

⑬



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

⑪ Numéro de publication:

**0 027 073**  
**A1**

⑫

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑰ Numéro de dépôt: **80401355.5**

⑸ Int. Cl.<sup>3</sup>: **H 01 F 41/28, H 01 F 10/24**

⑱ Date de dépôt: **23.09.80**

⑳ Priorité: **03.10.79 FR 7924623**

⑴ Demandeur: **COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE**  
**Etablissement de Caractère Scientifique Technique et**  
**Industriel, B.P. 510, F-75752 Paris Cedex 15 (FR)**

㉓ Date de publication de la demande: **15.04.81**  
**Bulletin 81/15**

⑵ Inventeur: **Halleton, Didier, 18, Avenue de l'Europe,**  
**F-38120 Saint Egreve (FR)**  
Inventeur: **Daval, Jacques, 8, rue Champ de la Cour,**  
**F-38240 Meylan (FR)**  
Inventeur: **Ferrand, Bernard, 115, Rue du Plassarat,**  
**F-38340 Voreppe (FR)**  
Inventeur: **Moriceau, Hubert, 85, Avenue Jean Jaurès,**  
**F-38400 Saint Martin d'Herès (FR)**

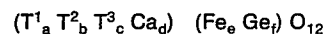
㉔ Etats contractants désignés: **DE GB NL**

⑷ Mandataire: **Mongredien, André et al, c/o**  
**Brevatome 25, rue de Ponthieu, F-75008 Paris (FR)**

⑸ Procédé pour régler la dimension des bulles d'éléments à bulles magnétiques.

⑹ L'invention a pour objet un procédé pour régler la dimension des bulles d'éléments à bulles magnétiques.

On fabrique ces éléments par dépôt par épitaxie en phase liquide sur un substrat non magnétique d'un film de grenat ferrimagnétique de formule:



dans laquelle T<sup>1</sup>, T<sup>2</sup> et T<sup>3</sup> qui sont différents, représentent un élément de la série des terres rares y compris l'yttrium, a, b, c, et d, sont des nombres tels que leur sommes soit sensiblement égale à 3, et e et f sont des nombres tels que leur somme soit sensiblement égale à 5.

Pour obtenir plusieurs éléments ayant des dimensions de bulles différentes par exemple de 1,5 à 3 μm, on utilise des bains d'épitaxie comprenant les mêmes quantités d'oxyde de fer, d'oxydes des éléments T<sup>1</sup>, T<sup>2</sup> et T<sup>3</sup> et d'oxyde de germanium, et on règle la quantité d'oxyde ou de carbonate de calcium de chaque bain ainsi que la température et la durée du dépôt, en fonction de la dimension des bulles que l'on veut obtenir.

**EP 0 027 073 A1**

La présente invention a pour objet un procédé pour régler à des valeurs voulues les dimensions des bulles d'éléments à bulles magnétiques lors de leur fabrication par épitaxie en phase liquide.

5 On rappelle qu'un élément à bulles magnétiques est constitué par une couche magnétique comportant de petits domaines magnétiques ayant une induction magnétique opposée à celle de la matière qui les entoure dans la couche.

10 Dans une couche magnétique monocristalline telle qu'un film de grenat magnétique, présentant une anisotropie magnétique uniaxiale perpendiculaire au plan de la couche, il est possible de créer des domaines magnétiques, en général cylindriques, dans lesquels  
15 l'induction magnétique possède un sens opposé à celui qu'elle présente dans le reste de la couche.

Ces domaines, appelés traditionnellement "bulles", sont stabilisés à leur dimension de fonctionnement sous l'action d'un champ magnétique continu, dit  
20 champ de polarisation, qui doit être perpendiculaire à la couche et ils peuvent être déplacés dans le plan de la couche sous l'action de motifs dits de propagation, magnétisés par un champ magnétique tournant appliqué dans le plan de la couche. Ainsi, on peut réaliser des  
25 circuits, des comparateurs, des mémoires, etc.

De façon plus précise, la présente invention se rapporte à la préparation d'éléments à bulles magnétiques constitués par des films de grenats ferrimagnétiques déposés par épitaxie en phase liquide sur un  
30 substrat en grenat non magnétique, ces films ayant une direction préférentielle d'aimantation normale au plan du film. Dans de tels films, les domaines magnétiques apparaissent sous forme de cylindres à section droite circulaire, par exemple, positifs à la face supérieure

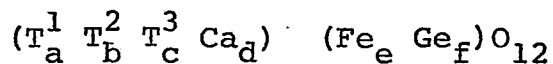
de la couche et négatifs à la face inférieure du point de vue magnétique, et ils forment ainsi des dipôles magnétiques ayant un axe perpendiculaire au plan de déplacement.

5 Pour la réalisation de mémoires à bulles magnétiques, on sait que la capacité de ces mémoires est directement liée au diamètre des bulles magnétiques. Ainsi, pour obtenir une capacité de 256 kbits, on utilise des éléments dont les bulles ont un diamètre de 2,7  $\mu\text{m}$  et pour obtenir des capacités aussi élevées que 0,5 à 1 mégabit, on doit utiliser des éléments dont les bulles magnétiques présentent un diamètre de 3 à 1,5  $\mu\text{m}$ , de préférence de 2,5 et 1,8  $\mu\text{m}$ .

15 Aussi, les procédés qui permettent d'ajuster à la valeur voulue le diamètre des bulles magnétiques de tels éléments, sont d'un grand intérêt pour la réalisation de mémoires à bulles magnétiques.

Jusqu'à présent dans les procédés de fabrication d'éléments à bulles magnétiques par dépôt épitaxial en phase liquide, on a contrôlé le diamètre des bulles des éléments en agissant sur la composition du bain d'épitaixie qui comprend les oxydes ou carbonates des éléments entrant dans la composition du film.

25 Ainsi, dans le cas de films de grenat de formule :



30 dans laquelle  $T^1$ ,  $T^2$  et  $T^3$  qui sont différents, représentent un élément de la série des terres rares y compris l'yttrium et a, b, c, et d, sont des nombres tels que leur somme soit sensiblement égale à 3, et e et f sont des nombres tels que leur somme soit sensiblement égale à 5, on a contrôlé le diamètre des bulles en modifiant la composition du bain d'épitaixie en ce qui concerne les quantités des différents oxydes de terres rares pour agir sur l'anisotropie et la quantité d'oxyde de germanium pour modifier l'aimantation. (Materials Research

Bulletin, vol. 10 n° 1, 1975 et Journal of Crystal Growth, vol. 12, n° 1, décembre 1977).

En effet, dans les procédés de fabrication de mémoires à bulles tels que celui décrit dans Journal of Crystal Growth, vol. 12, n° 1, décembre 1977, il est nécessaire de respecter certaines conditions pour obtenir des films de qualité satisfaisante.

Ainsi, pour diminuer le diamètre  $\underline{d}$  des bulles de l'élément, on doit abaisser la longueur caractéristique  $\underline{l}$  du film lorsqu'on veut respecter la condition selon laquelle ce diamètre  $\underline{d}$  est voisin de l'épaisseur  $\underline{h}$  du film pour obtenir une bonne stabilité des bulles.

Ceci peut être réalisé en augmentant l'aimantation du film car la longueur caractéristique  $\underline{l}$  est définie par la formule :

$$l = \frac{\sqrt{AKu}}{\pi M_s^2}$$

dans laquelle A représente la constante d'échange, Ku la constante d'anisotropie uniaxiale et  $M_s$  l'aimantation à saturation.

Cependant, lorsqu'on augmente l'aimantation à saturation  $M_s$  du film, on diminue généralement le champ d'anisotropie  $H_k$  si bien que la condition :

$$H_k = 4\pi M_s \geq 700 \text{ oersteds}$$

qui est nécessaire pour éviter la nucléation spontanée des bulles, peut difficilement être respectée.

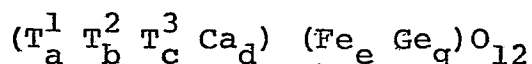
Aussi, pour que cette condition soit réalisée, on doit jouer sur les quantités respectives des terres rares pour augmenter le champ d'anisotropie  $H_k$ .

Cependant, ce mode de contrôle qui concerne, d'une part, les quantités respectives des différentes

terres rares et, d'autre part, la quantité de germanium du bain d'épîtaxie présente l'inconvénient de nécessiter une modification relativement importante de la composition du bain d'épîtaxie pour passer d'un diamètre de bulles à un autre.

La présente invention a précisément pour objet un procédé pour régler la dimension des bulles d'éléments à bulles magnétiques qui pallie l'inconvénient précité.

Le procédé selon l'invention pour régler à des valeurs voulues la dimension des bulles d'éléments à bulles magnétiques, lors de la fabrication de tels éléments par dépôt par épîtaxie en phase liquide sur un substrat non magnétique d'un film de grenat ferrimagnétique de formule :



dans laquelle  $T^1$ ,  $T^2$  et  $T^3$  qui sont différents, représentent un élément de la série des terres rares y compris l'yttrium, a, b, c, et d, sont des nombres tels que leur somme soit sensiblement égale à 3, et e et f sont des nombres tels que leur somme soit sensiblement égale à 5, se caractérise en ce que l'on utilise pour la fabrication desdits éléments des bains d'épîtaxie comprenant de l'oxyde ou du carbonate de calcium et des quantités prédéterminées d'oxyde de fer, d'oxydes des éléments  $T^1$ ,  $T^2$  et  $T^3$ , et d'oxyde de germanium, en ce que l'on règle la quantité d'oxyde ou de carbonate de calcium de chaque bain d'épîtaxie en fonction de la dimension de bulles que l'on veut obtenir dans l'élément fabriqué à partir dudit bain, et en ce que l'on effectue le dépôt dudit élément à une température  $T_d$  choisie en fonction de la température de saturation  $T_s$  du bain pour obtenir une vitesse de croissance  $V_a$  adaptée à la dimension de bulles que l'on veut obtenir, en réalisant ce dépôt pendant une durée  $t$

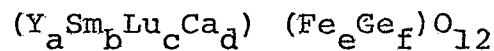
B. 6781.3 MDT

telle que l'élément obtenu ait une épaisseur voisine de la dimension des bulles obtenues.

Avantageusement, on choisit la température de dépôt  $T_d$  de façon à obtenir une vitesse de croissance au plus égale à  $1,5 \mu\text{m}/\text{mn}$ . Par exemple, une vitesse de croissance de  $0,5 \mu\text{m}/\text{mn}$  à  $1,5 \mu\text{m}/\text{mn}$  pour des dimensions de bulles allant de  $1,5$  à  $3 \mu\text{m}$ .

Selon l'invention, le film de grenat ferrimagnétique a de préférence la formule suivante :

10



Le procédé tel que caractérisé ci-dessus présente notamment l'avantage de permettre d'ajuster à la valeur voulue le diamètre des bulles de l'élément, en jouant uniquement sur la quantité de calcium présente, sous forme de carbonate ou d'oxyde de calcium par exemple, dans le bain d'épitaxie. Ainsi, on peut régler la longueur caractéristique  $\lambda$  du film et de ce fait le diamètre  $d$  des bulles qui est sensiblement égal à  $8$  ou  $9\lambda$  lorsque l'épaisseur du film est voisine du diamètre des bulles, et agir de plus sur les propriétés des films, en particulier sur l'anisotropie.

En effet, on a pu mettre en évidence que l'anisotropie est proportionnelle, non seulement à la quantité de calcium qui rentre dans les sites dodécaédriques, mais également à la quantité de germanium qui rentre dans les sites tétraédriques. Ceci, crée sur chacun de ces sites un ordre préférentiel qui contribue à la déformation de la structure grenat et à l'anisotropie de croissance.

Or, on a trouvé que, pour une valeur de  $\lambda$  constante, l'aimantation et l'anisotropie diminuaient lorsque la quantité de calcium augmentait dans le bain d'épitaxie.

On pense que, compte tenu d'un certain coefficient de partage, le calcium rentre dans les sites

dodécaèdriques et une quantité équivalente de germanium rentre dans les sites tétraèdriques par un mécanisme de compensation de charge. Aussi, lorsqu'on augmente la quantité de calcium dans le bain d'épitaixie, on obtient  
5 un dépôt plus important de germanium dans le film et de ce fait une diminution de l'aimantation.

En ce qui concerne l'anisotropie qui d'après l'art antérieur, est essentiellement due à un certain arrangement des terres rares dans les sites dodécaèdri-  
10 ques, on pense qu'il y a également création d'un ordre dans les sites tétraèdriques où coexistent le fer et le germanium de rayons ioniques très différents. Cet ordre crée une composante supplémentaire à l'anisotropie de croissance. Cependant, lorsque la quantité de calcium,  
15 donc de germanium augmente, il y a diminution de l'anisotropie totale du film, ce qui semble indiquer que cette composante complémentaire se soustrait de celle issue des sites dodécaèdriques.

Les bains d'épitaixie utilisés dans le procédé de l'invention comprennent également un solvant qui est avantageusement constitué par un mélange d'oxyde de bore et d'oxyde de plomb, de préférence dans un rapport molaire oxyde de plomb sur oxyde de bore d'environ 15,6.

Les quantités des différents oxydes présents  
25 dans le bain d'épitaixie sont déterminées également de façon que le bain d'épitaixie conduise à l'obtention d'un film présentant des propriétés magnétiques satisfaisantes.

Avantageusement, lorsqu'on veut obtenir des éléments dont les bulles ont une dimension comprise entre  
30  $1,5 \mu$  et  $3 \mu$ , la composition du bain d'épitaixie est telle que le rapport molaire  $R_1$  oxyde de fer sur oxydes de terres rares soit compris entre 20 et 25, le rapport molaire  $R_2$  oxyde de fer sur oxyde de germanium soit compris entre 5 et 8, le rapport molaire  $R_4$  espèces dissoutes sur solvant  
35 plus espèces dissoutes soit compris entre 0,10 et 0,15

le rapport molaire  $R_5$  oxyde ou carbonate de calcium sur oxyde de germanium soit compris entre 0,8 et 1,8 et le rapport molaire  $R_6$  oxyde ou carbonate de calcium sur oxydes de terres rares soit compris entre 3 et 8.

5 On précise que la température de saturation ( $T_s$ ) de bains d'épitaixie ayant une telle composition varie de 900 à 980°C.

Selon le procédé de l'invention, on dépose des films de grenat à partir de tels bains d'épitaixie sur des substrats non magnétiques réalisés de préférence en  $Gd_3 Ga_5 O_{12}$ .

Avantageusement, la croissance du film sur le substrat est réalisée selon la technique d'immersion horizontale du substrat, avec une rotation unidirectionnelle d'environ 200 tours par minute, dans des conditions isothermes, la température de dépôt  $T_d$  étant inférieure de 10 à 30°C à la température de saturation du bain, et étant choisie en fonction de la température de saturation  $T_s$  du bain de façon à obtenir une vitesse de croissance adaptée à la dimension de bulles que l'on veut obtenir, par exemple, une vitesse de croissance au plus égale à 1,5 micron par minute, et de préférence comprise entre 0,5 et 1,5 micron par minute, lorsque la quantité de calcium du bain est réglée pour l'obtention de bulles de 1,5 à 3  $\mu m$ .

En effet, à chaque valeur de  $T_d$  correspond une composition de film ayant les propriétés magnétiques désirées ; à chaque valeur de  $T_d$  correspond également une vitesse de croissance  $V_a$  qui fixe le temps de dépôt  $t$  tel que  $V_a t = h \approx d \approx 8\underline{1}$  à  $9\underline{1}$ .

De cette façon, par le choix de la température  $T_d$ , on règle, de façon connue, la vitesse de croissance, le temps de dépôt et l'épaisseur de la couche déposée pour qu'elle corresponde approximativement au diamètre de bulle visé, généralement à  $\pm 0,5 \mu m$  près.

En effet, la vitesse de croissance est un

facteur très important dans l'obtention de couches magnétiques à bulles. Elle est en fait en évolution au cours du temps : elle décroît entre le début et la fin de la croissance d'une couche, et elle décroît en fonction du nombre de couches qui ont été déposées 5 préalablement à partir du même bain. Lorsque la vitesse de croissance est trop importante au début du dépôt, la couche présente une telle inhomogénéité qu'il est impossible d'y créer des bulles stables. Ce phénomène 10 fixe la vitesse de croissance à adopter, qui dépend de la dimension de bulles que l'on veut obtenir à partir du bain.

Par ailleurs, pour obtenir un élément à bulles magnétiques satisfaisant les conditions de stabilité, 15 il est nécessaire que l'épaisseur de l'élément soit voisine du diamètre des bulles que l'on obtient comme cela est d'ailleurs précisé dans l'article de Parker et W.R. Cox (Journal of Crystal Growth 42 (1977) p. 334 à 342). Aussi, on règle la durée de dépôt t du film 20 de façon à obtenir l'épaisseur voulue.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit donnée bien entendu à titre illustratif et non limitatif, se référant au dessin annexé qui est un diagramme représentant l'évolution du 25 diamètre des bulles de l'élément obtenu en fonction du rapport molaire carbonate de calcium sur oxyde de germanium du bain d'épitaxie.

On prépare plusieurs bains d'épitaxie qui se différencient uniquement par leur teneur en carbonate 30 de calcium. Chaque bain comprend des quantités d'oxyde de fer  $Fe_2O_3$ , d'oxyde d'yttrium  $Y_2O_3$ , d'oxyde de samarium  $Sm_2O_3$ , d'oxyde de lutétium  $Lu_2O_3$ , d'oxyde de germanium

$\text{GeO}_2$  et de solvant constitué par de l'oxyde de plomb  $\text{PbO}$   
 et de l'oxyde de bore  $\text{B}_2\text{O}_3$  telles que le rapport molaire  
 $R_1$  oxyde de fer sur oxydes de terres rares soit de 22,20,  
 le rapport molaire  $R_2$  oxyde de fer sur oxyde de germanium  
 5 soit de 5,18 et le rapport molaire oxyde de plomb sur  
 oxyde de bore soit de 15,6. Dans ces différents bains  
 d'épîtaxie, la quantité de carbonate de calcium est telle  
 que le rapport molaire  $R_5$  carbonate de calcium sur oxyde  
 de germanium varie de 0,8 à 1,3. Les différents bains  
 10 d'épîtaxie présentent ainsi les caractéristiques données  
 dans le tableau joint, en ce qui concerne la valeur des  
 rapports  $R_4$ ,  $R_5$  et  $R_6$  et la température de saturation  $T_s$ .

A partir de ces bains d'épîtaxie, on dépose  
 des films de grenat sur des substrats en  $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$   
 15 ayant environ 2,54 cm de diamètre et 0,5 mm d'épaisseur.  
 Pour chaque dépôt, le substrat est entraîné en rotation  
 à une vitesse de 200 t/mn et on règle la température de  
 dépôt en fonction de la température de saturation du  
 bain, de façon telle que ce bain présente une sursatura-  
 20 tion  $\Delta T = T_s - T_d$  comprise entre 10 et 30°C.

Après dépôt du film, on vérifie les propriétés  
 physiques de ce dernier. L'épaisseur du film  $h$  est mesu-  
 rée par la technique d'interférence ; la longueur carac-  
 téristique  $l$  et l'aimantation à saturation  $4\pi M_s$  sont  
 25 déterminées à partir du diamètre  $d$  des bulles et du champ  
 de collapse des bulles  $H_0$  mesurés par la méthode de Fowles  
 et Copeland, et de l'épaisseur  $h$  du film. Le champ d'ani-  
 sotropie uniaxial  $H_k$  est déterminé par résonance ferro-  
 magnétique. On détermine également le champ coercitif  $H_c$   
 30 en excitant une configuration à domaines en bandes par  
 un champ magnétique alternatif dirigé selon la direction  
 (1,1,1) du cristal et en déterminant l'aimantation photo-  
 électriquement au moyen de l'effet Faraday.

Les résultats obtenus sont donnés dans le tableau joint.

5 Au vu de ce tableau, on constate que pour chaque valeur de rapport molaire  $C_a/G_e$  on obtient un diamètre particulier de bulles et que les films obtenus présentent des caractéristiques satisfaisantes aussi bien du point de vue croissance qu'au point de vue des propriétés physiques (aimantation et anisotropie).

10 En se reportant à la figure annexée qui illustre l'évolution du diamètre des bulles obtenues en fonction du rapport molaire  $C_a/G_e$  (carbonate de calcium sur oxyde de germanium) dans le bain d'épitaxie, on voit qu'on peut déterminer le rapport  $C_a/G_e$  à utiliser  
15 en fonction du diamètre de bulles que l'on veut obtenir.

La description précédente fait état des résultats obtenus avec, comme composé de calcium, le carbonate de calcium. Des résultats peuvent être obtenus avec l'oxyde de calcium, le carbonate se transformant  
20 en fait en oxyde dans le bain d'épitaxie.

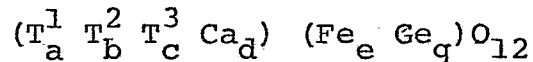
Par ailleurs, des essais ont montré que le procédé de l'invention était également applicable en remplaçant le samarium par l'euprasiu, et le lutétium par l'ytterbium ou le thulium.

T A B L E A U

Bain	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>	T <sub>d</sub> (°C)	ΔT (°C)	V <sub>a</sub> (μm/mn)	Durée t (mn)	d (μm)	l (μm)	H <sub>k</sub> (oersted)	4TMS (G)	H <sub>c</sub> (oersted)
n°1	0,130	0,8	3,43	900	25	0,55	3	1,5	0,17	1250	550	0,2
n°2	0,133	1,0	4,29	910	25	0,70	2,30	1,8	0,20	1200	450	0,3
n°3	0,136	1,2	5,14	930	30	0,85	2,30	2,5	0,28	1350	350	0,4
n°4	0,139	1,3	6,00	950	30	1	3	3	0,34	1650	300	0,5

REVENDICATIONS

1. Procédé pour régler à des valeurs voulues la dimension des bulles d'éléments à bulles magnétiques, lors de la fabrication de tels éléments par dépôt par épitaxie en phase liquide sur un substrat non magnétique  
 5 d'un film de grenat ferrimagnétique de formule :



dans laquelle  $T^1$ ,  $T^2$  et  $T^3$  qui sont différents, repré-  
 10 sentent un élément de la série des terres rares y compris l'yttrium, a, b, c, et d, sont des nombres tels que leur somme soit sensiblement égale à 3, et e et f sont des nombres tels que leur somme soit sensiblement égale à 5, caractérisé en ce que l'on utilise pour la  
 15 fabrication desdits éléments des bains d'épithaxie comprenant de l'oxyde ou du carbonate de calcium et des quantités prédéterminées d'oxyde de fer, d'oxydes des éléments  $T^1$ ,  $T^2$  et  $T^3$ , et d'oxyde de germanium, en ce que l'on règle la quantité d'oxyde ou de carbonate de  
 20 calcium de chaque bain d'épithaxie en fonction de la dimension de bulles que l'on veut obtenir dans l'élément fabriqué à partir dudit bain, et en ce que l'on effectue le dépôt dudit élément à une température  $T_d$  choisie en fonction de la température de saturation  $T_s$  du bain pour  
 25 obtenir une vitesse de croissance adaptée à la dimension de bulles que l'on veut obtenir, en réalisant ce dépôt pendant une durée  $t$  telle que l'élément obtenu ait une épaisseur voisine de la dimension des bulles obtenues.

2. Procédé selon la revendication 1, caracté-  
 30 risé en ce que l'on choisit la température  $T_d$  de façon à obtenir une vitesse de croissance au plus égale à 1,5  $\mu\text{m}/\text{mn}$

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que  $T^1$ ,  $T^2$  et  $T^3$  représentent respectivement l'yttrium, le samarium ou l'euprasiu, et le lutétium, l'ytterbium ou le thulium.

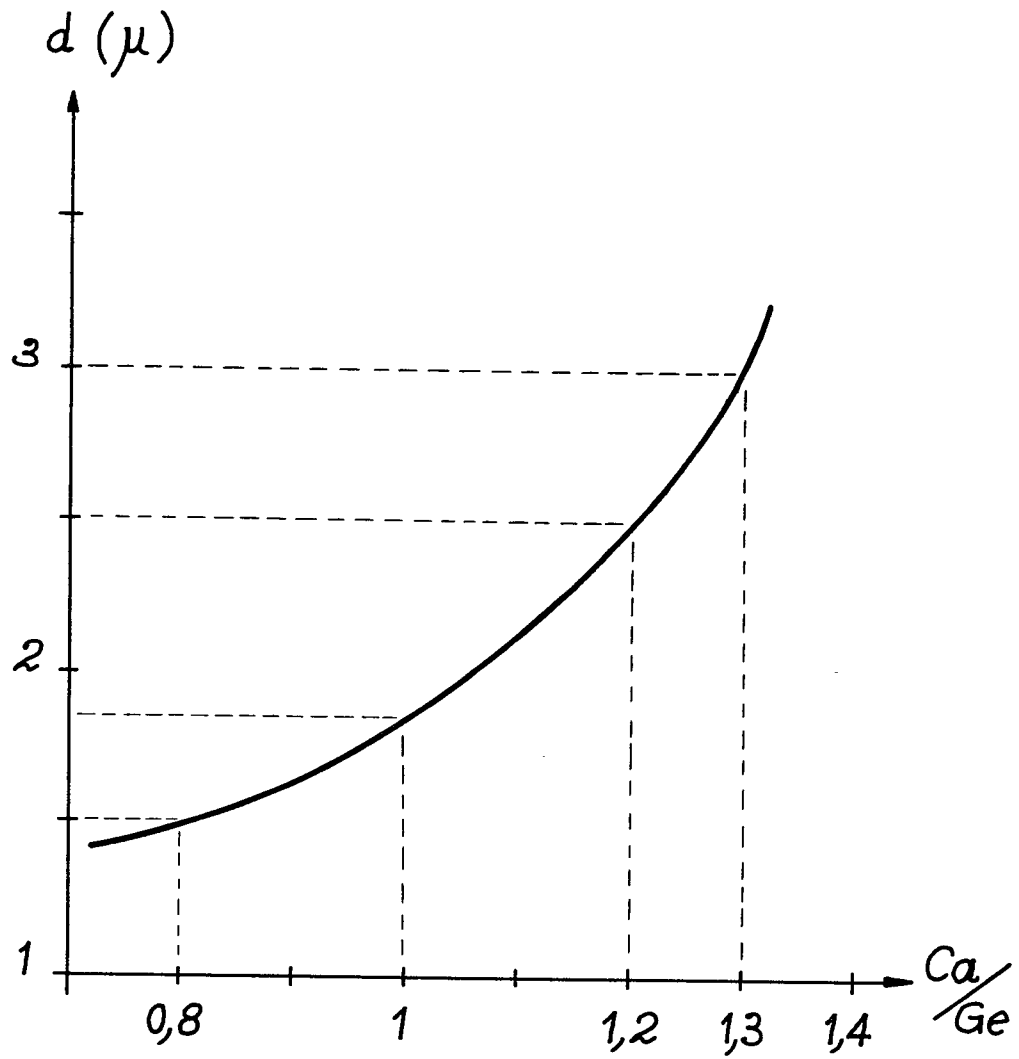
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les bains d'épitaixie comprennent un solvant constitué par un mélange d'oxyde de bore et d'oxyde de plomb.

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que le rapport molaire oxyde de plomb sur oxyde de bore est d'environ 15,6.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 et 5, caractérisé en ce que l'on règle à une valeur comprise entre 1,5 et 3  $\mu$  la dimension des bulles des éléments obtenus en utilisant des bains d'épitaixie ayant une composition telle que le rapport molaire  $R_1$  oxyde de fer sur oxydes de terres rares soit compris entre 20 et 25, le rapport molaire  $R_2$  oxyde de fer sur oxyde de germanium soit compris entre 5 et 8, le rapport molaire  $R_4$  espèces dissoutes sur solvant plus espèces dissoutes soit compris entre 0,10 et 0,15, le rapport  $R_5$  composé de calcium sur oxyde de germanium soit compris entre 0,8 et 1,8 et le rapport  $R_6$  composé de calcium sur oxyde de terres rares soit compris entre 3 et 8.

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que pour obtenir des éléments à bulles magnétiques dont les dimensions de bulles varient de 1,5 à 3  $\mu$ , on utilise des bains d'épitaixie comprenant des quantités d'oxyde de fer, d'oxydes de terres rares et d'oxyde de germanium telles que le rapport molaire  $R_1$  soit de 22,2 et le rapport molaire  $R_2$  de 5,18, et en ce qu'on fait varier la teneur en composé de calcium desdits bains de façon telle que le rapport molaire  $R_5$  varie de 0,8 à 1,3.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 6 et 7, caractérisé en ce que l'on effectue le dépôt dudit élément à une température  $T_d$  choisie de façon à obtenir une vitesse de croissance de 0,5 à 1,5  $\mu\text{m}/\text{mn}$





DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
XD	MATERIALS RESEARCH BULLETIN, vol. 10, no. 1 (1975) Oxford GB W.A. BONNER: "LPE Growth of Iron Garnets Containing Ge <sup>4+</sup> and Si <sup>4+</sup> For Bubble Applications", pages 15-22.  * Page 16 en entier; page 17, alinéa 1, figure 1; page 21, tableau 1 *  --	1,3,4, 5,6,7	H 01 F 41/28 10/24
D	JOURNAL OF CRYSTAL GROWTH, vol. 42, no. 1 (décembre 1977) Amsterdam NL S.G. PARKER et al.: "Liquid phase epitaxial growth of Ca, Ge-substituted garnet films having magnetic bubbles 1.0-3.0 μm in diameter", pages 334-342.  * Pages 334-335, no. 2, page 339, tableau 3; page 340, figure 5 *  --	1,2,3, 4,8	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3)  H 01 F 41/28 10/24
T	HSU CHANG: MAGNETIC BUBBLE TECHNOLOGY: INTEGRATED-CIRCUIT MAGNETICS FOR DIGITAL STORAGE AND PROCESSING, 1975, ed. IEEE Press-The Institute of Electrical and Electronics Engineers", pages 168-170. New York US  * Page 170, lignes 1-2 *  --  IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, vol. MAG-14, no. 5, (septembre 1978) New York US  ./.	1        1-8	CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES  X: particulièrement pertinent A: arrière-plan technologique O: divulgation non-écrite P: document intercalaire T: théorie ou principe à la base de l'invention E: demande faisant interférence D: document cité dans la demande L: document cité pour d'autres raisons  &: membre de la même famille, document correspondant
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examineur	
La Haye	12-01-1981	DECANNIERE	

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. <sup>3</sup> )	
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
	<p>B. FERRAND et al.: "Properties of 2 <math>\mu</math>m Bubbles Garnet Films"</p> <p>* Page 415, partie II, 1er et 2ième alinéa; page 416, tableau V et conclusion *</p> <p>--</p> <p>JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS vol. 15, no. 10, octobre 1976 Tokyo JP</p> <p>T. HIBIYA et al.: "Ca-Ge Substituted Rare Earth Iron Garnet Primary Phase Region from PbO-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Fluxed Melts", pages 1871-1875.</p> <p>* Page 1871, paragraphe 2 - page 1872, tableau I *</p> <p>--</p> <p><u>US - A - 4 002 803 (S.L. BLANK)</u></p> <p>* Revendications 1,2,5,7; colonne 9, exemples *</p> <p>&amp; FR - A - 2 322 430</p> <p>--</p> <p>J.J. BECKER, G.H. LANDER: "Magnetism and Magnetic Materials", American Institute of Physics, 1976 New York US</p> <p>H. TOMINGA et al.: "Faceting of (YEuYbCa)<sub>3</sub>(GeFe)<sub>5</sub>O<sub>12</sub> on LPE garnet films", pages 168-169</p> <p>* Page 168, partie 3 *</p> <p>--</p> <p>CHEMICAL ABSTRACTS, vol. 85, no. 18, 1 novembre 1976, réf. 136281e page 906</p> <p>./.</p>	<p>1,3,4, 5,6</p> <p>1,3,4, 5,6</p> <p>1,2,3, 4</p> <p>1,3,4</p>	<p>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. <sup>3</sup>)</p>

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
	<p>Columbus, Ohio, US &amp; JP - A - 76 51 793 (FUJITSU LTD) (07-05-1976) * Abrégé en entier *</p> <p style="text-align: center;">--</p> <p>CHEMICAL ABSTRACTS, vol. 86, no. 18, 2 mai 1977 réf. 132540m. page 768 Columbus, Ohio, US &amp; JP - A - 77 08 499 (FUJITSU LTD) (22-01-1977) * Abrégé en entier *</p> <p style="text-align: center;">--</p> <p>CHEMICAL ABSTRACTS, vol. 86, no. 12, 21 mars 1977 réf. 82817j, page 707 Columbus, Ohio, US K. YAMAGUCHI et al.: "Magnetic properties of epitaxial yttrium calcium samarium thulium germanium iron garnet and samarium thulium iron garnet with submicron bubbles" &amp; AIP Conf. Proc. 1976, 34 (Magn. Magn. Mater., Jt, MMM-Intermag Conf., 1976), 160-2 * Abrégé en entier *</p> <p style="text-align: center;">--</p> <p>IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, vol. Mag.-14, no. 5, septembre 1978 New York US M.TING-TE et al.: "Growth of CaGE substituted iron garnet films", pages 427-428 * Page 427, paragraphe III; ./.</p>	<p>1,3,4</p> <p>1,3,4</p> <p>1-8</p>	<p>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3)</p>

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. <sup>3</sup> )
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
	<p>page 428, tableaux III et IV, colonne de gauche, paragraphe IV *</p> <p style="text-align: center;">----</p>		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. <sup>3</sup> )