

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
1 décembre 2011 (01.12.2011)

(10) Numéro de publication internationale
WO 2011/147787 A2

PCT

- (51) Classification internationale des brevets :
G01C 19/56 (2006.01) G01P 9/04 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2011/058385
- (22) Date de dépôt international :
23 mai 2011 (23.05.2011)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
10 02235 26 mai 2010 (26.05.2010) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
SAGEM DEFENSE SECURITE [FR/FR]; Le Ponant de Paris, 27 rue Leblanc, F-75015 Paris (FR).
- (72) Inventeurs; et
- (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : EUDIER, Jean-Baptiste [FR/FR]; C/O SAGEM DEFENSE SECURITE, Le Ponant de Paris, 27 rue Leblanc, F-75015 Paris (FR). RAGOT, Vincent [FR/FR]; C/O SAGEM DEFENSE SECURITE, Le Ponant de Paris, 27 rue Leblanc, F-75015 Paris (FR). MAERKY, Christophe [FR/FR]; C/O SAGEM DEFENSE SECURITE, Le Ponant de Paris, 27 rue Leblanc, F-75015 Paris (FR).
- (74) Mandataires : LAVIALLE, Bruno et al.; C/O CABINET BOETTCHER, 16 rue Médéric, F-75017 Paris (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : INERTIAL ROTATION SENSOR HAVING A SIMPLE STRUCTURE

(54) Titre : CAPTEUR DE ROTATION INERTIEL A STRUCTURE SIMPLE

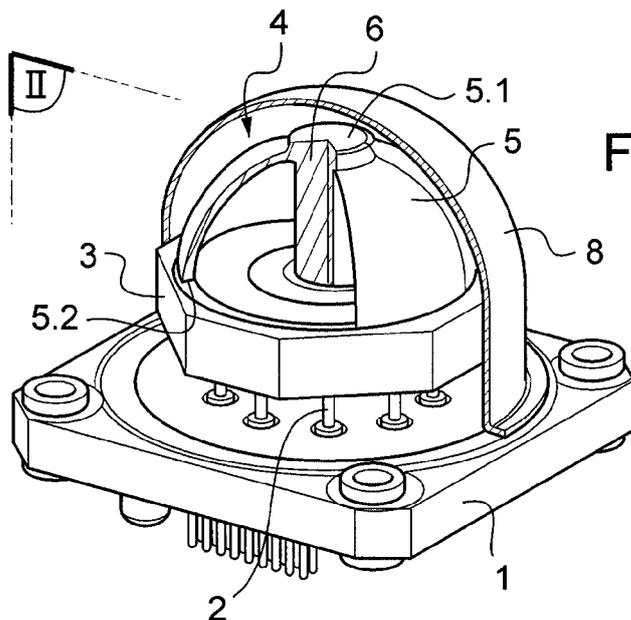


Fig. 1

(57) Abstract : The invention relates to an inertial rotation sensor including a base (1) on which a hemispherical vibrating resonator (4) is mounted, said hemispherical vibrating resonator being combined with transducers defining at least two control paths and two detection paths connected to at least one processing circuit (7), wherein the sensor includes a containment housing (8) under vacuum mounted on the base so as to surround the resonator. The resonator is made of metal and the processing circuit is mounted outside the housing on the surface of the base opposite said housing.

(57) Abrégé : Capteur de rotation inertiel comprenant une embase (1) sur laquelle est monté un résonateur (4) hémisphérique vibrant associé à des transducteurs définissant au moins deux voies de commande et deux voies de détection qui sont reliées à au moins un circuit de traitement (7), le capteur comprenant une enceinte (8) de confinement sous vide montée sur l'embase pour entourer le résonateur. Le résonateur est réalisé en métal et le circuit de traitement est monté à l'extérieur

de l'enceinte sur une face de l'embase opposée à l'enceinte.

WO 2011/147787 A2



— *relative au droit du déposant de revendiquer la priorité de la demande antérieure (règle 4.17.iii)*

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport (règle 48.2.g)*

Capteur de rotation inertiel à structure simple

La présente invention concerne un capteur de rotation inertiel utilisable par exemple comme gyroscope ou
5 comme gyromètre. L'invention concerne plus particulièrement un capteur à résonateur hémisphérique ou GRH.

Un tel capteur comprend une embase sur laquelle est montée via des pilotis une plaque porte-électrodes dont est solidaire un résonateur hémisphérique vibrant.
10 Le résonateur hémisphérique vibrant possède un pied central fixé sur la plaque porte-électrodes et un bord annulaire libre s'étendant en regard d'électrodes de la plaque porte-électrodes. Le résonateur est réalisé en silice et est partiellement recouvert d'une couche métallique en
15 regard des électrodes de la plaque porte-électrodes pour définir avec celles-ci des transducteurs répartis en une voie de commande et une voie de détection qui sont reliées à un circuit de traitement. Le circuit de traitement s'étend d'un côté de l'embase opposé au résonateur
20 et est contenu, comme le résonateur et la plaque porte-électrodes, dans une enceinte de confinement sous vide fixée à l'embase.

De tels capteurs présentent de bonnes performances les rendant adaptés à la plupart des applications et
25 notamment à leur implantation dans des centrales inertielles de navigation embarquées à bord des véhicules comme des avions. En revanche, leur coût est élevé, ce qui limite leur utilisation aux véhicules dont le coût justifie un tel investissement.

30 Il est par ailleurs connu des capteurs de rotation comportant une embase sur laquelle est monté un résonateur comportant des colonnes vibrantes disposées en carré et parallèles les unes aux autres. Un transducteur est associé à chaque colonne et relié à un circuit de
35 traitement.

De tels capteurs présentent des performances plus modestes mais sont nettement moins coûteux que les capteurs de type GRH. Leurs performances sont toutefois insuffisantes pour des applications de pilotage d'un porteur ou de navigation de courte durée

Un but de l'invention est de fournir un capteur ayant des performances et un coût adaptés à de telles applications.

A cet effet, on prévoit, selon l'invention, un capteur de rotation inertiel comprenant une embase sur laquelle est monté un résonateur hémisphérique vibrant associé à des transducteurs définissant au moins deux voies de commande et deux voies de détection qui sont reliées à au moins un circuit de traitement, le capteur comprenant une enceinte de confinement sous vide montée sur l'embase pour entourer le résonateur. Le résonateur comprend une calotte et un pied qui sont réalisés de manière monobloc en métal. Les transducteurs comportent des électrodes qui sont disposées en regard d'un bord annulaire plan de la calotte et qui s'étendent sensiblement dans un plan parallèle au bord annulaire.

Un résonateur monobloc en métal est facile à usiner et n'a pas besoin d'être recouvert d'une couche conductrice. L'absence d'assemblage entre le pied et la calotte permet également d'obtenir une raideur et une élimination des jeux entre ceux-ci dans la zone de leur liaison. Un résonateur en métal est en outre partiellement immunisé contre les problèmes de migration de charges en surface qu'on rencontre dans les résonateurs en silice et qui perturbent la distribution du champ électrique. Un résonateur en métal est de plus peu sujet aux problèmes d'amortissement électrique (pertes par effet joule résultant de la circulation de courants électriques provoqués par l'action combinée de la vibration et de la tension de polarisation). Ceci compense en partie

l'amortissement mécanique plus important du résonateur en métal et permet au capteur d'avoir des performances suffisantes dans les applications visées. La réalisation d'électrodes planes et le raccordement de celles-ci au circuit de traitement sont relativement simples.

De préférence, le circuit de traitement est monté à l'extérieur de l'enceinte sur une face de l'embase opposée à l'enceinte. L'absence d'enceinte de confinement sous vide sur le circuit de traitement permet de simplifier la structure du capteur sans compromettre les performances attendues de celui-ci.

Selon un premier mode de réalisation, le résonateur est solidaire d'une plaque porte-électrodes fixée sur l'embase par l'intermédiaire de pilotis et, avantageusement, la plaque porte-électrodes est en céramique, de préférence en céramique multicouche co-cuite.

Ce mode de réalisation est relativement simple.

Selon un deuxième mode de réalisation, le résonateur possède un pied central fixé directement sur l'embase qui est pourvue d'au moins une électrode de chaque transducteur et, avantageusement, l'embase est en céramique, de préférence en céramique multicouche co-cuite.

Ce mode de réalisation est encore plus simple que le premier.

De préférence, le métal a un coefficient de dilatation linéaire compris entre 4 ppm/°C et 10 ppm/°C environ.

Ceci permet l'obtention de relativement bonnes performances eu égard à la structure du capteur.

Avantageusement, le métal est issu du groupe comprenant :

- le titane,
- un alliage de titane,
- un alliage de fer et de nickel,
- un alliage de fer, de nickel et de cobalt.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description qui suit de modes de réalisation particuliers non limitatifs de l'invention.

5 Il sera fait référence aux dessins annexés, parmi lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective avec écorché d'un capteur conforme à un premier mode de réalisation de l'invention,

10 - la figure 2 est vue schématique en coupe selon le plan II de la figure 1,

- la figure 3 est une vue analogue à la figure 1 d'un capteur conforme à un deuxième mode de réalisation de l'invention,

15 - la figure 4 est une vue schématique en coupe selon le plan IV de la figure 3.

En référence aux figures 1 et 2, le capteur conforme à l'invention comprend une embase 1 sur laquelle est fixée via des pilotis 2 une plaque porte-électrodes 3. L'embase 1 et la plaque porte-électrodes 3 sont fabriquées en céramique multicouche co-cuite de type HTCC.

20 Le capteur comprend en outre un résonateur généralement désigné en 4 comportant une calotte 5 hémisphérique ayant un pôle 5.1 à partir duquel s'étend axialement un pied 6 ayant une extrémité libre fixée à la plaque porte-électrodes 3. La calotte 5 possède un bord annulaire libre 5.2, de forme plane, s'étendant en regard de la plaque porte-électrodes 3 et parallèlement à celle-ci. Le pied 6 et la calotte 5 sont issus de matière et
25 réalisé ici par usinage d'un bloc de métal pour obtenir une structure monobloc du résonateur. Le résonateur est ainsi réalisé en métal et, plus précisément, en un métal ayant un coefficient de dilatation linéaire compris entre 4 ppm/°C et 10 ppm/°C environ. Le métal utilisé est ici
30 le titane.
35

La plaque porte-électrodes 3 porte des électrodes qui sont disposées en regard du bord annulaire libre 5.2 de la calotte 5 et s'étendent sensiblement dans un plan parallèle au bord annulaire libre 5.2.

5 Le pied 6 et les électrodes de la plaque porte-électrodes 3 sont reliés à un circuit de traitement 7 de manière que le bord annulaire libre 5.2 de la calotte 5 et les électrodes forment des transducteurs électrostatiques définissant deux voies de commande et deux voies de
10 détection, chaque transducteur jouant sélectivement le rôle d'actionneur et de détecteur. Le circuit de traitement 7 est fixé sur l'embase 1 sur une face de cette dernière opposée à la plaque porte-électrodes 3 et au résonateur 4. Les composants du circuit de traitement sont
15 connectés par soudure ultrasonique selon un procédé de soudage connu en lui-même de type « ball bonding » ou « wedge bonding ».

Une enceinte 8 de confinement sous vide est fixé sur l'embase 1 d'un côté de celle-ci opposé au circuit de
20 traitement 7 de manière à entourer le résonateur 7 et la plaque porte-électrodes 3. Par « sous vide », on entend une atmosphère contrôlée comportant un minimum de particules pouvant contrarier le fonctionnement des transducteurs électrostatiques.

25 Le fonctionnement du capteur est classique et ne sera pas décrit ici.

Les éléments identiques ou analogues à ceux décrits précédemment porteront la même référence numérique dans la description qui suit du deuxième mode de réalisation.
30

En référence aux figures 3 et 4, le capteur comprend comme précédemment une embase 1, un résonateur 4, un circuit de traitement 7 et une enceinte 8.

35 Toutefois, dans ce mode de réalisation, les électrodes sont disposées directement sur l'embase 1 qui joue

le rôle de plaque porte-électrodes.

Le pied 6 du résonateur 4 est directement fixé à l'embase 1.

5 Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits mais englobe toute variante entrant dans le champ de l'invention telle que définie par les revendications.

10 En particulier, l'embase et/ou la plaque porte-électrodes peuvent être réalisées en des matériaux différents de ceux mentionnés. L'embase et/ou la plaque porte-électrodes peuvent par exemple être en métal, les électrodes et les conducteurs de liaison devant alors être électriquement isolés de l'embase et de la plaque porte-électrodes.

15 Le métal du résonateur peut être différent du titane et peut être un métal ou un alliage de métaux appartenant notamment à la quatrième période du tableau de Mendeleiev, par exemple :

- 20 - un alliage de titane,
- un alliage de fer et de nickel,
- un alliage de fer, de nickel et de cobalt du type de celui dénommé KOVAR.

La plaque porte-électrodes ou l'embase peuvent comporter une ou plusieurs électrodes de garde.

25 Le circuit de traitement pourrait être reçu dans une enceinte de confinement ou, avantageusement, enrobé dans une résine pour éviter notamment la présence d'eau liquide sur le circuit de traitement.

REVENDICATIONS

1. Capteur de rotation inertiel comprenant une
embase (1) sur laquelle est monté un résonateur (4) hé-
5 misphérique vibrant associé à des transducteurs définis-
sant au moins deux voies de commande et deux voies de dé-
tection qui sont reliées à au moins un circuit de traite-
ment (7), le capteur comprenant une enceinte (8) de
confinement sous vide montée sur l'embase pour entourer
10 le résonateur, caractérisé en ce que le résonateur com-
prend une calotte (5) et un pied (6) qui sont réalisés de
manière monobloc en métal, en ce que les transducteurs
comportent des électrodes qui sont disposées en regard
d'un bord annulaire plan (5.2) de la calotte et qui
15 s'étendent sensiblement dans un plan parallèle au bord
annulaire.

2. Capteur selon la revendication 1, dans lequel
le circuit de traitement est monté à l'extérieur de
l'enceinte sur une face de l'embase opposée à l'enceinte.

20 3. Capteur selon la revendication 1, dans lequel
le résonateur (4) est solidaire d'une plaque porte-
électrodes (3) fixée sur l'embase par l'intermédiaire de
pilotis (2).

4. Capteur selon la revendication 1, dans lequel
25 la plaque porte-électrodes (3) est en céramique, de pré-
férence en céramique multicouche co-cuite.

5. Capteur selon la revendication 1, dans lequel
le résonateur (4) possède un pied central (6) fixé direc-
tément sur l'embase (1) qui est pourvue d'au moins une
30 électrode de chaque transducteur.

6. Capteur selon la revendication 1, dans lequel
l'embase (1) est en céramique, de préférence en céramique
multicouche co-cuite.

7. Capteur selon la revendication 1, dans lequel
35 le métal a un coefficient de dilatation linéaire compris

entre 4 ppm/°C et 10 ppm/°C environ.

8. Capteur selon la revendication 1, dans lequel le métal est issu du groupe comprenant :

- le titane,
- 5 - un alliage de titane,
- un alliage de fer et de nickel,
- un alliage de fer, de nickel et de cobalt.

9. Capteur selon la revendication 1, dans lequel le circuit électronique (7) a des composants connectés
10 par soudure ultrasonique de type « ball bonding » ou « wedge bonding ».

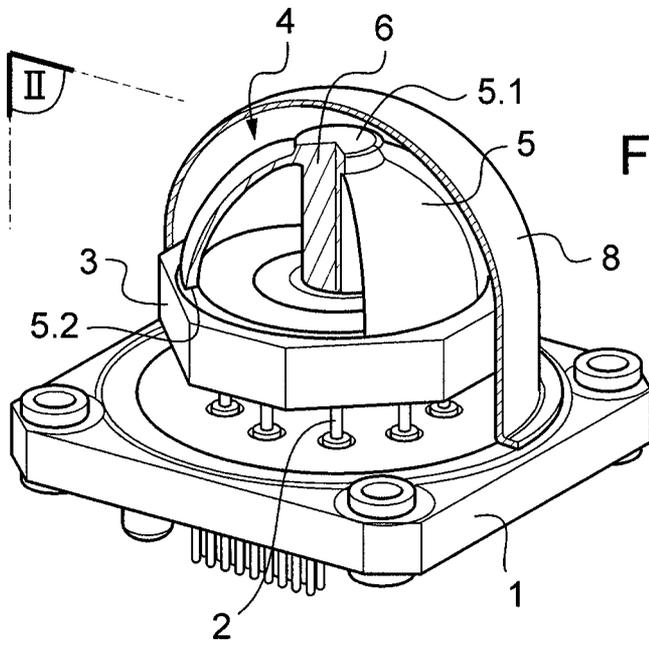


Fig.1

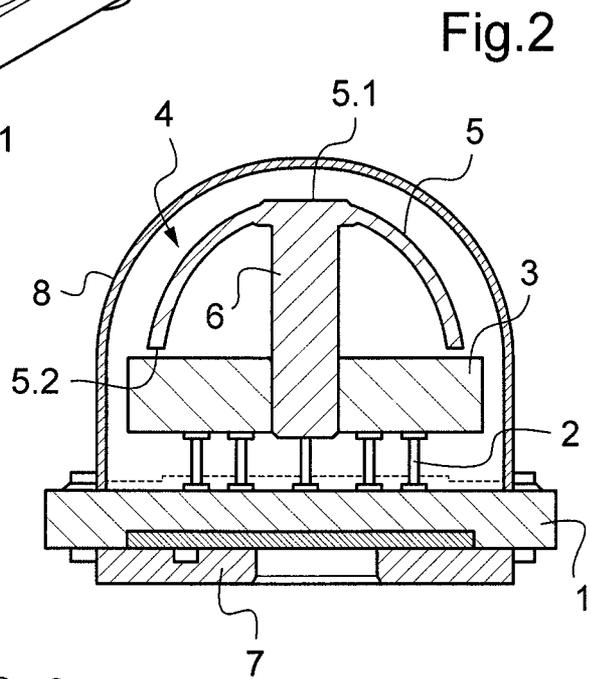


Fig.2

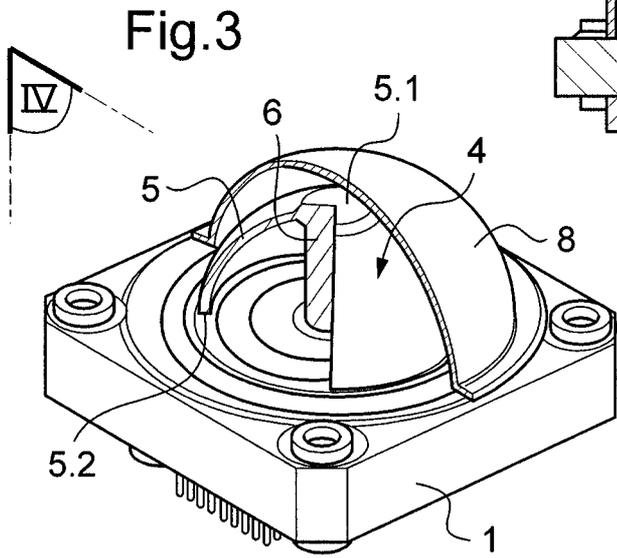


Fig.3

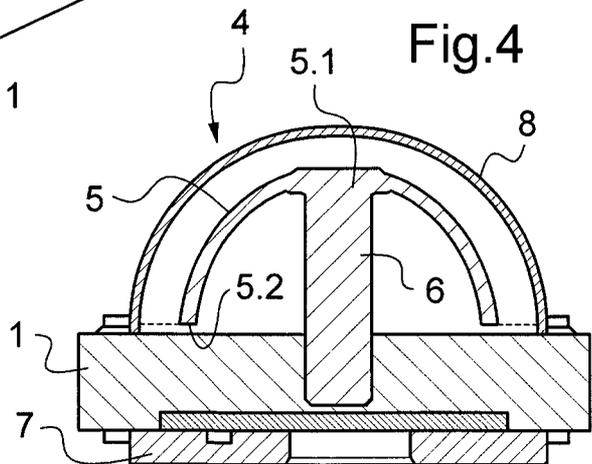


Fig.4