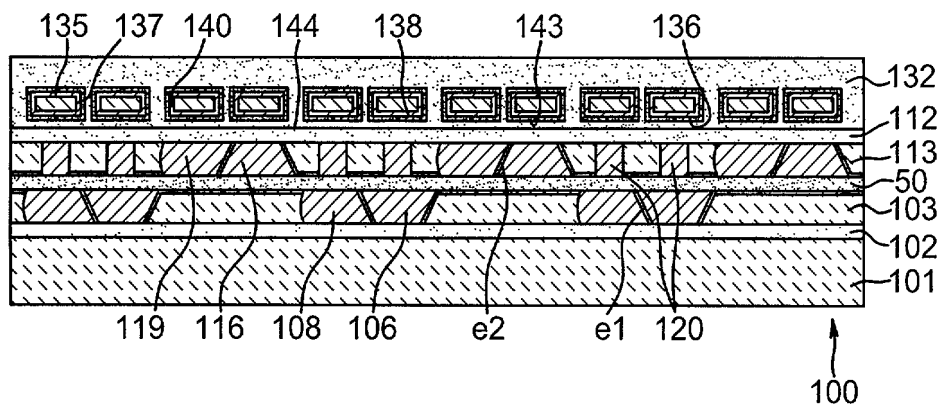


FIG. 12B

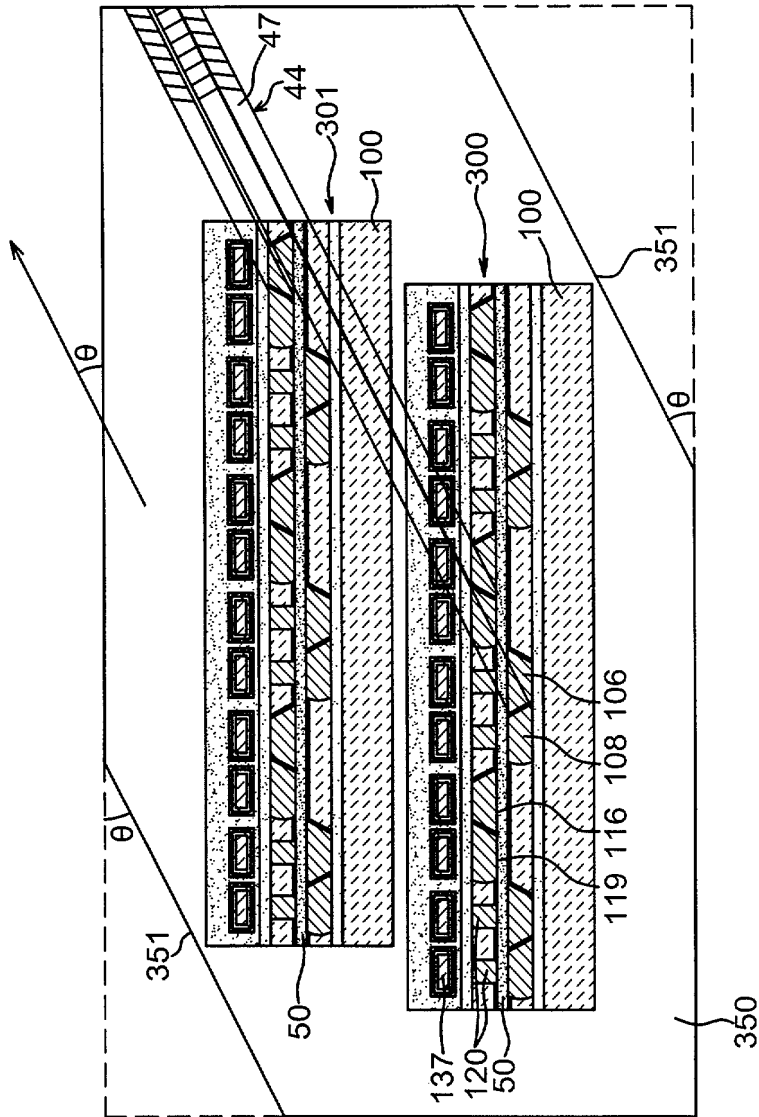


FIG. 13

12/19

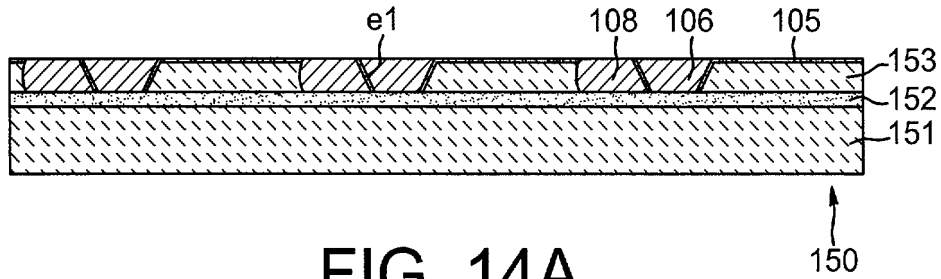


FIG. 14A

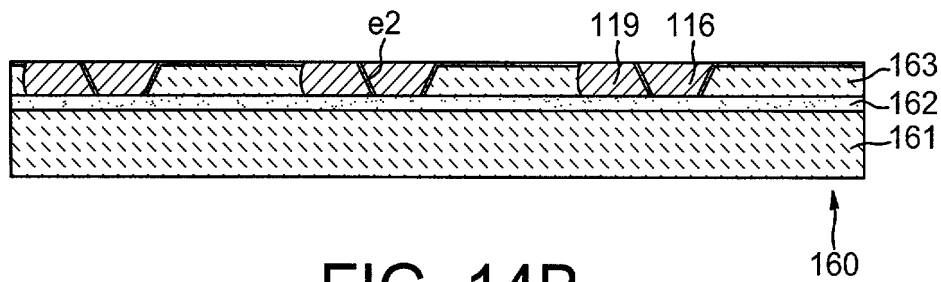


FIG. 14B

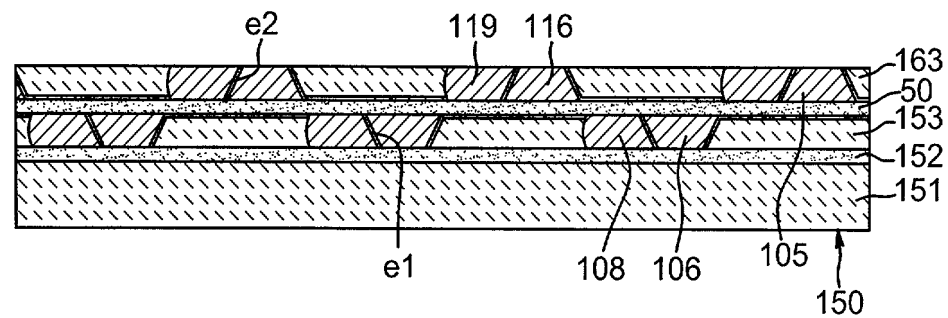
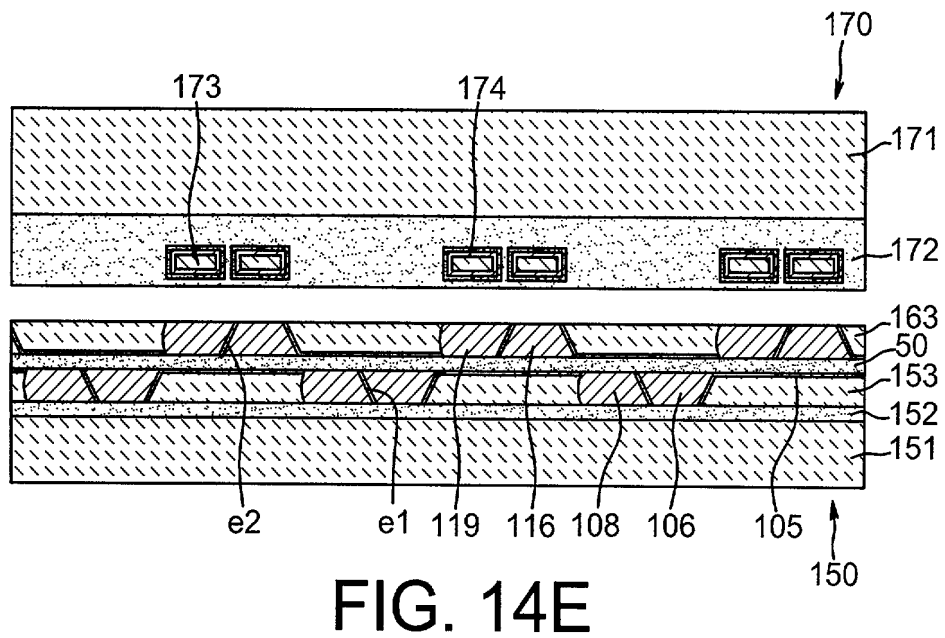
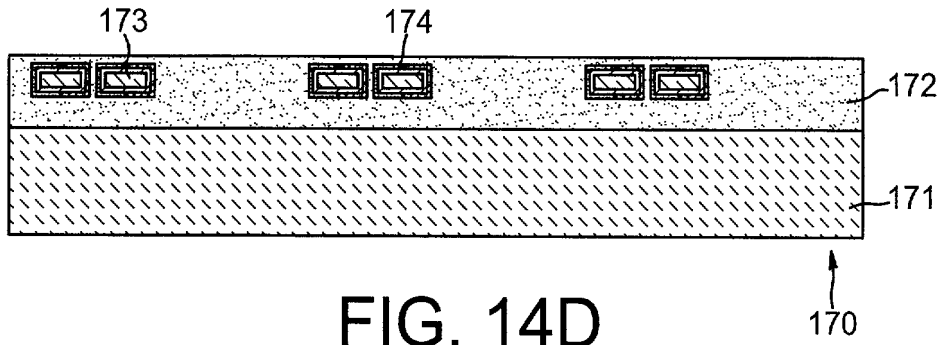


FIG. 14C



14/19

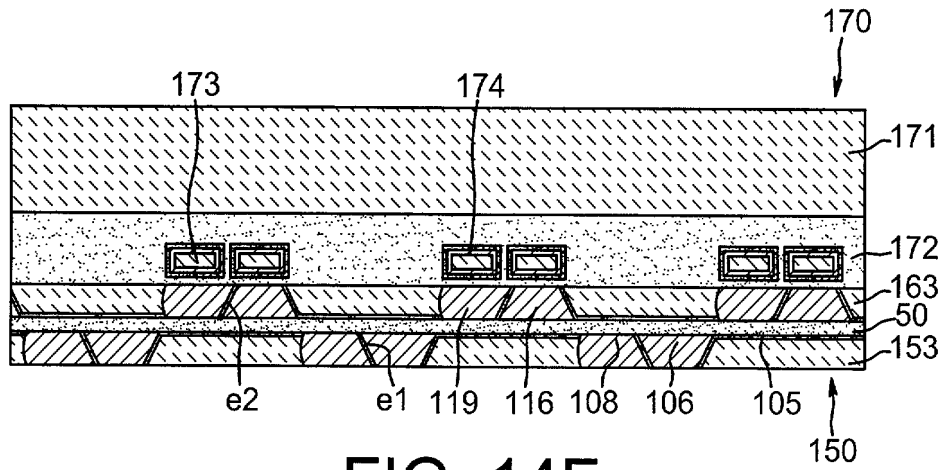


FIG. 14F

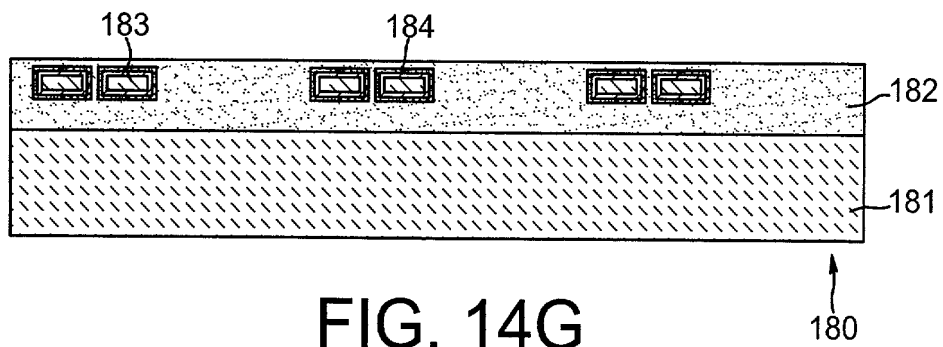


FIG. 14G

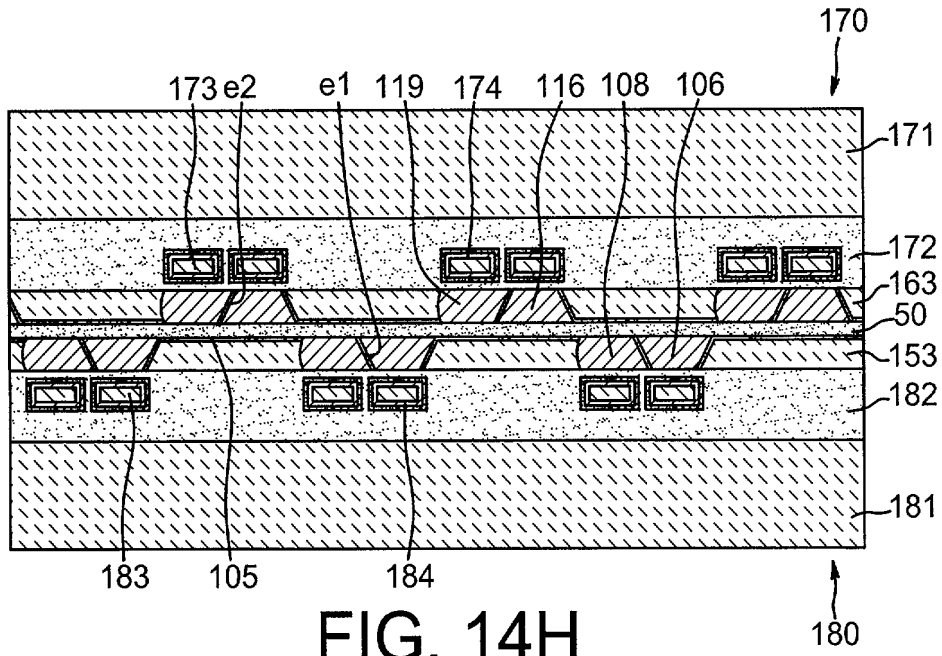


FIG. 14H

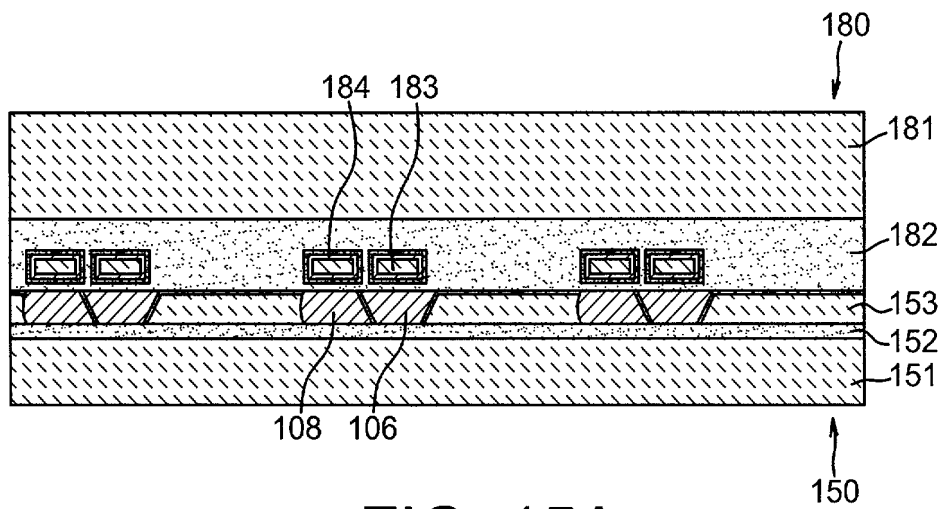


FIG. 15A

16/19

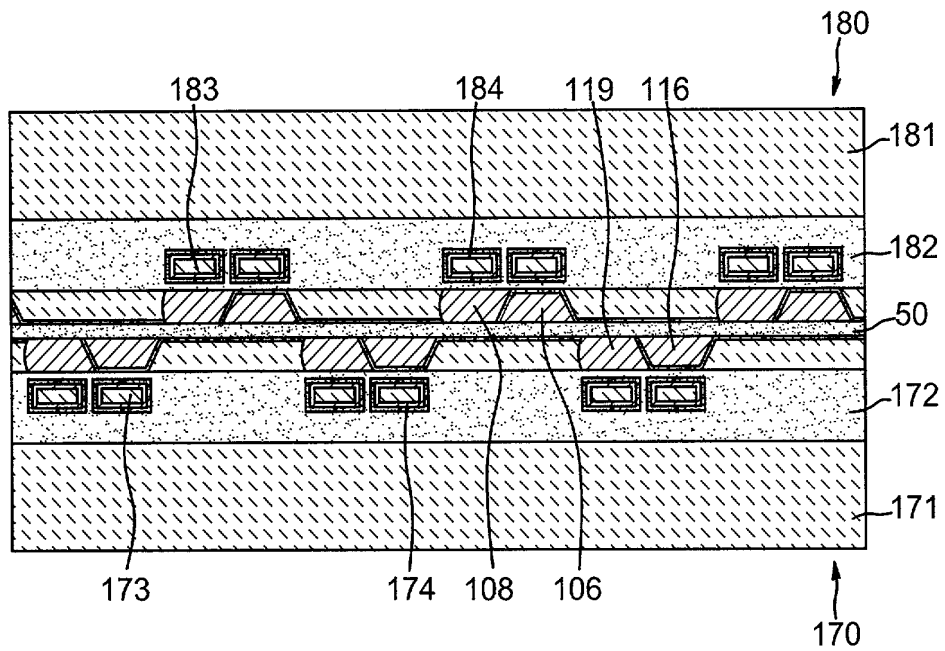


FIG. 15B

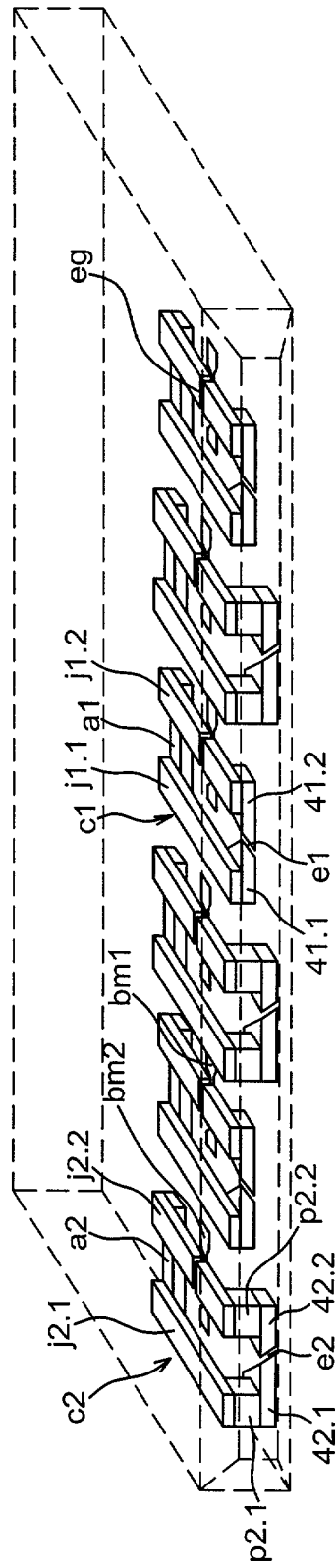


FIG. 16

18/19

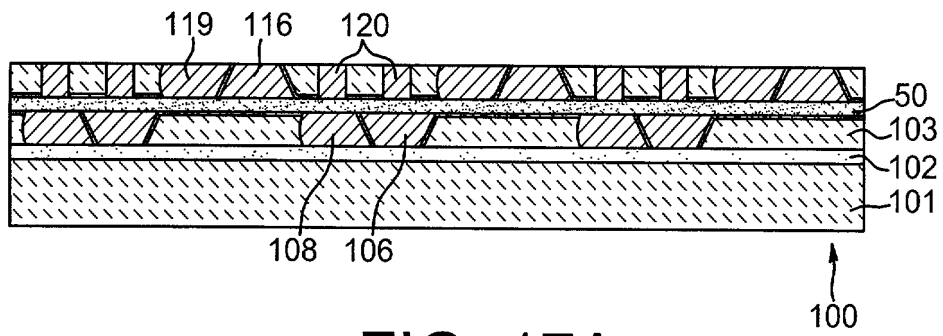


FIG. 17A

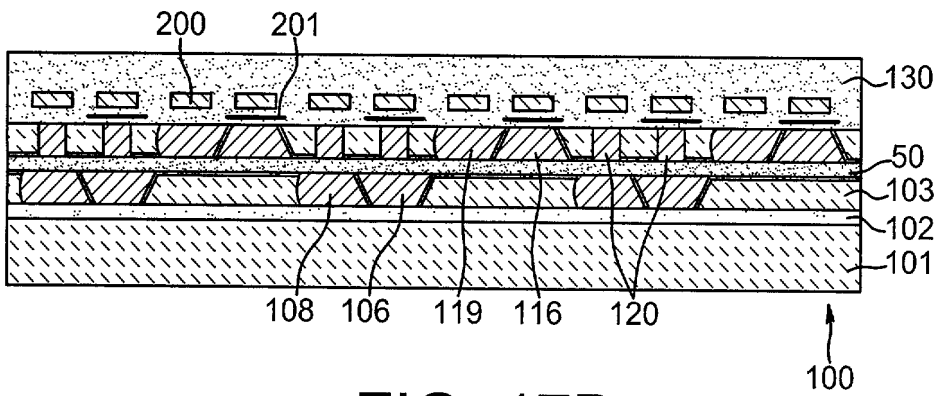


FIG. 17B

19/19

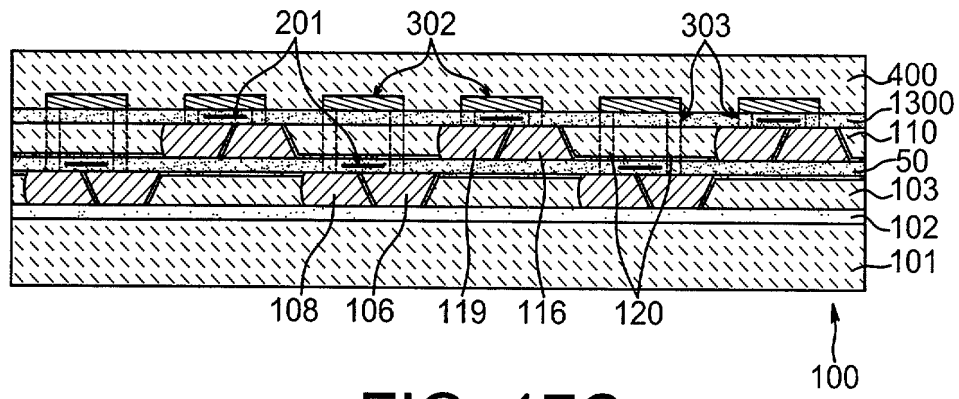


FIG. 17C

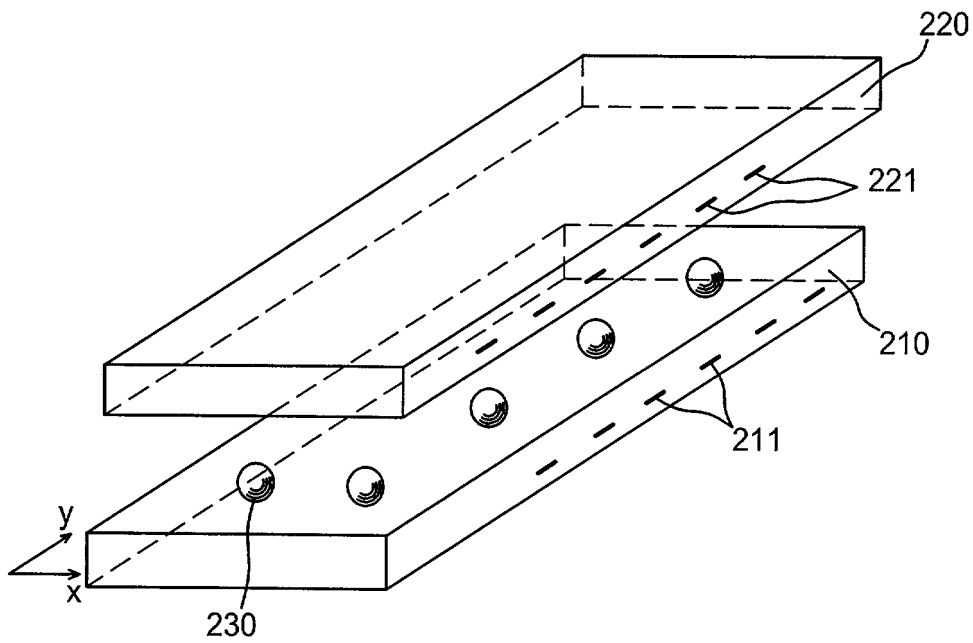


FIG. 18



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE PARTIEL**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

voir FEUILLE(S) SUPPLÉMENTAIRE(S)

N° d'enregistrement
national

FA 660188
FR 0452528

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendications concernées	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 5 883 760 A (YAMADA ET AL) 16 mars 1999 (1999-03-16)	1-3,21, 22	G11B5/29 G11B5/39
Y	* colonne 36, ligne 47 - colonne 37, ligne 20; figure 63 *	4,5,23, 24	G11B5/84
A	* colonne 32, ligne 7-37 * -----	6-20	
Y	US 4 439 793 A (NATER ET AL) 27 mars 1984 (1984-03-27) * colonne 3, ligne 17 - colonne 5, ligne 47; figures 4,5 *	4,5,23, 24	
A	US 5 293 285 A (LEONHARDT ET AL) 8 mars 1994 (1994-03-08) * colonne 6, ligne 30-68; figure 6 * -----	1-24	
D,A	FR 2 774 797 A (COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE) 13 août 1999 (1999-08-13) * le document en entier *	1-24	
D,A	US 5 452 165 A (CHEN ET AL) 19 septembre 1995 (1995-09-19) * le document en entier * -----	1-24	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			G11B
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		16 juin 2005	Stemmer, M
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0452528 FA 660188**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 16-06-2005

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5883760 A	16-03-1999	JP 2943579 B2	30-08-1999
		JP 6195625 A	15-07-1994
		DE 4336417 A1	21-04-1994
		GB 2271880 A ,B	27-04-1994
		GB 2299441 A ,B	02-10-1996
		GB 2299442 A ,B	02-10-1996
		GB 2302441 A ,B	15-01-1997
		US 6236538 B1	22-05-2001
US 4439793 A	27-03-1984	JP 1611050 C	15-07-1991
		JP 2021044 B	11-05-1990
		JP 58070417 A	26-04-1983
US 5293285 A	08-03-1994	AUCUN	
FR 2774797 A	13-08-1999	FR 2774797 A1	13-08-1999
		EP 0951010 A1	20-10-1999
		JP 11273028 A	08-10-1999
		US 6256864 B1	10-07-2001
US 5452165 A	19-09-1995	AUCUN	

**ABSENCE D'UNITÉ D'INVENTION
FEUILLE SUPPLÉMENTAIRE B**

Numéro de la demande

FA 660188
FR 0452528

La division de la recherche estime que la présente demande de brevet ne satisfait pas à l'exigence relative à l'unité d'invention et concerne plusieurs inventions ou pluralités d'inventions, à savoir :

1. revendications: 1-24

dirigé vers une configuration du dispositif tel que exposée par la revendication 6 de la présente demande.

2. revendications: 25-44

dirigé vers un procédé impliquant un substrat additionnel où sont réalisés les moyens d'enregistrement.

La première invention a été recherchée.

La présente demande ne satisfait pas aux dispositions de l'article L.612-4 du CPI car elle concerne une pluralité d'inventions qui ne sont pas liées entre elles en formant un seul concept inventif général.

Le document US 5883 760 A (col 36 l 42- col 37 l 20; fig 63) décrit un dispositif d'enregistrement et/ou de lecture d'un support magnétique tel que revendiqué dans les revendications 1 et 2 ainsi que un procédé de réalisation d'un tel dispositif tel que revendiqué dans la revendications 21.

L'objet des revendications 1 et 2, 21 n'est donc pas nouveau.

Ainsi la demande contient au moins deux concepts différents définis par respectivement les revendications

(i) 1-24, dirigé vers une configuration du dispositif tel que exposée par la revendication 6 de la présente demande.

(ii) 25-44, dirigé vers un procédé impliquant un substrat additionnel où sont réalisés les moyens d'enregistrement.