



(51) Classification internationale des brevets :  
G01C 19/56 (2006.01) G01C 25/00 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2009/001209

(22) Date de dépôt international :  
15 octobre 2009 (15.10.2009)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
08 05844 22 octobre 2008 (22.10.2008) 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) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : RAGOT,  
Vincent [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, 22 rue du Général Foy, F-75008 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, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,  
ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,  
TM), européen (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, 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 :**

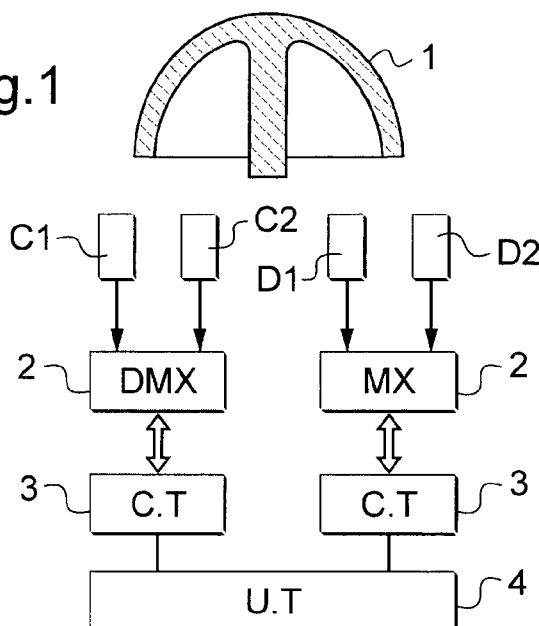
— relative au droit du déposant de revendiquer la priorité  
de la demande antérieure (règle 4.17.iii))

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD FOR CONTROLLING A SENSOR WITH A QUICK-START VIBRATING RESONATOR

(54) Titre : PROCEDE DE COMMANDE D'UN CAPTEUR A RESONATEUR VIBRANT A DEMARRAGE RAPIDE

Fig.1



(57) Abstract : The invention relates to a method for  
controlling an inertial rotation sensor with a vibrating  
resonator (1) comprising control paths (C1, C2) and  
detection paths (D1, D2), said method comprising an  
operation step during which each control path (C1, C2)  
is activated for a control duration and each detection path  
(D1, D2) is activated for a detection duration according  
to an operation ratio between the control duration and  
the detection duration, and a starting step during which  
the ratio between the control duration and the detection  
duration is modified relative to the operation ratio so as  
to increase the control duration.

(57) Abrégé : Procédé de commande d'un capteur de  
rotation inertiel à résonateur vibrant (1) comportant des  
voies de commande (C1, C2) et des voies de détection  
(D1, D2) comporte une phase de fonctionnement au  
cours de laquelle chaque voie de commande (C1, C2) est  
mise en œuvre pendant une durée de commande et  
chaque voie de détection (D1, D2) est mise en œuvre  
pendant une durée de détection selon un rapport de  
fonctionnement entre la durée de commande et la durée  
de détection, et une phase de démarrage dans laquelle le  
rapport entre la durée de commande et la durée de  
détection est modifié par référence au rapport de  
fonctionnement dans un sens d'une augmentation de la  
durée de commande.



---

**Publiée :**

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h))

**Procédé de commande d'un capteur à résonateur vibrant à démarrage rapide.**

L'invention concerne un procédé de commande d'un capteur de rotation inertiel à résonateur vibrant.

5                                   ARRIERE PLAN DE L'INVENTION

On sait qu'un gyromètre vibrant anisotrope est constitué d'un résonateur axisymétrique à deux degrés de liberté.

10                   La position de la vibration est repérée par deux voies de détection comprenant des détecteurs électrostatiques constitués de transducteurs associés au résonateur vibrant.

15                   Les commandes permettant le contrôle de la vibration sont appliquées par deux voies de commande par des transducteurs associés au résonateur vibrant.

20                   On connaît, notamment du document EP-A-1 541 967, un procédé de commande comportant une phase de fonctionnement au cours de laquelle chaque voie de commande est mise en œuvre pendant une durée de commande et chaque voie de détection est mise en œuvre pendant une durée de détection selon un rapport de fonctionnement entre la durée de commande et la durée de détection. Afin d'obtenir une bonne précision des mesures effectuées, il est préférable dans la phase de fonctionnement, de faire fonctionner le capteur avec des durées de détection largement supérieures aux durées de commande, par exemple une durée de commande de l'ordre de 50  $\mu$ s et une durée de détection de l'ordre de 130  $\mu$ s séparée par des temps de relaxation de quelques  $\mu$ s.

30                   Pour faire fonctionner le résonateur, il est toutefois nécessaire de mettre tout d'abord le résonateur en vibration. Compte tenu des faibles durées de commande, la mise en vibration est longue, par exemple de l'ordre d'une centaine de secondes.

Afin de réduire le temps de mise en vibration, il a été envisagé d'augmenter la tension de commande. Toutefois, la tension de commande est déjà élevée (généralement de l'ordre de 400 V) de sorte que pour obtenir une réduction significative du temps de mise en vibration il serait nécessaire d'appliquer des tensions de commande très élevées rendant nécessaire l'utilisation d'une électronique de commande présentant une faible précision dans la phase de fonctionnement.

#### OBJET DE L'INVENTION

Un but de l'invention est de proposer un procédé permettant de réduire le temps de mise en vibration du résonateur vibrant sans modifier la précision du capteur pendant la phase de fonctionnement.

#### RESUME DE L'INVENTION

En vue de la réalisation de ce but, on propose un procédé de commande d'un capteur de rotation inertiel à résonateur vibrant comportant des voies de commande et des voies de détection, le procédé comportant une phase de fonctionnement au cours de laquelle chaque voie de commande est mise en œuvre pendant une durée de commande et chaque voie de détection est mise en œuvre pendant une durée de détection, selon un rapport de fonctionnement entre la durée de commande et la durée de détection, et une phase de démarrage dans laquelle le rapport entre la durée de commande et la durée de détection est modifié dans un sens d'une augmentation de la durée de commande par référence au rapport de fonctionnement.

Ainsi, lors du démarrage, il suffit de modifier les durées relatives de commande et de détection. Un tel réglage est effectué sans modifier les autres paramètres de fonctionnement du capteur de rotation de sorte que la précision est conservée lors de la phase de fonctionnement.

De préférence, la durée de détection est réduite à une valeur juste suffisante pour permettre d'assurer un contrôle d'une évolution de la vibration. Le rapport de la durée de commande à la durée de détection est alors maximal et le temps de démarrage est donc minimal.

#### BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront encore à la lecture de la description qui suit d'un mode de mise en oeuvre particulier non limitatif, en référence aux figures ci-jointes parmi lesquelles :

- la figure 1 est une représentation schématique d'un capteur permettant la mise en œuvre du procédé selon l'invention,

- la figure 2 est une représentation schématique des durées de commande et de détection pendant la phase de fonctionnement,

- la figure 3 est une représentation schématique analogue à celle de la figure 2, pendant la phase de démarrage.

#### DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

En référence à la figure 1, le capteur de rotation inertiel comprend de façon connue en soi un résonateur vibrant 1 symbolisé sur la figure par une cloche vibrante bien que le résonateur vibrant puisse avoir également d'autres formes notamment une forme de quapason. Le résonateur vibrant 1 est associé à des transducteurs définissant une paire de voies de commande C1, C2, et une paire de voies détection D1, D2.

Bien que chaque voie soit représentée sur la figure par un seul bloc, chaque voie comporte généralement plusieurs transducteurs. En particulier, dans le cas d'une cloche vibrante, chaque voie comporte en général au moins deux transducteurs formés par des entrefers entre une couche métallique portée par la cloche vibrante et

polarisée par une tension continue et des électrodes disposées en regard du bord de la cloche vibrante, tandis que dans un capteur comportant un quapason, chaque voie comporte généralement quatre transducteurs piézo-électriques.

Chaque paire de voies est associée à un organe de multiplexage 2, plus précisément un démultiplexeur pour les voies de commande C1, C2 et un multiplexeur pour les voies de détection D1, D2. Chaque organe de multiplexage 2 est relié à une chaîne de traitement 3. La chaîne de traitement 3 associée aux voies de commande C1, C2 élabore à partir d'un générateur unique un signal de commande multiplexé qui est transmis au démultiplexeur 2 correspondant tandis que la chaîne de traitement 3 associée aux voies de détection D1, D2, assure un démultiplexage du signal reçu du multiplexeur 2 et un traitement de celui-ci pour élaborer un signal de traitement numérique. Les chaînes de traitement 3 sont reliées à une unité de traitement 4 qui assure une exploitation des signaux de détection pour calculer les mouvements auxquels le capteur est soumis, et une élaboration des signaux de commande ainsi que les signaux de cadencement des organes de multiplexage.

Lors d'une mise en œuvre du capteur, le résonateur vibrant 1 est mis en vibration au moyen des signaux de commande jusqu'à ce qu'il atteigne l'amplitude de consigne du résonateur vibrant. Les signaux de commande et les signaux de détection sont ensuite exploités de façon connue en soi pour déterminer les mouvements de rotation auxquels le capteur est soumis.

La figure 2 illustre un exemple de cycle généré par l'unité de traitement. Dans cet exemple, chaque cycle comprend un temps d'action de commande sur la première voie de commande C1 pendant une durée c1 suivi d'un temps de commande sur la voie de commande C2 pendant une durée

de commande c1, les deux temps de commande c2 étant séparés par un temps de relaxation. Après un nouveau temps de relaxation, le cycle comprend un temps de détection sur la voie de détection D1 pendant une durée de détection d1, suivi d'un temps de détection sur la voie de détection D2 pendant une durée de détection d2, les deux cycles de détection étant séparés par un temps de relaxation. Après un nouveau temps de relaxation, un nouveau cycle est entamé.

Pour avoir une bonne précision de la mesure de la rotation à laquelle le capteur est soumis, il est préférable pendant le fonctionnement du capteur d'avoir des temps de détection d'une durée aussi longue que possible. Dans l'exemple illustré par la figure 2, les temps de commande ont une durée de 50  $\mu$ s, les temps de détection une durée de 130  $\mu$ s et les temps de relaxation une durée de 2  $\mu$ s.

La figure 3 illustre la modification de cycles qui, selon l'invention, est effectuée pendant la phase de démarrage, c'est-à-dire pour réaliser une mise en vibration progressive du résonateur vibrant. Par rapport à la phase de fonctionnement le rapport entre la durée de commande et la durée de détection est modifié dans un sens d'une augmentation de la durée de commande. Dans l'exemple illustré, chaque temps de commande a une durée de 160  $\mu$ s tandis que la durée des temps de détection est ramenée à 20  $\mu$ s seulement. En pratique, il est préférable d'avoir pendant la phase de démarrage des temps de commande d'une durée aussi longue que possible tout en assurant un contrôle de l'évolution de la vibration. La durée de détection est donc de préférence réduite à une valeur juste suffisante pour permettre d'assurer le contrôle d'une évolution du fonctionnement du capteur.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée au mode de réalisation décrit et on peut y apporter des va-

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

En particulier, bien que l'invention ait été illustrée avec un capteur comportant des voies de commande et des voies de détection séparées, le procédé selon l'invention peut être mis en œuvre dans un capteur dont tous les transducteurs fonctionnent alternativement en commande et en détection et sont associés à un organe de multiplexage unique pour l'ensemble des voies de commande et de détection.

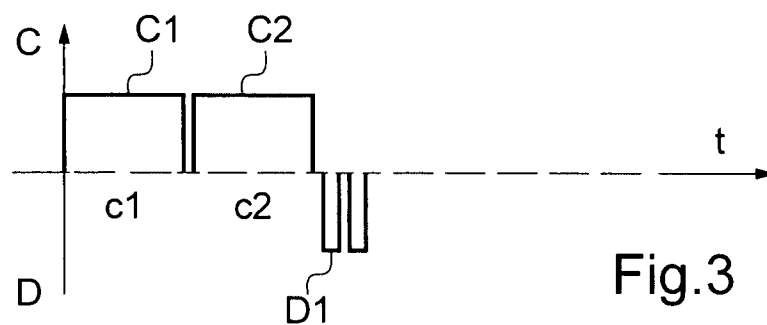
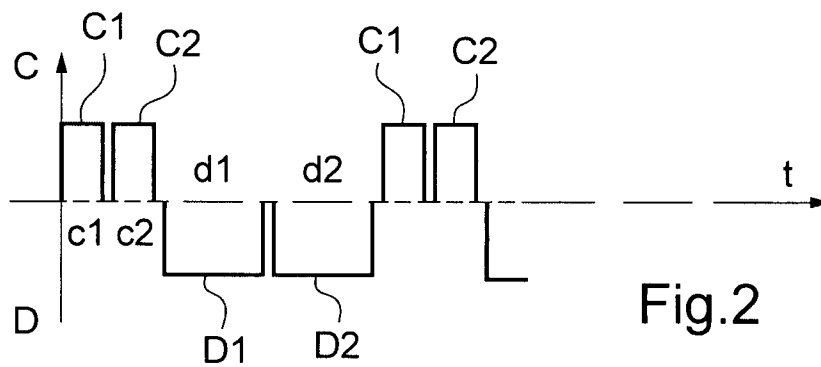
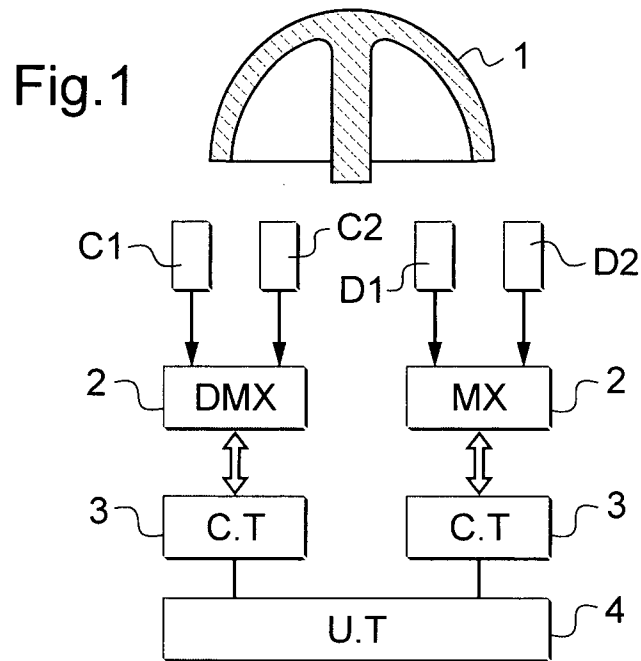
En outre, bien que l'invention ait été illustrée en relation avec un capteur fonctionnant selon un cycle comportant deux temps de commande suivis de deux temps de détection, le procédé selon l'invention peut également être mis en œuvre dans des cycles comportant pour chaque voie un temps de commande immédiatement suivi d'un temps de détection.

REVENDICATIONS

1. Procédé de commande d'un capteur de rotation inertiel à résonateur vibrant (1) comportant des voies de commande (C1, C2) et des voies de détection (D1, D2), le  
5 procédé comportant une phase de fonctionnement au cours de laquelle chaque voie de commande (C1, C2) est mise en œuvre pendant une durée de commande et chaque voie de détection (D1, D2) est mise en œuvre pendant une durée de  
10 détection selon un rapport de fonctionnement entre la durée de commande et la durée de détection, caractérisé en ce qu'il comporte une phase de démarrage dans laquelle le rapport entre la durée de commande et la durée de détection est modifié par référence au rapport de fonctionnement dans un sens d'une augmentation de la durée de com-  
15 mande.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la durée de détection (d1, d2) est juste suffisante pour permettre d'assurer un contrôle d'une mise en  
20 vibration du résonateur vibrant.

1/1



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2009/001209

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
INV. G01C19/56 G01C25/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
G01C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                    | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | EP 1 541 967 A (SAGEM [FR])<br>15 June 2005 (2005-06-15)<br>cited in the application<br>page 2, paragraph 5 - paragraph 7<br>pages 2,3, paragraph 11 - paragraph 13<br>figures 1,2                                    | 1-2                   |
| A         | FR 2 789 170 A (SALABERRY BERNARD LUCIEN<br>CHARL [FR]) 4 August 2000 (2000-08-04)<br>page 2, line 25 - page 3, line 9<br>page 12, line 11 - page 13, line 31<br>figures 1,7,11,12                                    | 1-2                   |
| A         | EP 1 031 815 A (MATSUSHITA ELECTRONICS<br>CORP [JP] MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD<br>[JP]) 30 August 2000 (2000-08-30)<br>page 2, paragraph 5 - paragraph 7<br>pages 3,4, paragraph 11 - paragraph 13<br>figures 1-3 | 1-2                   |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 February 2010

Date of mailing of the international search report

15/02/2010

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Yosri, Samir

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2009/001209

| Patent document<br>cited in search report |   | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|-------------------------------------------|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| EP 1541967                                | A | 15-06-2005          | FR 2863709 A1              | 17-06-2005          |
|                                           |   |                     | US 2005126289 A1           | 16-06-2005          |
| FR 2789170                                | A | 04-08-2000          | AU 2300100 A               | 18-08-2000          |
|                                           |   |                     | BR 0007873 A               | 16-10-2001          |
|                                           |   |                     | CA 2361136 A1              | 03-08-2000          |
|                                           |   |                     | EP 1151245 A1              | 07-11-2001          |
|                                           |   |                     | WO 0045127 A1              | 03-08-2000          |
|                                           |   |                     | US 6640630 B1              | 04-11-2003          |
| EP 1031815                                | A | 30-08-2000          | DE 69938333 T2             | 14-05-2009          |
|                                           |   |                     | WO 0016043 A1              | 23-03-2000          |
|                                           |   |                     | JP 4075152 B2              | 16-04-2008          |
|                                           |   |                     | JP 2000088581 A            | 31-03-2000          |
|                                           |   |                     | US 6412347 B1              | 02-07-2002          |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2009/001209

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
INV. G01C19/56 G01C25/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
G01C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)  
EPO-Internal, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

| Catégorie* | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents                                                                                                          | no. des revendications visées |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| A          | EP 1 541 967 A (SAGEM [FR])<br>15 juin 2005 (2005-06-15)<br>cité dans la demande<br>page 2, alinéa 5 - alinéa 7<br>pages 2,3, alinéa 11 - alinéa 13<br>figures 1,2                                      | 1-2                           |
| A          | FR 2 789 170 A (SALABERRY BERNARD LUCIEN<br>CHARL [FR]) 4 août 2000 (2000-08-04)<br>page 2, ligne 25 - page 3, ligne 9<br>page 12, ligne 11 - page 13, ligne 31<br>figures 1,7,11,12                    | 1-2                           |
| A          | EP 1 031 815 A (MATSUSHITA ELECTRONICS<br>CORP [JP] MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD<br>[JP]) 30 août 2000 (2000-08-30)<br>page 2, alinéa 5 - alinéa 7<br>pages 3,4, alinéa 11 - alinéa 13<br>figures 1-3 | 1-2                           |

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

2 février 2010

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

15/02/2010

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Yosri, Samir

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2009/001209

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche |   | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|-------------------------------------------------|---|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| EP 1541967                                      | A | 15-06-2005             | FR 2863709 A1                           | 17-06-2005             |
|                                                 |   |                        | US 2005126289 A1                        | 16-06-2005             |
| <hr/>                                           |   |                        |                                         |                        |
| FR 2789170                                      | A | 04-08-2000             | AU 2300100 A                            | 18-08-2000             |
|                                                 |   |                        | BR 0007873 A                            | 16-10-2001             |
|                                                 |   |                        | CA 2361136 A1                           | 03-08-2000             |
|                                                 |   |                        | EP 1151245 A1                           | 07-11-2001             |
|                                                 |   |                        | WO 0045127 A1                           | 03-08-2000             |
|                                                 |   |                        | US 6640630 B1                           | 04-11-2003             |
| <hr/>                                           |   |                        |                                         |                        |
| EP 1031815                                      | A | 30-08-2000             | DE 69938333 T2                          | 14-05-2009             |
|                                                 |   |                        | WO 0016043 A1                           | 23-03-2000             |
|                                                 |   |                        | JP 4075152 B2                           | 16-04-2008             |
|                                                 |   |                        | JP 2000088581 A                         | 31-03-2000             |
|                                                 |   |                        | US 6412347 B1                           | 02-07-2002             |
| <hr/>                                           |   |                        |                                         |                        |