

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11) N° de publication :

2 932 192

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21) N° d'enregistrement national :

08 03185

51) Int Cl⁸ : C 23 C 14/18 (2006.01), C 23 C 14/16, 14/02, G 01 D 5/00, G 01 C 19/56, G 01 P 9/04, 15/097

12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 09.06.08.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 11.12.09 Bulletin 09/50.

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) : SAGEM DEFENSE SECURITE
Société anonyme — FR.

72) Inventeur(s) : POIRIER MICHEL et VANDEBEUQUE
PAUL.

73) Titulaire(s) : SAGEM DEFENSE SECURITE Société
anonyme.

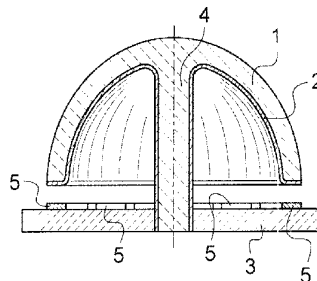
74) Mandataire(s) : CABINET BOETTCHER.

54) PROCÉDE DE METALLISATION D'UNE CALOTTE VIBRANTE ET CAPTEUR VIBRANT OBTENU.

57) Le procédé de métallisation d'un organe vibrant (1) comporte les étapes de:

- appliquer sur l'organe vibrant (1), par des moyens assurant une rupture de liaisons du silicium dans la matière siliceuse, un revêtement en métal (2) inoxydable ayant la capacité de développer des liaisons avec le silicium, et
- soumettre ce revêtement à un recuit à une température suffisante pour réduire une résistivité du revêtement tout en maintenant une continuité électrique de ce revêtement.

On obtient ainsi un capteur vibrant dont l'organe vibrant comporte un revêtement en métal noble directement appliqué sur l'organe vibrant.



FR 2 932 192 - A1



La présente invention concerne un procédé de métallisation d'un organe vibrant d'un capteur vibrant, notamment bien que non exclusivement la calotte vibrante d'un gyromètre vibrant hémisphérique, et le capteur vibrant obtenu.

ARRIERE PLAN DE L'INVENTION

On connaît des capteurs vibrants axisymétriques, en particulier des capteurs vibrants à calotte hémisphérique comportant une calotte en silice portée par une tige fixée à une pièce porte-électrodes.

Afin de pouvoir mettre la calotte en vibration et détecter la position de la vibration obtenue, la calotte est recouverte d'un revêtement métallique qui s'étend généralement à l'intérieur de la calotte ainsi que sur la tige support.

Afin que le revêtement ne se détache pas de la calotte lorsque celle-ci est soumise à une vibration de fréquence très élevée (généralement de l'ordre de 6000 Hz), il est nécessaire que le métal utilisé ait une bonne adhérence sur la silice. Les revêtements métalliques utilisés à ce jour sont généralement le Chrome, le Titane, le Nickel, le Tungstène.

Toutefois l'adhérence n'est pas le seul critère à respecter pour un bon fonctionnement du capteur vibrant. En effet, il est nécessaire que la couche métallique présente une bonne conduction pour minimiser la perte de surtension par effet Joule liée aux courants de détection, une faible oxydation pour minimiser les pertes diélectriques entraînant un déphasage entre la vibration et son image électrique, et une faible diffusion dans la silice pour minimiser l'évolution de la dérive du capteur vibrant. Or les métaux énoncés ci-dessus ont des propriétés médiocres à l'égard de ces critères.

Il a également été envisagé de profiter de la bonne adhérence du chrome en réalisant une métallisation comportant une première couche en chrome recouverte d'une couche d'or, notamment pour protéger le Chrome contre l'oxydation. Toutefois, Cette combinaison ne supprime pas la diffusion du chrome dans la silice avec les problèmes d'instabilité de dérive qui en résultent. L'épaisseur totale de la couche métallique obtenue est importante de sorte que l'amortissement mécanique est très élevé, ce qui impose de fortes commandes d'entretien et donc une dérive dégradée en raison des erreurs d'asservissement.

OBJET DE L'INVENTION

Un but de l'invention est de proposer un procédé de métallisation améliorant globalement la qualité des paramètres de fonctionnement d'un capteur vibrant.

RESUME DE L'INVENTION

En vue de la réalisation de ce but, on propose selon l'invention, un procédé de métallisation d'un organe vibrant en matière siliceuse, le procédé comportant les étapes de :

- appliquer sur l'organe vibrant, par des moyens assurant une rupture de liaisons du silicium dans la matière siliceuse, un revêtement en métal inoxydable ayant la capacité de développer des liaisons avec le silicium, et

- soumettre ce revêtement à un recuit à une température suffisante pour réduire une résistivité du revêtement tout en maintenant une continuité électrique de ce revêtement.

On a en effet constaté qu'un revêtement réalisé dans ces conditions présente non seulement une adhérence satisfaisante sur le substrat siliceux, mais le recuit effectué dans les conditions mentionnées a pour effet d'améliorer les valeurs brutes d'adhérence, de résistivi-

té et d'amortissement mécanique, et surtout de stabiliser ces propriétés dans le temps. Les phénomènes de vieillissement accéléré sont ainsi limités. Le capteur obtenu présente alors toutes les caractéristiques souhaitables
5 pour un fonctionnement optimum.

Selon un aspect avantageux de l'invention le métal est choisi dans le groupe comportant le platine, l'iridium, l'osmium, le rhodium ou le ruthénium. De préférence le métal est du platine.

10 Selon un autre aspect avantageux de l'invention, la température de recuit est comprise entre 400°C et 550 °C, et de préférence égale à 550°C, et l'épaisseur de la métallisation est comprise entre 10 nm et 60 nm.

L'invention concerne également un capteur vibrant
15 comportant un organe en matière siliceuse comportant un revêtement en métal noble directement appliqué sur l'organe vibrant.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui
20 suit d'un mode de mise en œuvre particulier non limitatif en référence à la figure unique ci-jointe qui est une vue en coupe schématique d'un résonateur hémisphérique pouvant être utilisé dans la mise en œuvre du procédé selon
25 l'invention.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

En référence à la figure 1, le procédé de métallisation selon l'invention peut être mis en œuvre avec tout capteur vibrant comportant de façon connue en soi
30 une calotte en matière siliceuse 1, en particulier de l'oxyde de silicium SiO_2 , portée par une tige 4 fixée à un socle 3. La surface interne de la calotte 1 ainsi que le bord de celle-ci et la tige 4 sont recouverts d'une couche de métal 2. Le socle 3 porte des électrodes 5 qui

peuvent soit être chacune dédiée à une fonction de commande ou de détection soit avoir chacune une fonction alternée de commande et de détection par multiplexage.

5 Selon un mode de mise en œuvre préféré de l'invention, la couche de métal 2 est réalisée au moyen d'un procédé comportant une première étape d'application d'un revêtement de platine par pulvérisation cathodique directement sur le substrat siliceux selon une épaisseur comprise entre 10 nm et 60 nm, et une seconde étape de recuit du platine à une température de 550°C.

10 Pour les substrats siliceux connus, qu'il s'agisse de silice ayant une structure amorphe ou de quartz ayant une structure cristalline, la température de 550°C correspond à la température maximale à laquelle le recuit peut être réalisé sans risquer des craquelures qui pourraient entraîner des discontinuités dans la couche métallique. La température la plus élevée possible est souhaitable pour minimiser le temps nécessaire pour effectuer le recuit. Par ailleurs, le recuit doit être effectué à une température suffisante pour atteindre un seuil de réduction de la résistivité de la couche métallique. En ce qui concerne le platine, la température minimale est donc de 400°C. De préférence la durée du recuit est suffisante pour obtenir UNE transformation stabilisant le dépôt sans atteindre un vieillissement anticipé. En pratique pour un dépôt de platine sur un gyromètre résonant hémisphérique le temps du recuit est de l'ordre de quatre heures.

25 On obtient ainsi un capteur dont la calotte vibrante comporte un revêtement en platine directement appliqué sur la calotte de sorte que les propriétés requises sont optimisées.

30 Bien entendu, l'invention n'est pas limitée au mode de mise en œuvre décrit et on peut y apporter des

variantes de réalisation sans sortir du cadre de l'invention tel que défini par les revendications.

En particulier, le revêtement n'est pas limité au seul platine et on peut employer un autre métal au sens
5 de l'invention, c'est-à-dire un métal présentant une aptitude à développer des liaisons avec le substrat siliceux tout en présentant une forte résistance à l'oxydation. Le métal mis en œuvre dans le procédé selon l'invention est de préférence choisi dans le groupe comprenant le titane, l'iridium, l'osmium, le rhodium et le ruthénium.
10

Bien que l'invention ait été décrite en relation avec un substrat en SiO_2 elle s'applique également à d'autres composés du silicium, notamment les Si_3N_4 ; SiC ; Si
15 cristallin, polycristallin ou poreux...

Bien que l'invention ait été décrite en réalisant le revêtement au moyen d'une pulvérisation cathodique, le revêtement peut également être réalisé par d'autres
20 moyens. A ce propos on notera toutefois que pour obtenir une adhérence satisfaisante, il est nécessaire que le procédé d'application du métal réalise une activation de la surface, c'est-à-dire provoque une rupture de liaisons du silicium qui sont alors disponibles pour assurer des liaisons avec le métal. A ce propos, une application par
25 évaporation sous vide ne donne pas des résultats satisfaisants car elle ne réalise pas d'activation du substrat siliceux. En outre, le procédé ne peut pas être mis en œuvre avec de l'or car celui-ci n'est pas apte à développer des liaisons avec le silicium.

30 La température du recuit et l'épaisseur du métal dépendent tout à la fois de la nature du substrat, du métal utilisé, et du compromis résistance électrique/amortissement mécanique recherché.

Bien que l'invention ait été décrite en relation

avec la métallisation d'un gyromètre résonant hémisphérique, elle s'applique à tout organe vibrant d'un capteur vibrant notamment un accéléromètre à poutre vibrante ou un accéléromètre thermique, y compris les systèmes utilisant l'électrostatique pour la commande et/ou la détection des mouvements d'un organe mécanique, par exemple les MEMS (Micro Electro-Mechanical Systems).

REVENDICATIONS

1. Procédé de métallisation d'un organe vibrant (1) en matière siliceuse, caractérisé en ce qu'il
5 comporte les étapes de :

- appliquer sur l'organe vibrant (1), par des moyens assurant une rupture de liaisons du silicium dans la matière siliceuse, un revêtement en métal (2) inoxydable ayant la capacité de développer des liaisons avec le
10 silicium, et

- soumettre ce revêtement à un recuit à une température suffisante pour réduire une résistivité du revêtement tout en maintenant une continuité électrique de ce revêtement.

15 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le métal est choisi dans le groupe comportant le platine, l'iridium, l'osmium, le rhodium ou le ruthénium.

20 3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le revêtement est en platine.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que le recuit est effectué à une température comprise entre 400°C et 550°C, de préférence 550°C.

25 5. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que le revêtement a une épaisseur comprise entre 10 nm et 60 nm.

30 6. Capteur vibrant comportant un organe vibrant (1) en matière siliceuse comportant un revêtement métallique (2), caractérisé en ce que le revêtement métallique est en métal inoxydable directement appliqué sur l'organe vibrant (2).

7. Capteur selon la revendication 6, caractérisé en ce que le métal est choisi dans le groupe compor-

tant le platine, l'iridium, l'osmium, le rhodium ou le ruthénium.

8. Capteur selon la revendication 7, caractérisé en ce que le revêtement est en platine.

5 9. Capteur selon la revendication 8, caractérisé en ce que le revêtement a une épaisseur comprise entre 10 nm et 60 nm.

1/1

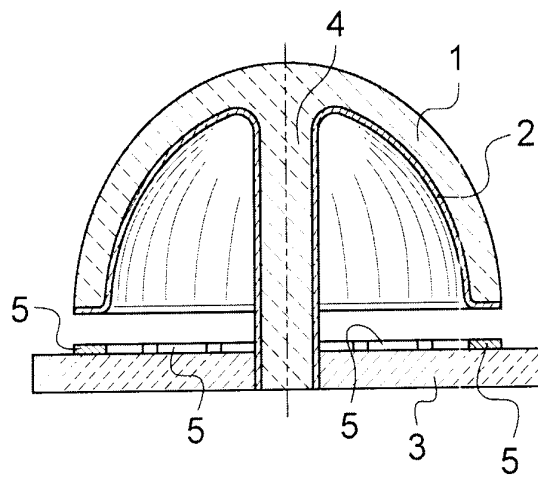


Figure unique



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 711365
FR 0803185

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 5 736 422 A (LEE DONG SU [KR] ET AL) 7 avril 1998 (1998-04-07) * colonne 1, ligne 63 - colonne 2, ligne 32 * * colonne 2, ligne 49 - colonne 3, ligne 32 * * colonne 5, ligne 18-21 * * colonne 8, ligne 52-64; revendication 8 *	1-9	C23C14/18 C23C14/16 C23C14/02 G01P15/097
X	EP 0 853 336 A (TONG YANG CEMENT CORP [KR]) 15 juillet 1998 (1998-07-15) * revendications 1,5,6 *	1-9	
X	US 2006/170736 A1 (TOMOZAWA ATSUSHI [JP] ET AL) 3 août 2006 (2006-08-03) * alinéas [0023], [0024], [0043], [0044], [0054], [0155], [0207], [0209], [0219], [0221], [0295], [0304], [0305], [0438]; exemples 1,2 *	1-9	
X	EP 1 544 927 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD [JP]) 22 juin 2005 (2005-06-22) * le document en entier *	1-9	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) C23C G01C G01P H03H B81B
A	US 2001/049193 A1 (GOLECKI ILAN [US] ET AL) 6 décembre 2001 (2001-12-06) * alinéas [0048] - [0055], [0070], [0071] *	1-9	
A	EP 1 699 092 A (SONY CORP [JP]) 6 septembre 2006 (2006-09-06) * alinéas [0041] - [0045] *	1-9	
A	US 2005/172714 A1 (CHALLONER DORIAN A [US] ET AL CHALLONER A DORIAN [US] ET AL) 11 août 2005 (2005-08-11) * alinéas [0030], [0073] *	1-9	
-/--			
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
12 mars 2009		Castagné, Caroline	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>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</p>		<p>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</p>	

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14) 2



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 711365
FR 0803185

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	EP 1 445 580 A (SAGEM [FR]) 11 août 2004 (2004-08-11) * le document en entier * -----	1-9	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
A	US 2003/019296 A1 (STEWART ROBERT E [US] ET AL) 30 janvier 2003 (2003-01-30) * alinéa [0014] * -----	1-9	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
12 mars 2009		Castagné, Caroline	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>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</p>		<p>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</p>	

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14) 2

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0803185 FA 711365**

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 12-03-2009

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 5736422 A	07-04-1998	JP 2782176 B2	30-07-1998
		JP 8274046 A	18-10-1996
EP 0853336 A	15-07-1998	DE 69805865 D1	18-07-2002
		DE 69805865 T2	16-01-2003
		JP 3094382 B2	03-10-2000
		JP 2000208723 A	28-07-2000
		US 6025205 A	15-02-2000
US 2006170736 A1	03-08-2006	EP 1744377 A1	17-01-2007
		WO 2005086248 A1	15-09-2005
		JP 3910209 B2	25-04-2007
EP 1544927 A	22-06-2005	CN 1628976 A	22-06-2005
		JP 4058018 B2	05-03-2008
		JP 2005203725 A	28-07-2005
		KR 20050059979 A	21-06-2005
		US 2005127795 A1	16-06-2005
US 2001049193 A1	06-12-2001	AUCUN	
EP 1699092 A	06-09-2006	JP 2007043054 A	15-02-2007
		KR 20060096373 A	11-09-2006
		US 2008222865 A1	18-09-2008
		US 2006197415 A1	07-09-2006
US 2005172714 A1	11-08-2005	AUCUN	
EP 1445580 A	11-08-2004	FR 2851041 A1	13-08-2004
		SG 135941 A1	29-10-2007
		US 2006096375 A1	11-05-2006
		US 2004154399 A1	12-08-2004
US 2003019296 A1	30-01-2003	AUCUN	