

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 1^{er} juillet 1988.

③0 Priorité : JP, 2 juillet 1987, n° 163925/1987.

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 1 du 6 janvier 1989.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : CANON KABUSHIKI
KAISHA. — JP.

⑦2 Inventeur(s) : Takeo Ono ; Hitoshi Oda ; Fumihiko Saito ;
Akira Shinmi.

⑦3 Titulaire(s) :

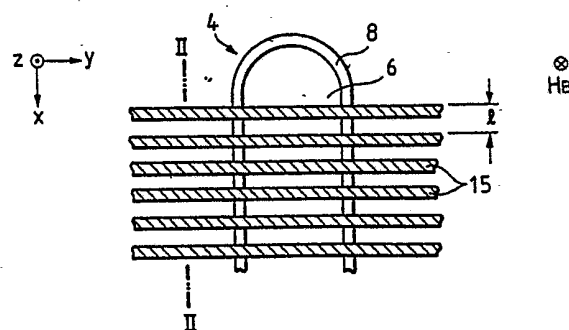
⑦4 Mandataire(s) : Rinuy, Santarelli.

⑤4 Mémoire à ligne de Bloch et procédé pour transférer une ligne de Bloch.

⑤7 L'invention concerne un procédé pour transférer une ligne
de Bloch présente dans la paroi magnétique d'un domaine
magnétique formé dans un film mince magnétique.

Le transfert de la ligne de Bloch le long de la paroi
magnétique 8 est obtenu par l'établissement d'une distribution
de contrainte prédéterminée le long de cette paroi dans le film
mince magnétique 4, le positionnement de la ligne de Bloch de
façon prédéterminée dans la paroi magnétique en fonction de
la distribution de la contrainte, et l'application d'un champ
magnétique pulsé perpendiculairement au plan du film mince,
en synchronisme avec la formation de la distribution de
contrainte.

Domaine d'application : mémoires à bulles.



L'invention concerne un procédé pour transférer une ligne de Bloch qui est présente dans une paroi magnétique d'un domaine magnétique formé dans un film mince magnétique, le long de la paroi magnétique.

5 On a utilisé, en tant que mémoire extérieure d'ordinateur, mémoire de fichier électronique et mémoire de fichier de photographie, divers dispositifs à mémoire tels qu'une bande magnétique, un disque winchester, un disque souple, un disque optique, un disque opto-magnétique et une
10 mémoire à bulles magnétiques. Tous ces dispositifs de mémoire, sauf la mémoire à bulles magnétiques, exigent le déplacement de têtes d'enregistrement/reproduction par rapport aux mémoires pour enregistrer et reproduire des informations. Pendant le déplacement relatif de la tête,
15 une suite d'informations peut être enregistrée fixement sur une piste d'informations par la tête, ou bien cette dernière peut reproduire la suite d'informations enregistrées fixement sur la piste d'informations.

Du fait de la plus haute densité d'enregistre-
20 ment demandée au cours des dernières années, la commande du suivi ou du centrage pour amener la tête à suivre exactement la piste d'informations devient complexe. Lorsque la commande du centrage est insuffisante, la qualité du signal enregistré ou reproduit baisse. En outre, la qualité du
25 signal enregistré ou reproduit est abaissée par la

vibration du mécanisme de commande de la tête ou par les poussières déposées sur la surface du support d'enregistrement. Dans un dispositif à mémoire qui enregistre et reproduit des informations tandis que la tête est en contact avec la bande magnétique ou un autre support d'enregistrement, une abrasion se produit du fait du glissement. Dans un dispositif de mémoire à enregistrement/reproduction, de type sans contact, tel qu'un disque optique, une commande de focalisation de haute précision est nécessaire et, si la commande est insuffisante, la qualité du signal enregistré/ reproduit baisse.

Par ailleurs, une mémoire à bulles magnétiques peut enregistrer une information dans une position prédéterminée, transférer l'information enregistrée et reproduire l'information se trouvant dans une position prédéterminée tandis que l'information est transférée. Dans l'enregistrement et la reproduction d'une information, aucun mouvement relatif de la tête n'est demandé. Par conséquent, on ne rencontre pas les problèmes ci-dessus, même si la densité d'enregistrement est augmentée, et on parvient à une fiabilité élevée.

Dans la mémoire à bulles magnétiques, un domaine magnétique circulaire (bulle), généré par l'application d'un champ magnétique à un film mince magnétique ayant un axe naturel de magnétisation perpendiculaire à un plan d'un film de grenat magnétique ou analogue, est utilisé en tant que bit d'information. En conséquence, même si une bulle minimale (diamètre de $0,3 \mu\text{m}$), telle que limitée par les caractéristiques du film de grenat actuellement disponible, est utilisée, une densité d'enregistrement de plusieurs dizaines de M bits/cm² constitue une limite et il est difficile d'obtenir une densité plus élevée.

Récemment, une mémoire à lignes de Bloch, qui possède une densité d'enregistrement plus élevée que la

densité limite d'enregistrement de la mémoire à bulles magnétiques, a attiré l'attention. Comme décrit dans la demande de brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 583 200, la mémoire à lignes de Bloch utilise une paire de structures
5 de parois magnétiques de Neil (lignes de Bloch) entre des structures de parois magnétiques de Bloch autour d'un domaine magnétique généré dans un film mince magnétique, en tant que bit d'information. On peut donc atteindre une densité d'enregistrement presque dix fois plus élevée que
10 celle de la mémoire à bulles magnétiques. Par exemple, lorsque l'on utilise un film de grenat ayant un diamètre de bulles de $0,5 \mu\text{m}$, on atteint une densité d'enregistrement de $1,6\text{G bits/cm}^2$.

La figure 1 des dessins annexés décrits ci-
15 après montre une vue en perspective schématique de la structure d'une matière magnétique d'une mémoire à lignes de Bloch.

Sur la figure 1, la référence numérique 2 désigne un substrat formé d'un grenat non magnétique tel
20 que GGG ou Nd GG, et un film mince 4 en grenat magnétique est appliqué sur le substrat. Le film 4 peut être formé par un procédé de croissance épitaxiale en phase liquide (procédé LPE), et son épaisseur peut être de $5 \mu\text{m}$. La référence numérique 6 désigne un domaine magnétique en
25 bande formé dans le film mince 4 en grenat magnétique. Une paroi magnétique 8 est formée en tant que limite vers une autre zone du domaine magnétique 6. La largeur du domaine magnétique en bande 6 peut être de $5 \mu\text{m}$ et sa longueur peut être de $100 \mu\text{m}$. L'épaisseur de la paroi magnétique 8 peut
30 être de $0,5 \mu\text{m}$. Comme indiqué par des flèches, la direction de la magnétisation dans le domaine magnétique 6 est orientée vers le haut, et la direction de la magnétisation à l'extérieur du domaine magnétique 6 est orientée vers le bas.

35 La direction de la magnétisation dans la paroi

magnétique 8 tourne d'une surface intérieure (faisant face au domaine magnétique 6) vers une surface extérieure. La direction de la rotation est inversée par rapport à une ligne de Bloch perpendiculaire 10 dans la paroi magnétique 6. Sur la figure 1, la direction de la magnétisation au centre, dans la direction de l'épaisseur, de la paroi magnétique 8 est indiquée par des flèches, et la direction de la magnétisation dans la ligne de Bloch 10 est indiquée d'une manière similaire.

10 Un champ magnétique polarisant extérieur H_B orienté vers le bas est appliqué à la structure de la matière magnétique.

Comme représenté, il y a deux directions différentes de magnétisation dans la ligne de Bloch 10, et la présence et l'absence d'une paire de ces lignes de Bloch correspondent à des informations "1" et "0", respectivement. La paire de lignes de Bloch se trouve dans un puits de potentiel formé périodiquement dans la paroi magnétique 8. En appliquant un champ magnétique à impulsions perpendiculairement au plan du substrat, on transfère séquentiellement la paire de lignes de Bloch vers un puits de potentiel adjacent. Ainsi, on peut effectuer dans des positions prédéterminées l'enregistrement d'une information dans la mémoire à lignes de Bloch (écriture d'une paire de lignes de Bloch dans la paroi magnétique 8) et la reproduction d'une information enregistrée dans la mémoire à lignes de Bloch (lecture de la paire de lignes de Bloch sur la paroi magnétique 8), tandis que les paires de lignes de Bloch sont transférées dans la paroi magnétique 8. L'enregistrement et la reproduction de l'information sont effectués par l'application d'un champ magnétique pulsé d'une puissance prédéterminée, normalement au plan du substrat à un bord du domaine magnétique en bande 6. Bien que cela ne soit pas représenté sur la figure 1, un réseau conducteur pour l'application de l'impulsion est formé sur

35

la surface du film mince magnétique 4 dans une relation de position prédéterminée par rapport au domaine magnétique en bande 6, en tant que moyen d'application d'un champ magnétique pulsé pour l'enregistrement et la reproduction d'informations.

Dans la mémoire à lignes de Bloch ci-dessus, le puits de potentiel pour la paire de lignes de Bloch est formé par l'application d'une configuration d'un réseau périodique et régulier sur la surface du film mince magnétique afin que cette configuration croise la paroi magnétique.

La figure 2 montre une vue partielle en plan d'une mémoire à lignes de Bloch présentant une telle configuration ou un tel réseau.

Sur la figure 2, un certain nombre de réseaux en lignes 9 s'étendant transversalement au domaine magnétique en bande 6, sont agencés parallèlement les uns aux autres sur la surface du film mince magnétique 4. Le réseau comprend une couche conductrice telle que Cr, Al, Au ou Ti, présente une largeur de $0,5 \mu\text{m}$ et un pas de $1 \mu\text{m}$. Du fait de la distorsion magnétique due à la formation de la couche conductrice configurée ou en réseau, les puits de potentiel peuvent être formés dans la paroi magnétique 8 suivant un arrangement périodique et régulier. Le réseau 9 peut être une couche de matière magnétique, ou bien le film mince magnétique 4 comportant des ions H, des ions He ou des ions Ne implantés dans le voisinage de sa surface. Les puits de potentiel formés par ces réseaux sont symétriques par rapport à la direction de transfert des lignes de Bloch.

La ligne de Bloch est transférée par l'application du champ magnétique pulsé normalement au plan du film mince magnétique 4 et par le transfert de la ligne de Bloch vers le puits de potentiel adjacent par l'utilisation d'un mouvement de précession de la magnétisation générée par le

champ magnétique pulsé. Si un champ magnétique pulsé carré simple est utilisé comme champ magnétique pulsé pour le puits de potentiel, la ligne de Bloch ne peut pas être déplacée de façon stable dans une direction spécifiée.

5 Ainsi, comme montré sur la figure 3, un champ magnétique pulsé, ayant un temps de chute qui est suffisamment plus long que le temps de montée, est utilisé comme champ magnétique pulsé H_p pour transférer la ligne de Bloch afin d'assurer un transfert réversible dans la direction
10 spécifiée.

En conséquence, le circuit électrique pour la génération du champ magnétique pulsé est plus complexe que celui utilisé pour générer le champ magnétique pulsé carré, et il est difficile d'augmenter la vitesse de transfert en
15 raison du long temps de chute ou de retombée. En outre, la consommation d'énergie augmente.

Un objet de l'invention est de proposer un procédé perfectionné pour transférer une ligne de Bloch par l'utilisation d'un champ magnétique pulsé carré symétrique.

20 Pour réaliser l'objet ci-dessus, le procédé de l'invention pour transférer la ligne de Bloch présente dans la paroi magnétique du domaine magnétique formé dans le film mince magnétique, le long de la paroi magnétique, est caractérisé par les étapes qui consistent à former une
25 distribution prédéterminée de contraintes le long de la paroi magnétique dans le film mince magnétique, à placer la ligne de Bloch dans une position prédéterminée dans la paroi magnétique en fonction de la distribution des contraintes, et à appliquer un champ magnétique pulsé
30 normalement au plan du film mince magnétique en synchronisme avec la formation de la distribution des contraintes. La ligne de Bloch est transférée de la position prédéterminée vers une autre position par l'étape de formation de la distribution des contraintes et par l'étape d'applica-
35 tion du champ magnétique.

L'invention sera décrite plus en détail en regard des dessins annexés à titre d'exemples nullement limitatifs et sur lesquels :

la figure 1 est une vue schématique en perspective d'une structure magnétique d'une mémoire à lignes de Bloch ;

la figure 2 est une vue partielle en plan d'une mémoire à lignes de Bloch de l'art antérieur, montrant un réseau pour former des puits de potentiel ;

la figure 3 est un graphique montrant une forme d'onde d'un champ magnétique pulsé utilisé dans le transfert de la ligne de Bloch dans le système de l'art antérieur ;

la figure 4 est une vue partielle en plan d'une mémoire à lignes de Bloch qui utilise le procédé de transfert selon l'invention ;

la figure 5 est une vue en perspective, avec coupe suivant la ligne II - II de la figure 4, de la mémoire à lignes de Bloch montrée sur la figure 4 ;

les figures 6A et 6B sont des graphiques montrant la contrainte suivant l'axe X et la contrainte suivant l'axe Y dans un film mince magnétique ;

la figure 7 est un graphique montrant l'anisotropie magnétique du film mince magnétique ;

la figure 8 est un graphique montrant les temps de commande du transfert de la ligne de Bloch selon l'invention ;

les figures 9 et 10 sont des vues en perspective avec coupe partielle d'une autre forme de réalisation de la mémoire à lignes de Bloch qui utilise le procédé de transfert selon l'invention ; et

la figure 11 est un schéma simplifié d'un dispositif à mémoire magnétique qui transfère une ligne de Bloch en utilisant le procédé de transfert selon l'invention.

La figure 4 est une vue partielle en plan d'une première forme de réalisation d'une mémoire à lignes de Bloch qui utilise le procédé de transfert selon l'invention, et la figure 5 montre une vue en perspective avec
5 coupe suivant la ligne II - II de la figure 4.

Sur ces figures, la référence numérique 2 désigne un substrat en grenat non magnétique, et la référence numérique 4 désigne un film mince en grenat magnétique. Un domaine magnétique 6, ayant une forme plane
10 en bande, est formé dans le film mince en grenat magnétique. La référence numérique 8 désigne une paroi magnétique entourant le domaine magnétique 6 en bande. H_B désigne un champ magnétique de polarisation vers le bas pour la formation du domaine magnétique en bande 6. Ces éléments
15 sont similaires à ceux décrits en regard de la figure 1.

Une couche 11 d'espacement est appliquée sur la surface du film mince magnétique 4, et des structures ou réseaux linéaires 15 de génération de contrainte s'étendant
20 suivant l'axe Y, en travers du domaine magnétique en bande 6 et de la paroi magnétique 8, sont agencés parallèlement les uns aux autres à un pas ℓ longitudinalement (direction de l'axe X) au domaine magnétique en bande 6. Sur la figure 4, la couche 11 d'espacement n'est pas représentée. Comme
25 montré sur la figure 5, la structure 15 de génération de contrainte comporte une première couche 12 d'électrode formée sur la couche 11 d'espacement, une couche piézoélectrique 13 formée sur la couche 12 d'électrode et une seconde couche 14 d'électrode formée sur la couche
piézoélectrique 13. Des moyens d'application de tension
30 (non représentés) sont connectés aux couches 12 et 14 d'électrodes de manière qu'une tension pulsée soit appliquée entre les couches d'électrodes 12 et 14 pour contracter la structure 15 de génération de contrainte dans la direction de l'axe X pendant un temps prédéterminé.

35 La couche 11 d'espacement peut être réalisée en

SiO₂ ou en une résine du type polyimide, et son épaisseur peut être d'environ 0,5 μ m. La couche d'espacement a pour fonction d'ajuster une contrainte générée dans le film mince magnétique 4 par la structure ou le réseau 15 de
5 génération de contrainte.

La couche piézoélectrique 13 peut être réalisée en AlN_x ou en BaTiO₃, et son épaisseur peut être d'environ 0,5 μ m. Les couches 12 et 14 d'électrodes peuvent être réalisées en Al, en Au, en Cr ou en W, et leur épaisseur
10 peut être d'environ 0,5 μ m.

La largeur de la structure linéaire 15 de génération de contrainte peut être d'environ 0,5 μ m et son pas d'agencement ℓ peut être d'environ 1 μ m.

La structure 15 de génération de contrainte
15 peut être formée par un procédé bien connu de dépôt de film mince ou par une technique bien connue de photo-lithographie. Dans la présente forme de réalisation, lorsque la couche piézoélectrique 13 de la structure 15 de génération de contrainte est formée, les matières et les épaisseurs de
20 la couche piézoélectrique et des électrodes et la forme de la structure sont établies de manière qu'une contrainte de tension soit générée dans le film mince magnétique 4 au-dessous de la structure 15, c'est-à-dire dans les parties du domaine magnétique 6 et de la paroi magnétique 8 que la
25 structure 15 croise. Ainsi, comme montré sur la figure 5, une contrainte de tension est générée au-dessous de la structure 15 de génération de contrainte (entre x_1 et x_2) dans le film mince magnétique 4, et une contrainte de compression est générée au-dessous des parties adjacentes
30 opposées de la structure 15 suivant la direction x. Cette contrainte est une contrainte initiale qui est générée même lorsqu'aucune tension de commande n'est appliquée entre les électrodes 12 et 14 de la structure 15 de génération de contrainte.

35 Dans la présente forme de réalisation, une

direction qui est parallèle à une projection du film mince magnétique 4 sur un plan [111] dans une direction [011] est la direction y, et la direction de la structure de génération de contrainte est la direction y. La direction
 5 longitudinale du domaine magnétique en bande 6 est la direction x.

Les figures 6A et 6B montrent les distributions de la contrainte σ_x suivant l'axe x et de la contrainte y suivant l'axe y dans le film mince magnétique 4 sur la
 10 coupe (plan x-z) de la figure 5. Sur ces graphiques, les contraintes de tension sont positives et les contraintes de compression sont négatives.

Une contrainte initiale engendrée dans le film mince magnétique 4 par la formation de la structure 15 de
 15 génération de contrainte est représentée en traits pleins sur le graphique. La contrainte initiale suivant l'axe x passe brusquement de la contrainte de tension à la contrainte de compression à un bord (x_1 , x_2) de la structure 15. Par ailleurs, la contrainte initiale suivant
 20 l'axe y évolue en douceur jusqu'à 0, en tant que contrainte de tension au bord de la structure 15.

Dans le film mince magnétique 4, une constante d'anisotropie K_x^σ d'une anisotropie magnétique d'axe x générée par la contrainte σ_x suivant l'axe x par un effet
 25 magnétostrictif inverse, et une constante K_y^σ d'anisotropie d'une anisotropie magnétique d'axe y, générée par la contrainte σ_y suivant l'axe y par l'effet magnétostrictif inverse, sont exprimées par :

$$\begin{aligned} K_x^\sigma &= -(3/2) \lambda_{111} \cdot \sigma_x \\ K_y^\sigma &= -(3/2) \lambda_{111} \cdot \sigma_y \end{aligned}$$

où λ_{111} est la constante de magnétostriction du film mince magnétique 4 dans la direction [111].

Dans la présente forme de réalisation, λ_{111} est négatif.

35 La figure 7 montre un graphique de la constante

d'anisotropie interplanaire $K = (K_X^\sigma - K_X^{\sigma'})$. Sur la figure 7, K désignant la contrainte initiale est indiqué par un trait plein.

Dans la présente forme de réalisation, étant
5 donné que la direction longitudinale du domaine magnétique en bande 6 suit l'axe x , l'orientation de la ligne de Bloch dans la paroi magnétique 8 suit l'axe y . En conséquence, plus la valeur K positive est grande, plus petite est l'énergie de la paroi magnétique dans la zone dans laquelle
10 se trouve la ligne de Bloch, de sorte que la ligne de Bloch peut rester de façon stable. Si la contrainte initiale seule est appliquée, les positions X_1 , X_2 sont des positions stables (puits de potentiel) de la ligne de Bloch.

Lorsque la structure 15 de génération de contrainte est excitée et qu'une tension E_p est appliquée à la couche piézoélectrique 13, l'élément piézoélectrique se contracte et la distribution de contrainte dans le film mince magnétique 4 change. En conséquence, une contrainte
20 inverse est générée dans le film magnétique mince 4 de façon à annuler la contrainte initiale. La contrainte σ_x suivant l'axe x et la contrainte σ_y suivant l'axe y sont représentées en traits tiretés sur les figures 6A et 6B. K est représenté par un trait tireté sur la figure 7. Comme
25 on le voit sur la figure 4, la distribution de contrainte est inversée et les positions X_1 et X_2 , qui étaient les positions stables de la ligne de Bloch 7 lors de l'application de la contrainte initiale, sont à présent des positions instables de la ligne de Bloch car K devient
30 négatif.

La figure 8 montre la synchronisation des temps de commande des moyens de génération de contrainte et des moyens de génération du champ magnétique pulsé lorsque la ligne de Bloch est transférée dans la présente forme de
35 réalisation.

Comme représenté, la tension de commande ou d'excitation E_p de la structure 15 de génération de contrainte est une impulsion qui monte à un instant t_1 et qui tombe à un instant t_3 , et le champ magnétique pulsé H_p appliqué par les moyens de génération du champ magnétique pulsé dans la direction de l'axe z (c'est-à-dire normalement au plan du film mince magnétique 4) est une impulsion qui monte à un instant t_2 , lequel suit l'instant t_1 et précède l'instant t_3 , et qui retombe à un instant t_4 qui suit l'instant t_3 . Ainsi, entre l'instant t_1 et l'instant t_3 , les lignes de Bloch dans les positions X_1 et X_2 ne sont pas stabilisées et après l'instant t_3 , les positions X_1 et X_2 sont de nouveau rendues stables pour les lignes de Bloch. Entre l'instant t_2 et l'instant t_4 , le champ magnétique pulsé est appliqué de façon à déplacer la ligne de Bloch par un effet gyroscopique dans un sens spécifié le long de la paroi magnétique 6. L'amplitude du champ magnétique H_p et la période de temps $t_2 - t_3$ sont établies de manière que le déplacement des lignes de Bloch soit supérieur au pas d'agencement ℓ de la structure 15 et inférieur à 2ℓ . En conséquence, la ligne de Bloch est déplacée en sens opposé à celui du mouvement de la montée du champ magnétique pulsé H_p et la ligne de Bloch est emprisonnée dans une position stable (puits de potentiel) qui se trouve en avant de la position d'origine. En répétant l'opération ci-dessus, on transfère la ligne de Bloch dans le sens spécifié sur une distance souhaitée.

Dans la présente forme de réalisation, étant donné que le puits de potentiel pour stabiliser la position de la ligne de Bloch ne peut pas empêcher le mouvement de la ligne de Bloch au commencement de l'application du champ magnétique pulsé H_p , on obtient un transfert stable de la ligne de Bloch à une vitesse élevée et avec une grande efficacité, même si l'amplitude du champ magnétique pulsé est faible..

Dans la présente forme de réalisation, le champ magnétique pulsé H_p peut être une impulsion sensiblement carrée. Ainsi, on accroît la vitesse de transfert et le circuit de commande pour la génération de l'impulsion est
5 simplifié et la consommation d'énergie est faible.

La figure 9 est une vue en perspective avec coupe partielle d'une seconde forme de réalisation de la mémoire à lignes de Bloch qui utilise le procédé de transfert selon l'invention. Sur la figure 9, les éléments
10 identiques à ceux montrés sur les figures 4 et 5 sont désignés par les mêmes références numériques.

Cette forme de réalisation diffère de la première forme de réalisation par le fait qu'une couche d'électrode 12' des moyens de génération de contrainte est
15 réalisée en une matière qui applique une contrainte initiale effective au film mince magnétique 4. La matière de la couche d'électrode 12' dans la présente forme de réalisation peut être Cr, W, Ti, Pt ou Mo.

Conformément à la présente forme de réalisation, étant donné que la contrainte initiale est générée en
20 tion, étant donné que la contrainte initiale est générée en une position plus proche du film mince magnétique 4, l'efficacité de l'application de la contrainte est élevée et on obtient aisément un puits de potentiel qui est suffisamment profond pour emprisonner la ligne de Bloch.

La figure 10 est une vue en perspective avec coupe partielle d'une troisième forme de réalisation de la mémoire à lignes de Bloch qui utilise le procédé de transfert selon l'invention. Sur la figure 10, les éléments
25 identiques à ceux montrés sur les figures 4 et 5 sont désignés par les mêmes références numériques.

Cette forme de réalisation diffère de la première forme de réalisation par le fait qu'une couche 16 de génération de contrainte initiale, destinée à appliquer une forte contrainte initiale au film mince magnétique 4,
35 est prévue entre la structure 15 de génération de con-

trainte et la couche 11 d'espacement. Une matière convenant à la couche 16 de génération de la contrainte initiale dans la présente forme de réalisation peut être Si, O₂ ou C.

Dans la présente forme de réalisation, étant
5 donné qu'une forte contrainte initiale est générée en une position proche du film mince magnétique 4, l'efficacité de l'application de la contrainte est élevée.

Dans la présente forme de réalisation, une
contrainte de tension est générée en tant que contrainte
10 initiale dans la position du film mince magnétique correspondant à la structure 15 de génération de contrainte. En variante, une contrainte de compression peut être générée. Dans ce cas, la structure 15 de génération de
contrainte génère une contrainte de tension lorsqu'elle est
15 excitée ou commandée.

Dans la présente forme de réalisation, la
contrainte initiale est présente lorsque les moyens de
génération de contrainte ne sont pas activés, de façon que
l'énergie demandée pour commander les moyens de génération
20 de contrainte puisse être faible. Dans la présente forme de réalisation, la contrainte initiale peut également être générée par les moyens de génération de contrainte. Ceci peut être obtenu dans cette forme de réalisation par une
inversion de la polarité de la tension appliquée à la
25 couche piézoélectrique.

En générant la contrainte dans le film mince
magnétique par les moyens de génération de contrainte et en
appliquant le champ magnétique pulsé au film mince
magnétique par les moyens d'application du champ magnétique
30 en liaison avec la génération de la contrainte, on obtient un transfert stable de la ligne de Bloch, à une vitesse élevée et avec une grande efficacité, même si l'amplitude du champ magnétique pulsé est faible.

Conformément à cette forme de réalisation, le
35 champ magnétique pulsé peut être une impulsion sensiblement

carrée. Ainsi, la vitesse de transfert est améliorée et le circuit de commande pour la génération de l'impulsion est simplifiée et la consommation d'énergie est réduite.

La figure 11 est un schéma simplifié d'un
5 dispositif à mémoire magnétique qui transfère la ligne de Bloch, qui est un support d'information, en utilisant le procédé de transfert selon l'invention pour écrire et lire une information.

Sur la figure 11, la référence numérique 101
10 désigne un substrat de mémoire à lignes de Bloch sur lequel plusieurs domaines magnétiques en bandes 6 sont agencés à un pas prédéterminé orthogonalement à la direction longitudinale de ces domaines magnétiques en bandes 6. Des structures 15 de génération de contrainte sont agencées sur
15 les domaines magnétiques en bandes 6 à un pas prédéterminé dans la direction longitudinale desdits domaines magnétiques en bande 6. Des puits de potentiel sont formés par les structures 15 à un pas prédéterminé le long des parois magnétiques en bandes 6 et des lignes de Bloch sont
20 distribuées le long des puits de potentiel. Une information d'enregistrement est stockée sous la forme d'un signal en séquence dans le temps représenté par la distribution des lignes de Bloch.

La référence numérique 102 désigne un généra-
25 teur de bulles magnétiques qui génère, en série dans le temps, des bulles magnétiques conformément à une information d'entrée. Les bulles magnétiques générées en série dans le temps sont transférées séquentiellement vers des positions de bords avant des domaines magnétiques cor-
30 respondants en bandes 6 par un circuit 105 d'attaque d'écriture. Ces bulles magnétiques sont utilisées pour écrire les lignes de Bloch.

La référence numérique 106 désigne un circuit
d'attaque de lecture qui convertit les lignes de Bloch en
35 bulles magnétiques pour reproduire l'information et

transférer les bulles magnétiques vers un détecteur 107 de bulles.

Le détecteur 107 de bulles détecte séquentiellement les bulles magnétiques transférées à partir du
5 circuit de commande 106 de lecture en utilisant un effet magnéto-résistif pour produire un signal électrique en série dans le temps représentant l'information d'enregistrement.

La référence numérique 103 désigne une source
10 de courant d'écriture destinée à fournir un courant à un conducteur 111 d'écriture lorsque la ligne de Bloch est écrite vers un bord avant de chacun des domaines magnétiques en bandes, et la référence numérique 104 désigne une source de courant de lecture destinée à fournir un courant
15 à un conducteur 114 de lecture lorsque la ligne de Bloch, située au bord avant de chacun des domaines magnétiques en bandes 6, est lue.

La référence numérique 110 désigne un générateur de champ magnétique destiné à générer un champ
20 magnétique pulsé perpendiculairement au plan du film magnétique mince. La référence numérique 115 désigne un générateur de contrainte connecté aux électrodes des structures 15 de génération de contraintes par l'intermédiaire de lignes de signaux. Une distribution de
25 contraintes souhaitée est formée dans le film mince magnétique du substrat par l'application de la tension à chacune des électrodes. Dans la présente forme de réalisation, une tension pulsée est appliquée à chaque électrode pour inverser la distribution de contraintes initiales
30 formées dans le film mince magnétique conformément aux structures 15.

La référence numérique 109 désigne un circuit de commande des circuits d'attaque 105 et 106, des générateurs 102, 110 et 115, du détecteur 107 et des
35 sources de courant 103 et 104 conformément au signal

d'entrée (EN).

Dans le dispositif à mémoire magnétique de la figure 11, on peut utiliser un procédé pour former les lignes de Bloch dans les parois magnétiques aux bords avant des domaines magnétiques en bandes 6 et un procédé pour convertir les lignes de Bloch aux bords avant des domaines magnétiques en bandes 6 en bulles magnétiques tels que ceux décrits en détail dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 4 583 200. Par conséquent, l'explication de ces procédés n'est pas donnée ici.

Le circuit 109 de commande comporte un dispositif de commande de synchronisation qui commande les temps d'application en entrée du signal de commande au générateur 110 de champ magnétique et au générateur 115 de contrainte. Dans la présente forme de réalisation, le générateur 110 de champ magnétique et le générateur 115 de contrainte sont commandés de façon que la contrainte pulsée et le champ magnétique pulsé soient générés aux instants indiqués dans la forme de réalisation précédente. Sous l'effet de la contrainte pulsée et du champ magnétique pulsé, les lignes de Bloch se trouvant dans les puits de potentiel formés par la distribution de la contrainte initiale sous l'effet des structures 15 de génération de contrainte, sont transférées séquentiellement vers les puits de potentiel adjacents.

Les puits de potentiel sont formés le long des parois magnétiques des domaines magnétiques en bandes 6 à un pas constant, sauf aux extrémités opposées (bords avant) des domaines magnétiques en bandes 6. Les lignes de Bloch sont déplacées le long des parois magnétiques autour des domaines magnétiques en bandes 6.

Le transfert des lignes de Bloch par le générateur 110 de champ magnétique et par le générateur 115 de contrainte, et l'écriture des lignes de Bloch par le conducteur 111 d'écriture ou la lecture de la ligne de

Bloch par le conducteur 114 de lecture sont effectués en synchronisme avec le circuit de commande 109. En transférant les lignes de Bloch par le procédé de transfert selon l'invention, on peut déplacer les lignes de Bloch à
5 une vitesse plus élevée et on peut améliorer notablement la vitesse d'enregistrement/reproduction des informations.

Il va de soi que de nombreuses modifications peuvent être apportées à la mémoire à lignes de Bloch d'écriture représentée sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDEICATIONS

1. Mémoire à lignes de Bloch pour enregistrer une information en utilisant une ligne de Bloch dans une paroi magnétique (8) formée autour d'un domaine magnétique (6) dans un film mince magnétique (4), caractérisée en ce qu'elle comporte un moyen (15) destiné à générer une distribution de contrainte souhaitée dans le film mince magnétique le long de la paroi magnétique, et un moyen (110) destiné à appliquer un champ magnétique pulsé (H_p) perpendiculairement au plan du film mince magnétique, le moyen de génération de contrainte et le moyen d'application du champ magnétique coopérant pour transférer la ligne de Bloch.

2. Mémoire à lignes de Bloch selon la revendication 1, caractérisée en ce que le moyen de génération de contrainte comprend un élément piézoélectrique (13) et deux électrodes (12, 14) destinées à appliquer une tension à cet élément piézoélectrique.

3. Mémoire à lignes de Bloch selon la revendication 2, caractérisée en ce que l'une des électrodes est disposée entre l'élément piézoélectrique et le film mince magnétique et les électrodes génèrent une contrainte initiale dans le film mince magnétique même lorsque le moyen de génération de contrainte n'est pas activé.

4. Mémoire à lignes de Bloch selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'une couche (12' ou 16) de génération d'une contrainte initiale est prévue entre le moyen de génération de contrainte et le film mince magnétique pour générer la contrainte initiale dans le film mince magnétique même lorsque ledit moyen de génération de contrainte n'est pas activé.

5. Mémoire à lignes de Bloch selon la revendication 1, caractérisée en ce que le moyen d'application d'un champ magnétique applique un champ magnétique pulsé ayant une forme d'onde symétrique audit film mince

magnétique.

6. Mémoire à lignes de Bloch selon la revendication 1, caractérisée en ce que le moyen de génération de contrainte et le moyen d'application d'un champ magnétique agissent en coopération sur le film mince magnétique.

7. Mémoire à lignes de Bloch selon la revendication 6, caractérisée en ce que le moyen de génération de contrainte et le moyen d'application d'un champ magnétique génèrent une contrainte et un champ magnétique pulsés, respectivement, le temps de montée de l'impulsion du moyen de génération de contrainte précédant le temps de montée de l'impulsion du moyen d'application d'un champ magnétique, le temps de montée de l'impulsion du moyen d'application du champ magnétique précédant le temps de retombée de l'impulsion du moyen de génération de contrainte, et le temps de retombée de l'impulsion du moyen de génération du champ magnétique précédant le temps de retombée de l'impulsion du moyen de génération de contrainte.

8. Procédé pour transférer une ligne de Bloch formée dans une paroi magnétique (8) d'un domaine magnétique (6), lui-même formé dans un film mince magnétique (4), le long de la paroi magnétique, caractérisé en ce qu'il consiste à établir une distribution de contraintes prédéterminée dans le film mince magnétique le long de la paroi magnétique, à placer la ligne de Bloch dans une position prédéterminée sur la paroi magnétique suivant la distribution de contraintes, à modifier la distribution de contraintes pendant un temps prédéterminé, et à appliquer un champ magnétique pulsé perpendiculairement au plan du film mince magnétique, en synchronisme avec ladite étape de modification.

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'étape de modification consiste à

inverser la distribution de contraintes prédéterminée.

10. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que le temps du commencement et le temps de la fin de l'étape de modification précèdent le temps du commencement et le temps de la fin de l'étape d'application, respectivement, et le temps du commencement de l'étape d'application précède le temps de la fin de l'étape de modification.

11. Procédé pour transférer une ligne de Bloch formée dans une paroi magnétique (8) d'un domaine magnétique (6), lui-même formé dans un film mince magnétique (4) le long de la paroi magnétique, caractérisé en ce qu'il consiste à modifier une distribution de contraintes dans le film mince magnétique pendant un temps prédéterminé, et à appliquer un champ magnétique pulsé perpendiculairement au plan du film mince magnétique en synchronisme avec la modification de la distribution de contraintes.

FIG. 1

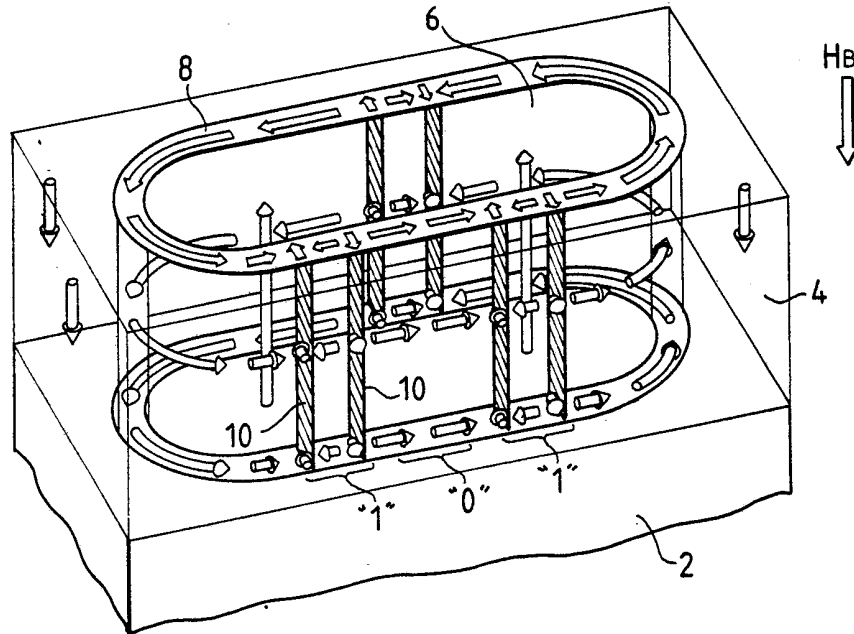


FIG. 2

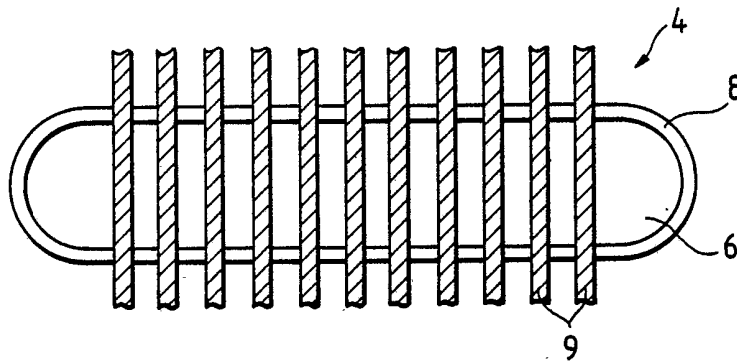


FIG. 3

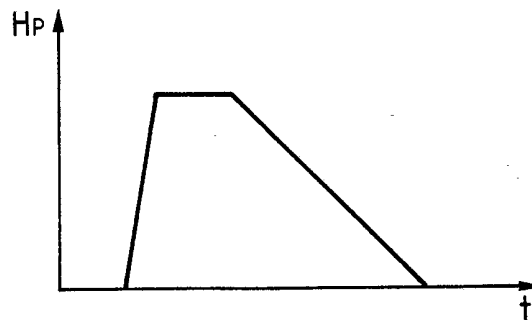


FIG. 4

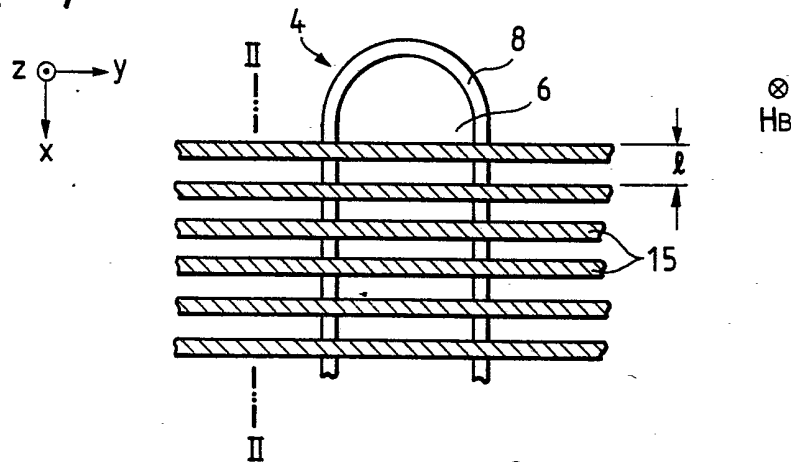


FIG. 5

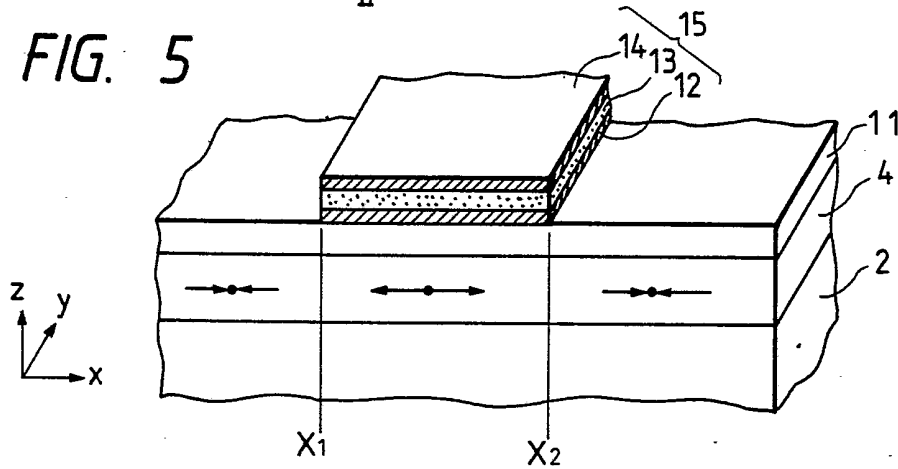


FIG. 7

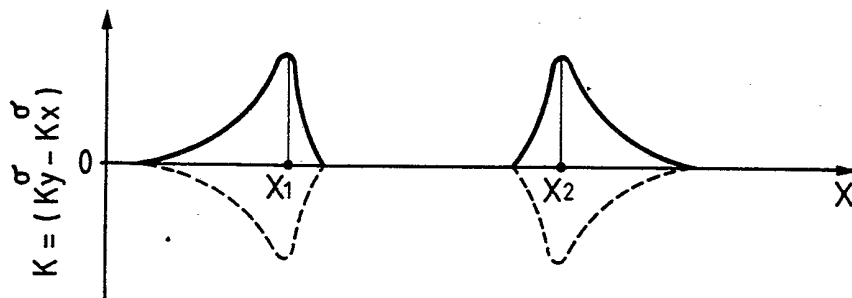


FIG. 6A

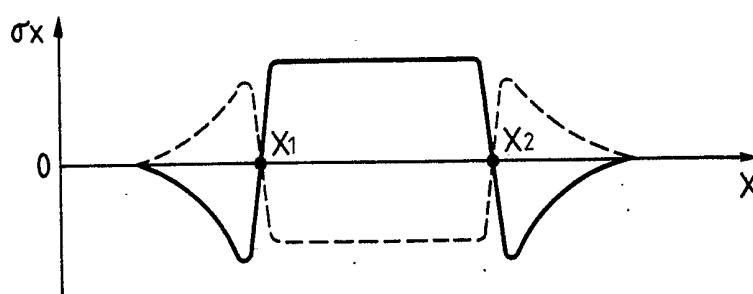


FIG. 6B

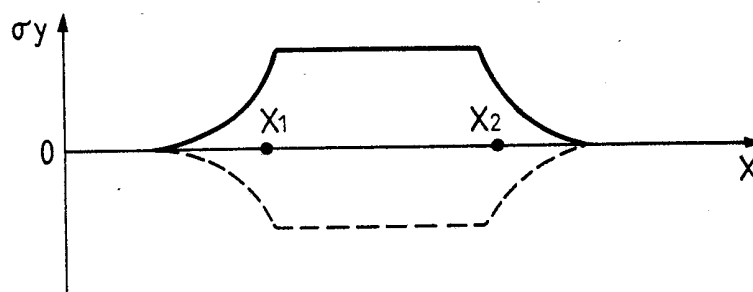


FIG. 8

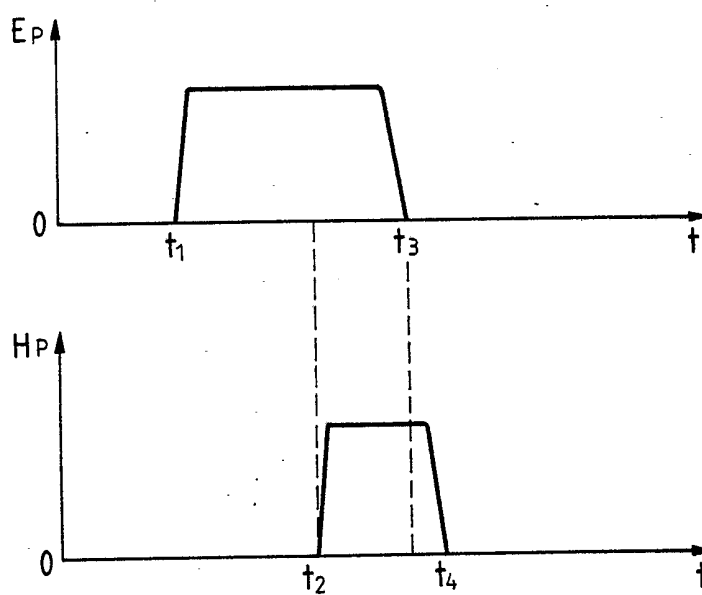


FIG. 9

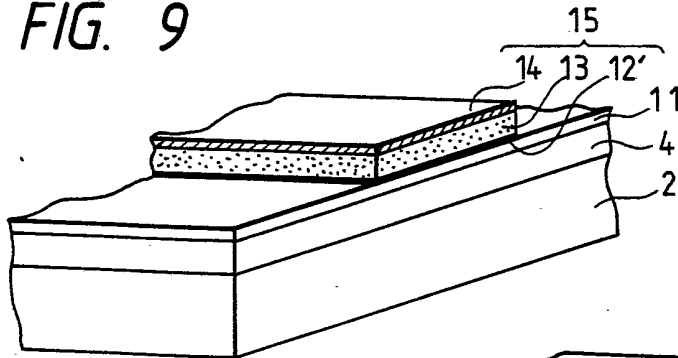


FIG. 10

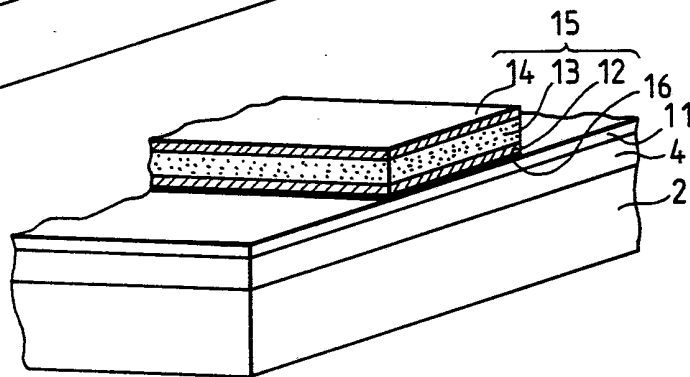


FIG. 11

