

(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
16 août 2012 (16.08.2012)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2012/107692 A1

(51) Classification internationale des brevets :
A61B 5/00 (2006.01) *A61B 5/113* (2006.01)
A61B 5/0408 (2006.01) *A61B 5/055* (2006.01)
A61B 5/11 (2006.01) *A61B 5/08* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2012/050273

(22) Date de dépôt international :
8 février 2012 (08.02.2012)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1151019 9 février 2011 (09.02.2011) FR

(71) Déposants (pour tous les États désignés sauf US) : **UNIVERSITE DE LORRAINE** [FR/FR]; 34 Cours Léopold, CS 25233, F-54052 Nancy Cedex (FR). **CENTRE HOSPITALIER DE NANCY HOPITAL CENTRAL** [FR/FR]; 29, avenue du Maréchal de Lattre de Tassigny, F-54000 Nancy (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **FELBLINGER, Jacques** [FR/FR]; 22, rue de Pont Saint Vincent, F-54820 Mereville (FR). **PASQUIER, Cédric** [FR/FR]; 6, rue Jules Ferry, F-54130 Saint Max (FR). **VIUSOZ, Pierre, André** [FR/FR]; 11 bis, rue du Haut de la Taye, F-54600 Villers les Nancy (FR). **ROUSSELET, Laure**

[FR/FR]; 20, rue du Sablon, Appartement 4, F-57000 Metz (FR).

(74) Mandataire : **PONTET ALLANO & ASSOCIES**; 25, rue Jean Rostand, Parc Orsay Université, F-91893 Orsay Cedex (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, QA, RO, RS, RU, RW, 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, RW, 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).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : MOVEMENT SENSOR COMBINED WITH A DIAGNOSTIC ELECTRODE FOR APPLICATIONS IN MEDICAL IMAGING

(54) Titre : CAPTEUR DE MOUVEMENT ASSOCIE A UNE ELECTRODE DE DIAGNOSTIC POUR APPLICATIONS EN IMAGERIE MEDICALE

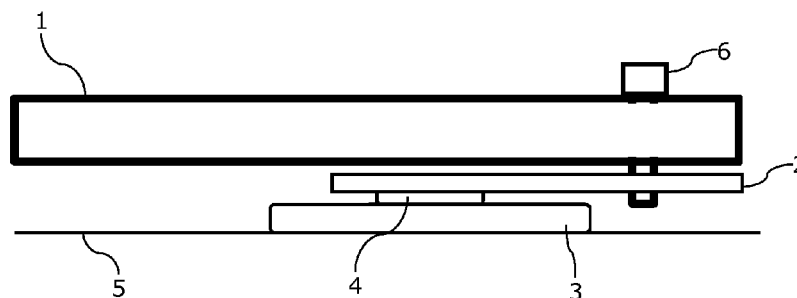


Figure 1

(57) Abstract : The present invention relates to a sensor device for measuring movements at the surface of the body during a medical imaging examination, comprising at least one movement sensor sensitive to at least one quantity among a linear or angular acceleration, speed or shift, and attaching means modelled so as to allow attachment of said movement sensor(s) to the surface of said body via adhesion means capable of adhering substantially without sliding to the surface of said body. The invention also relates to a system using the device.

(57) Abrégé : La présente invention concerne un dispositif capteur pour la mesure de mouvements à la surface du corps lors d'un examen d'imagerie médicale, comprenant au moins un capteur de mouvement sensible à au moins une grandeur parmi un déplacement, une vitesse ou une accélération linéaire ou angulaire, et des moyens de fixation conformés de telle sorte à permettre une fixation dudit ou desdits capteur(s) de mouvement à la surface dudit corps par l'intermédiaire de moyens d'adhésion aptes à adhérer sensiblement sans glissement à la surface dudit corps. L'invention concerne aussi un système mettant en œuvre le dispositif.



WO 2012/107692 A1

**Déclarations en vertu de la règle 4.17 :**

- *relative au droit du déposant de demander et d'obtenir un brevet (règle 4.17.ii))*
- *relative au droit du déposant de revendiquer la priorité de la demande antérieure (règle 4.17.iii))*

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv))*

Publiée :

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

« Capteur de mouvement associé à une électrode de diagnostic pour applications en imagerie médicale »

Domaine technique

La présente invention concerne un dispositif capteur de mouvement associé à une électrode de diagnostic pour mesurer des mouvements du patient durant des examens en imagerie médicale. Elle concerne également un système de mesure mettant en œuvre le dispositif.

Le domaine de l'invention est plus particulièrement mais de manière non limitative celui de l'imagerie médicale et de l'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM).

Etat de la technique antérieure

Les mouvements volontaires ou involontaires du patient, en particulier les mouvements respiratoires et cardiaques, sont à l'origine d'artéfacts qui nuisent à la qualité des images dans les techniques d'imagerie médicale telles que l'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM). Ces artéfacts de mouvements sont gênants car ils peuvent masquer des informations importantes pour le diagnostic. Il est donc nécessaire de les prendre en compte.

La gestion des mouvements cardiaques se fait de manière classique par exemple par l'utilisation de capteurs d'électrocardiogramme (ECG) placés sur le thorax qui permettent la synchronisation des séquences d'acquisitions d'images, notamment IRM avec l'activité cardiaque.

Pour s'affranchir des mouvements respiratoires, des techniques telles que l'apnée, la synchronisation respiratoire ou des méthodes de reconstruction (formation de l'image) basées sur une analyse du mouvement sont utilisées mais elles restent encore imparfaites et parfois trop contraignantes pour le patient. En effet, la mesure de l'activité respiratoire est souvent effectuée au moyen d'une ceinture pneumatique placée autour du patient mais ce capteur présente beaucoup d'inconvénients, notamment en termes d'encombrement et de qualité de mesure.

Le principe consistant à intégrer les informations de capteurs externes pour la reconstruction des images a été démontré et correspond à un potentiel important pour l'imagerie des organes en mouvements.

Des équipes de recherche ont développé des méthodes qui permettent dans une certaine mesure de s'affranchir des mouvements. On connaît par exemple le document WO 2009/098371 A2 de Odille *et al.* qui divulgue une méthode permettant, grâce notamment à l'utilisation de capteurs de mouvements, de reconstruire par inversion de systèmes couplés une image sans artéfact et le modèle de mouvement. Cette méthode peut être combinée avec l'imagerie parallèle et est compatible avec les séquences IRM sans nécessité de reprogrammation de celle-ci.

Cependant, pour pouvoir utiliser les informations obtenues par les capteurs externes à des fins de corrections d'images, les signaux doivent être corrélés le plus précisément possible avec le mouvement de l'organe ciblé.

On connaît par exemple le document US 2004/0249314 A1 de Salla *et al.* qui divulgue un dispositif de mesure de mouvement du patient au cours d'un examen d'imagerie médicale, qui comprend des accéléromètres fixés sur une interface souple qui est maintenue en contact avec la peau du patient.

Ce type d'interfaces, comme les ceintures pneumatiques pour la mesure de la respiration, posent de nombreux problèmes :

- leur mise en place sur le patient est complexe,
- l'encombrement n'est pas négligeable,
- et surtout elles sont susceptibles de glisser et de se déplacer sur le corps du patient au cours de l'examen, ce qui peut fausser les mesures.

Il y a donc un besoin de développer de nouveaux capteurs de mouvement compatibles en particulier avec un environnement IRM, qui permettent d'effectuer des mesures précises et fiables pouvant être intégrées aux processus de correction des artéfacts de mouvements. De tels capteurs permettraient d'améliorer la qualité des images en réduisant les artéfacts et de rendre le diagnostic plus précis.

Le développement de capteur en environnement IRM constitue un véritable défi du fait des contraintes imposées par l'IRM :

- il est nécessaire de n'utiliser que des matériaux à faible susceptibilité magnétique, qui d'une part ne perturbent pas le champ magnétique et donc ne causent pas d'artéfacts dans les images, et d'autre part ne sont pas attirés pas les aimants ;
- la taille des capteurs doit être réduite au maximum, d'une part pour limiter les perturbations des champs électromagnétiques, et d'autre part pour

des raisons de place disponible surtout quand des antennes de surface sont utilisées ;

- les capteurs doivent être non invasifs et de préférence ne pas avoir de contact direct avec la peau, ou du moins ne pas être conducteurs pour limiter les risques d'échauffement par induction ;

- il est préférable d'éviter les câbles conducteurs électriques de longueur importante au niveau du capteur afin d'éviter les courants induits qui pourraient provoquer des échauffements par l'intermédiaire des ondes radiofréquences de l'IRM ; et

- le capteur ne doit pas être perturbé par l'IRM et ne doit pas le perturber, pour éviter les artéfacts sur les images.

Dans le contexte des examens IRM pratiqués sur le cœur ou dans la région thoracique, il est en outre en général nécessaire de faire des mesures d'électrocardiogrammes (ECG). Outre l'analyse du fonctionnement du cœur, elles permettent également de synchroniser les mesures et/ou de corriger les effets des mouvements du cœur.

Les mesures d'ECG sont difficiles en environnement IRM car très perturbées par la présence des champs magnétiques (statiques et gradients de champs magnétiques) intenses. Les mesures d'ECG sont déjà bruitées dans un champ de 1,5 Tesla tel qu'utilisé actuellement mais risquent de devenir très difficiles dans les champs d'intensité supérieure qui seront utilisés dans les générations de machines d'IRM à venir.

Les mesures de mouvement et d'ECG sont très complémentaires et interdépendantes : d'une part, les mouvements du patient (respiratoires ou musculaires) créent des artéfacts sur les mesures ECG, en particulier lorsque les électrodes sont positionnées comme cela est souvent le cas sur l'axe électrique du cœur, et d'autre part il existe des méthodes permettant, à partir de l'information de mouvement mécanique, d'améliorer la détection et le rapport signal/bruit du signal ECG.

De même, les examens en particulier en imagerie IRM pratiqués au niveau de la tête nécessitent souvent des mesures simultanées d'électroencéphalogramme, qui sont également perturbées par l'environnement électromagnétique.

Le but de la présente invention est de proposer un dispositif capteur permettant de faire des mesures de mouvement en IRM, qui puisse être mis

en œuvre d'une manière simple, rapide et efficace lors de mesures de routine en diagnostic clinique.

Exposé de l'invention

Cet objectif est atteint avec un dispositif capteur pour la mesure de mouvements à la surface du corps lors d'un examen d'imagerie médicale, comprenant au moins un capteur de mouvement sensible à au moins une grandeur de mouvement parmi un déplacement, une vitesse ou une accélération, linéaire ou angulaire, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens de fixation conformés de telle sorte à permettre une fixation dudit ou desdits capteur(s) de mouvement à la surface dudit corps par l'intermédiaire de moyens d'adhésion aptes à adhérer sensiblement sans glissement à la surface dudit corps.

Le ou les capteur(s) de mouvement peuvent être directement sensibles à au moins une grandeur de mouvement, ou de manière indirecte : Ils peuvent être par exemple sensibles à une variation de pression, ou de champ électrique ou magnétique engendrée par un mouvement.

Les moyens d'adhésion peuvent adhérer par exemple par collage ou par effet ventouse à la surface du corps, ou par tout autre moyen apte à permettre une adhésion sans glissement. On évite ainsi les risques de glissement existant avec les dispositifs de maintien externes tels que les ceintures, les straps ou les gilets qui maintiennent simplement les capteurs sur la peau, et les mouvements sont mieux transmis au capteur.

Avantageusement, les moyens de fixation peuvent être conformés de telle sorte à permettre une fixation du ou des capteur(s) de mouvement à des moyens d'adhésion comprenant au moins une électrode de diagnostic apte à être collée à la surface du corps.

Le ou les capteur(s) de mouvement peuvent en particulier être fixés au moyen de plusieurs électrodes, ce qui permet d'améliorer leur stabilité, d'éviter les mouvements d'oscillations parasites, et aussi mesurer des mouvements sur une base plus large, potentiellement plus représentative.

Le dispositif selon l'invention permet ainsi de mettre en œuvre dans les meilleures conditions des capteurs de mouvements miniaturisés, mais également des capteurs plus complexes et plus volumineux, capables d'effectuer de manière autonome des mesures locales de mouvement.

Suivant des modes de réalisation, les moyens de fixation peuvent être conformés de telle sorte à :

- permettre une fixation amovible du capteur de mouvement à la ou les électrode(s) de diagnostic, par exemple pour pouvoir aisément remplacer cette ou ces électrodes ;
- être aptes à être fixés à des moyens de connexion électrique d'électrode présents sur au moins l'une des sortes d'électrodes de diagnostic suivantes : électrodes destinées à des mesure d'électrocardiogramme (ECG), électrodes destinées à des mesures d'électroencéphalogramme (EEG), lesquels moyens de connexion électrique d'électrode étant destinés à la connexion de moyens de transfert de signaux électriques collectés par ladite ou lesdites électrode(s) de diagnostic ;

Le dispositif selon l'invention peut comprendre en outre des moyens pour relier électriquement lesdits moyens de connexion électrique d'électrode aux moyens de transfert de signaux électriques collectés par la ou les électrode(s) de diagnostic.

Suivant des modes de réalisation :

- les moyens de fixation et les moyens de connexion électrique d'électrode peuvent être agencés pour réaliser un couplage mécanique de type bouton-pression ;
- les moyens de fixation peuvent comprendre une pince, ou une pince ECG.

Le dispositif selon l'invention peut être conçu de telle sorte à être apte à être mis en œuvre dans un environnement de machine d'imagerie médicale de type imagerie par résonance magnétique (IRM), comprenant des champs magnétiques intenses.

Suivant des modes de réalisation, il peut comprendre :

- au moins un capteur de mouvement apte à exploiter un champ magnétique généré par une machine d'imagerie par résonance magnétique (IRM),
- au moins un capteur de mouvement de l'un des types suivant : capteur à effet Hall, capteur optique à effet Faraday,
- au moins un capteur de mouvement de l'un des types suivants : accéléromètre, gyroscope, capteur inertiel ;

- au moins un accéléromètre de l'un des types suivants : MEMS (en Anglais *Micro-Electro-Mechanical System*), MEOMS (en Anglais *Micro-Electro-Optic-Mechanical System*).

Le dispositif selon l'invention peut comprendre un capteur de mouvement sensible au mouvement selon une ou plusieurs orientations spatiales, ou plusieurs capteurs de technologies identiques ou différentes sensibles à des mouvements selon des orientations spatiales identiques ou différentes. Le ou les capteurs peuvent être fixés à la surface du corps par les mêmes moyens de fixation, auquel cas plusieurs capteurs peuvent par exemple être assemblés sur un support unique.

Le dispositif selon l'invention peut comprendre en outre des moyens de calcul, comprenant un microcontrôleur ou un FPGA.

Le dispositif selon l'invention peut comprendre en outre des moyens d'adhésion aptes à adhérer à la surface du corps par au moins l'un des effets suivants : collage, effet ventouse.

Suivant un autre aspect, il est proposé un système d'acquisition et de traitement de signaux physiologiques pendant un examen par IRM d'un patient, caractérisé en ce qu'il comprend :

- au moins une électrode de diagnostic collée à la surface du corps du patient, et apte(s) à recueillir des mesures d'électrocardiogramme (ECG) et/ou des mesures d'électroencéphalogramme (EEG),
- au moins un dispositif capteur de mouvement selon l'invention, fixé(s) sur au moins une électrode de diagnostic,
- des moyens électroniques et de traitement pour le recueil des informations issues de la ou des électrode(s) et du ou des capteur(s) de mouvement, et
- des moyens de calcul aptes à déterminer (i) au moins une information de mouvement du patient, et (ii) au moins une mesure d'électrocardiogramme (ECG) ou d'électroencéphalogramme (EEG).

Des mesures d'électrocardiogramme (ECG) et de mouvements peuvent être mises en œuvre par exemple lors d'examens par IRM dans la région thoracique. Les informations de mouvement peuvent alors comprendre des battements cardiaques et/ou des mouvements respiratoires et/ou des mouvements musculaires notamment. En effet, comme expliqué précédemment, les mesures de mouvement et d'ECG sont très

complémentaires et interdépendantes, et il est courant en pratique d'utiliser simultanément ces mesures dans les analyses de signaux.

On peut citer notamment les exemples suivants :

- utilisation d'informations de mouvement pour améliorer la détection d'électrocardiogramme par filtrage adapté, par exemple en exploitant la périodicité temporelle des battements détectés par le ou les capteur(s) de mouvement sensibles aux pulsations ;
- utilisation d'information d'électrocardiogramme pour corriger une mesure de mouvements de l'effet des battements cardiaques.

C'est donc un avantage de l'invention de proposer un système intégrant les deux mesures au niveau des capteurs et permettant une installation sur le patient et une mise en œuvre en une seule opération.

Des mesures d'électroencéphalogramme (EEG) et de mouvements peuvent être mises en œuvre par exemple lors d'examens par IRM de régions de la tête. Les informations de mouvement peuvent alors comprendre notamment des mouvements ou des déplacements de la tête, de la mâchoire,

Description des figures et modes de réalisation

D'autres avantages et particularités de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée de mises en œuvre et de modes de réalisation nullement limitatifs, et des dessins annexés suivants :

- la figure 1 illustre un mode de réalisation de dispositif selon l'invention,
- la figure 2 illustre une électrode ECG à pression pouvant être utilisée pour fixer un dispositif selon l'invention,
- la figure 3 illustre une pince à électrodes ECG à pression pouvant être utilisée à titre de moyen de fixation d'un dispositif selon l'invention,
- la figure 4 illustre un schéma bloc des composants d'un dispositif selon l'invention,
- la figure 5 présente des résultats de mesure de mouvements respiratoires (a) obtenus avec un dispositif selon l'invention, (b) obtenus avec une ceinture pneumatique et (c) extraits de mesures ECG, et comparés à des mouvements respiratoires calculés simultanément à partir des images IRM.

On va tout d'abord décrire, en référence à la figure 1, un mode de réalisation de dispositif selon l'invention.

Ce mode de réalisation a pour objet un capteur de mouvements 1 permettant d'acquérir les mouvements respiratoires et/ou les battements cardiaques d'un patient au cours d'un examen par IRM pratiqué dans la région cardiaque ou thoracique.

Le dispositif comprend un capteur de mouvement 1, et des moyens de fixation 2, 6 qui permettent de le fixer sur une électrode de diagnostic 3 destinée aux mesures d'électrocardiogramme (ECG).

En référence à la figure 2, Cette électrode 3 est de préférence une électrode autocollante, collée sur la peau 5 du patient. Elle comprend des moyens de connexion électrique d'électrode 4 destiné au branchement d'un connecteur électrique d'un câble 11 pour le transfert des signaux électriques. Ces moyens de connexion électrique d'électrode 4 comprennent de manière habituelle une partie semblable à la partie mâle d'un bouton pression.

En référence à la figure 3, les moyens de fixation comprennent une pince d'ECG 2 de forme adaptée pour pouvoir se fixer solidement aux moyens de connexion électrique d'électrode 4, à laquelle le capteur de mouvement 1 est fixé au moyen d'une vis 6 en matière plastique (ou tout autre moyen compatible avec l'environnement de l'IRM) et de l'interface 10. Cette pince 2 comprend une mâchoire 12 permettant son insertion et son maintien sur les moyens de fixation 4 de l'électrode 3. Elle comprend également un câble 11 électriquement relié à la mâchoire 12 pour le transfert des signaux électriques.

La fixation du capteur de mouvement 1 sur cette pince 2 est effectuée de telle sorte que sa manipulation pour l'insérer et la retirer de l'électrode 3 demeure aisée.

En référence à la figure 4 le capteur de mouvement 1 comprend un support 21 avec une interface de fixation 20 permettant de la fixer à la pince 2. Ce support 21 est de conception compatible avec l'environnement IRM. L'ensemble est intégré inclus dans un boîtier, non représenté sur la figure 4, qui assume une protection mécanique et un blindage adéquat aux radiofréquences.

L'alimentation électrique est effectuée par un module d'alimentation 23 et une pile adaptée, ne contenant pas de composant à forte susceptibilité magnétique.

L'élément sensible au mouvement est un accéléromètre à trois axes 24. Il est réalisé sous la forme d'un microsystème électro-mécanique (en Anglais *Micro-Electro-Mechanical System, MEMS*).

Le dispositif comprend également un microcontrôleur 25, qui permet de conditionner le signal de l'accéléromètre 24 notamment en termes d'ajustement du gain. Le signal de mesure est ensuite transmis sous forme numérique au moyen d'une liaison à fibres optiques 22 connectée à l'interface 26. La transmission est ainsi robuste aux perturbations de l'environnement.

L'électrode 3 étant collée sur la peau 5 du patient, elle suit fidèlement son mouvement. Dans la mesure où la liaison mécanique entre la pince d'ECG 2 et l'électrode 3 est d'une rigidité suffisante, ce qui est le cas en pratique, il s'ensuit que le capteur de mouvement 1 suit également fidèlement les mouvements de la surface de la peau 5 sous l'électrode 3. En effet, bien que n'étant pas conçues pour transmettre des informations de déplacement, il s'avère en pratique que les pinces 2, les électrodes 3 et leur moyens de connexion électrique d'électrode 4 mis en œuvre présentent les caractéristiques requises pour mettre en œuvre efficacement un capteur de mouvement 1, aussi bien du point de vue de la tenue du collage sur la peau 5 que du point de vue de la transmission du déplacement dans les moyens de connexion électrique d'électrode 4.

La figure 5 présente des exemples de mesures de mouvements respiratoires. La figure 5(a) présente des mesures obtenues avec un dispositif selon l'invention (courbe 31). La figure 5(b) présente des mesures obtenues avec une ceinture pneumatique de l'art antérieur (courbe 32). La figure 5(c) présente des mesures extraites de mesures d'ECG. Pour chacune des figures 5(a), 5(b) et 5(c), le mouvement respiratoire est simultanément calculé à partir des images IRM au moyen d'une méthode de flux optique (courbes 30, en pointillé). Le mouvement calculé à partir des images IRM est pris comme référence.

On constate que la qualité de mesure obtenue avec le dispositif selon l'invention est au moins comparable à celle obtenue avec la ceinture pneumatique, qui est par ailleurs plus complexe à installer sur le patient et beaucoup plus gênante pendant les examens et sensiblement meilleure que celle des mesures extraites de mesures d'ECG.

L'électrode de diagnostic 3 est une électrode d'ECG spécialement adaptée à une utilisation dans l'environnement de champs magnétiques intenses de l'IRM. La pince d'ECG 2 est une pince conçue pour être utilisée avec ces électrodes 3, dans le même environnement de champs magnétiques intenses. Ces deux composants (l'électrode 3 et la pince 2) sont des composants disponibles dans le commerce. Or, du fait de l'environnement particulièrement difficile de l'IRM, les contraintes normatives et réglementaires que doivent satisfaire les dispositifs destinés à entrer en contact avec la peau d'un patient sont extrêmement rigoureuses.

Il est donc un avantage de l'invention de mettre en œuvre des moyens d'interface du capteur de déplacement 1 déjà qualifiés et disponibles commercialement (bien que n'étant pas conçus dans ce but) pour fixer un capteur de mouvement 1 sur le patient, et ainsi de simplifier considérablement la procédure d'agrément du dispositif pour son usage en routine clinique.

Les électrodes 3 peuvent bien entendu être utilisées uniquement comme moyens de fixation du capteur de déplacement 1 sur le patient. Mais elles peuvent également être utilisées simultanément pour recueillir des signaux ECG. En effet, dans la plupart des examens d'IRM effectués dans la région cardiaque ou thoracique, l'ECG est mesuré donc des électrodes 3 sont nécessairement installées sur le patient.

Il est donc un avantage de l'invention de mettre en œuvre des moyens d'interface du capteur de déplacement 1 qui doivent de toute façon être mis en place sur le patient pour l'examen, ce qui permet un gain de temps substantiel pour l'opérateur et également un gain de place pour disposer d'autres instruments (antennes de surface pour l'IRM, ...).

Suivant des variantes de modes de réalisation :

- les moyens de fixation 2 peuvent comprendre une pluralité de pinces ECG, permettant de fixer le capteur de mouvement 1 sur une pluralité d'électrodes d'ECG pour une meilleure stabilité ;
- les moyens de fixation 2 peuvent comprendre, en lieu et place de la ou des pince(s) d'ECG, un ou une pluralité de connecteur(s) de câble avec une interface de type bouton-pression qui se fixe(nt) directement sur les moyens de connexion électrique d'électrode 4. Ils peuvent également comprendre

tous moyens de fixation qui assure une liaison mécanique satisfaisante avec l'électrode 3 ;

- l'alimentation électrique du dispositif 1 peut être effectuée au moyen de fibres optiques 22, le module d'alimentation 23 comprenant un photo-détecteur ;

- le capteur de mouvement 1 peut ne pas comprendre de microcontrôleur 25, auquel cas et le signal de mesure issu de l'accéléromètre 24 peut être directement converti sous forme d'impulsions dans un modulateur de largeurs d'impulsion (MLI ou en Anglais *Pulse Width Modulation, PWI*) et transmis au moyen de fibres optiques 22 ;

- le capteur de mouvement 1 peut comprendre un accéléromètre 24 de type MOEMS passif, réalisé sous la forme d'un microsystème opto-électro-mécanique (en Anglais *Micro-Opto-Electro-Mechanical System, MOEMS*). Son principe de fonctionnement peut par exemple consister à mesurer le déplacement de micro-membranes au moyen de faisceaux optiques. Ce type d'accéléromètre est dit passif dans le sens où les sources de lumière et les détecteurs optiques nécessaires à son fonctionnement peuvent être déportés à l'extérieur du dispositif et reliés à ce dernier par des fibres optiques, ce qui le rend particulièrement bien adapté à l'environnement de l'IRM ;

- le capteur de mouvement 1 peut ne comprendre aucun circuit électrique et en particulier pas de module l'alimentation 23, ni de microcontrôleur 25. Il peut par exemple mettre en œuvre un accéléromètre 24 de type MOEMS passif dont les sources de lumière et les détecteurs optiques nécessaires au fonctionnement sont déportés à l'extérieur du dispositif et reliés à ce dernier par fibres optiques ;

- le dispositif selon l'invention peut être mis en œuvre en combinaison avec des électrodes d'électroencéphalographie (EEG), pour contrôler les mouvements de la tête au cours de mesures d'IRM au niveau cérébral ;

- le dispositif selon l'invention peut être mis en œuvre dans tout environnement médical, pour tout type d'applications et en particulier pour tous types d'applications d'imagerie médicales différentes de l'IRM (scanner, ...).

Bien sûr, l'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits et de nombreux aménagements peuvent être apportés à ces exemples sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif capteur pour la mesure de mouvements à la surface du corps lors d'un examen d'imagerie médicale, comprenant au moins un capteur de mouvement (1) sensible à au moins une grandeur de mouvement parmi un déplacement, une vitesse ou une accélération, linéaire ou angulaire,

caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens de fixation (2) conformés de telle sorte à permettre une fixation dudit ou desdits capteur(s) de mouvement (1) à la surface (5) dudit corps par l'intermédiaire de moyens d'adhésion (3) aptes à adhérer sensiblement sans glissement à la surface (5) dudit corps et comprenant au moins une électrode de diagnostic (3), lesquels moyens de fixation (2) étant conformés de telle sorte à permettre une fixation amovible du ou des capteur(s) de mouvement (1) à la ou lesdites électrode(s) de diagnostic (3).

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisée en ce que les moyens de fixation (2) sont conformés de telle sorte à permettre une fixation du ou des capteur(s) de mouvement (1) sur une électrode de diagnostic (3) apte à être collée à la surface (5) du corps.

3. Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les moyens de fixation (2) sont conformés de telle sorte à être aptes à être fixés à des moyens de connexion électrique d'électrode (4) présents sur au moins l'une des sortes d'électrodes de diagnostic (3) suivantes : électrodes destinées à des mesures d'électrocardiogramme (ECG), électrodes destinées à des mesures d'électroencéphalogramme (EEG), lesquels moyens de connexion électrique d'électrode (4) étant destinés à la connexion de moyens de transfert de signaux électriques (11) collectés par ladite ou lesdites électrode(s) de diagnostic (3).

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens pour relier électriquement lesdits moyens de connexion électrique d'électrode (4) aux moyens de transfert de signaux électriques (11) collectés par la ou les électrode(s) de diagnostic (3).

5. Dispositif selon l'une des revendications 3 ou 4, caractérisé en ce que les moyens de fixation (2) et les moyens de connexion électrique d'électrode (4) sont agencés pour réaliser un couplage mécanique de type bouton-pression.

6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens de fixation (2) comprennent une pince.

7. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un capteur de mouvement (1) apte à exploiter un champ magnétique généré par une machine d'imagerie par résonance magnétique (IRM).

8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un capteur de mouvement (1) de l'un des types suivant : capteur à effet Hall, capteur optique à effet Faraday.

9. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un capteur de mouvement (1) de l'un des types suivants : accéléromètre, gyroscope, capteur inertiel.

10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un accéléromètre de l'un des types suivants : MEMS, MOEMS.

11. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens de calcul (25), comprenant un microcontrôleur ou un FPGA.

12. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens d'adhésion (3) aptes à adhérer à la surface (5) du corps par au moins l'un des effets suivants : collage, effet ventouse.

13. Système d'acquisition et de traitement de signaux physiologiques pendant un examen par IRM d'un patient, caractérisé en ce qu'il comprend :

- au moins une électrode de diagnostic (3) collée à la surface (5) du corps du patient, et apte(s) à recueillir des mesures d'électrocardiogramme (ECG) et/ou des mesures d'électroencéphalogramme (EEG),
- au moins un dispositif capteur de mouvement (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, fixé(s) sur au moins une électrode de diagnostic (3),
- des moyens électroniques et de traitement pour le recueil des informations issues de la ou des électrode(s) et du ou des capteur(s) de mouvement, et
- des moyens de calcul aptes à déterminer (i) au moins une information de mouvement du patient, et (ii) au moins une mesure d'électrocardiogramme (ECG) ou d'électroencéphalogramme (EEG).

14. Utilisation d'un dispositif capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 12 pour la mesure de mouvements à la surface du corps pendant un examen par IRM.

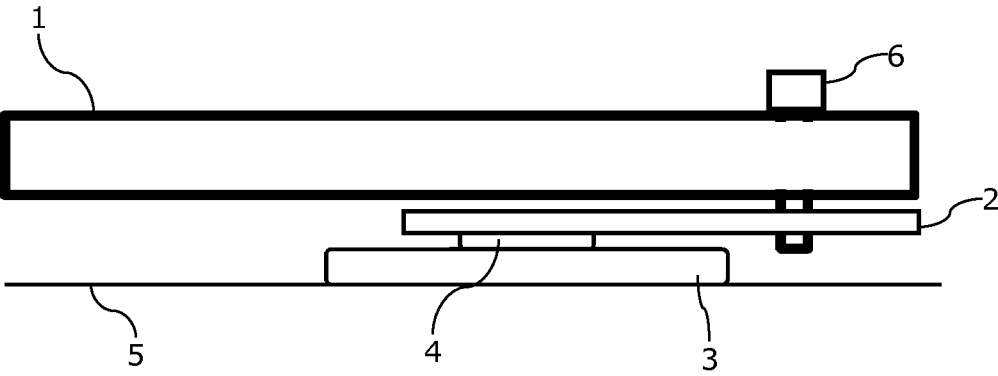


Figure 1

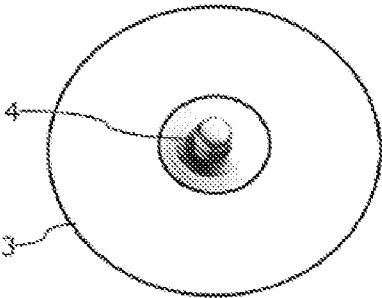


Figure 2

2/3

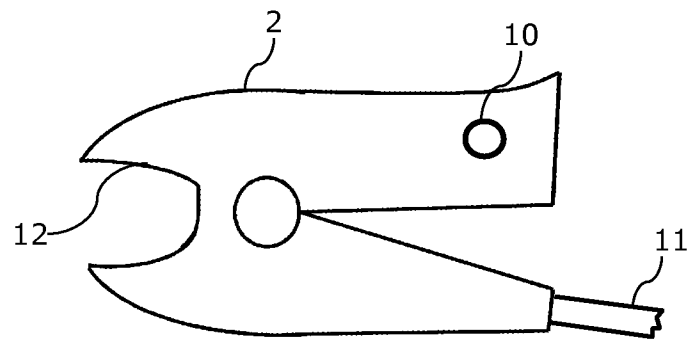


Figure 3

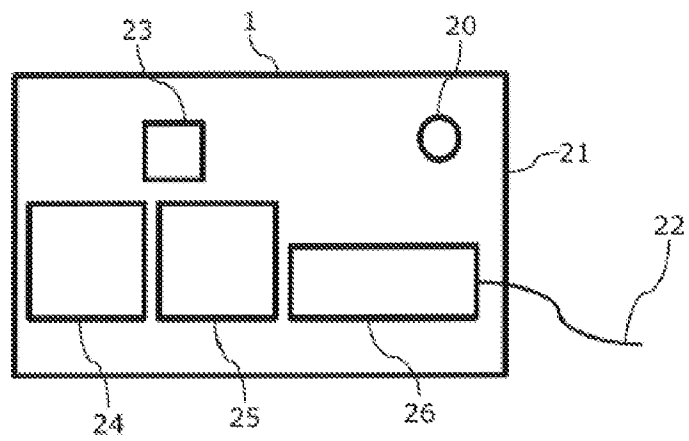


Figure 4

3/3

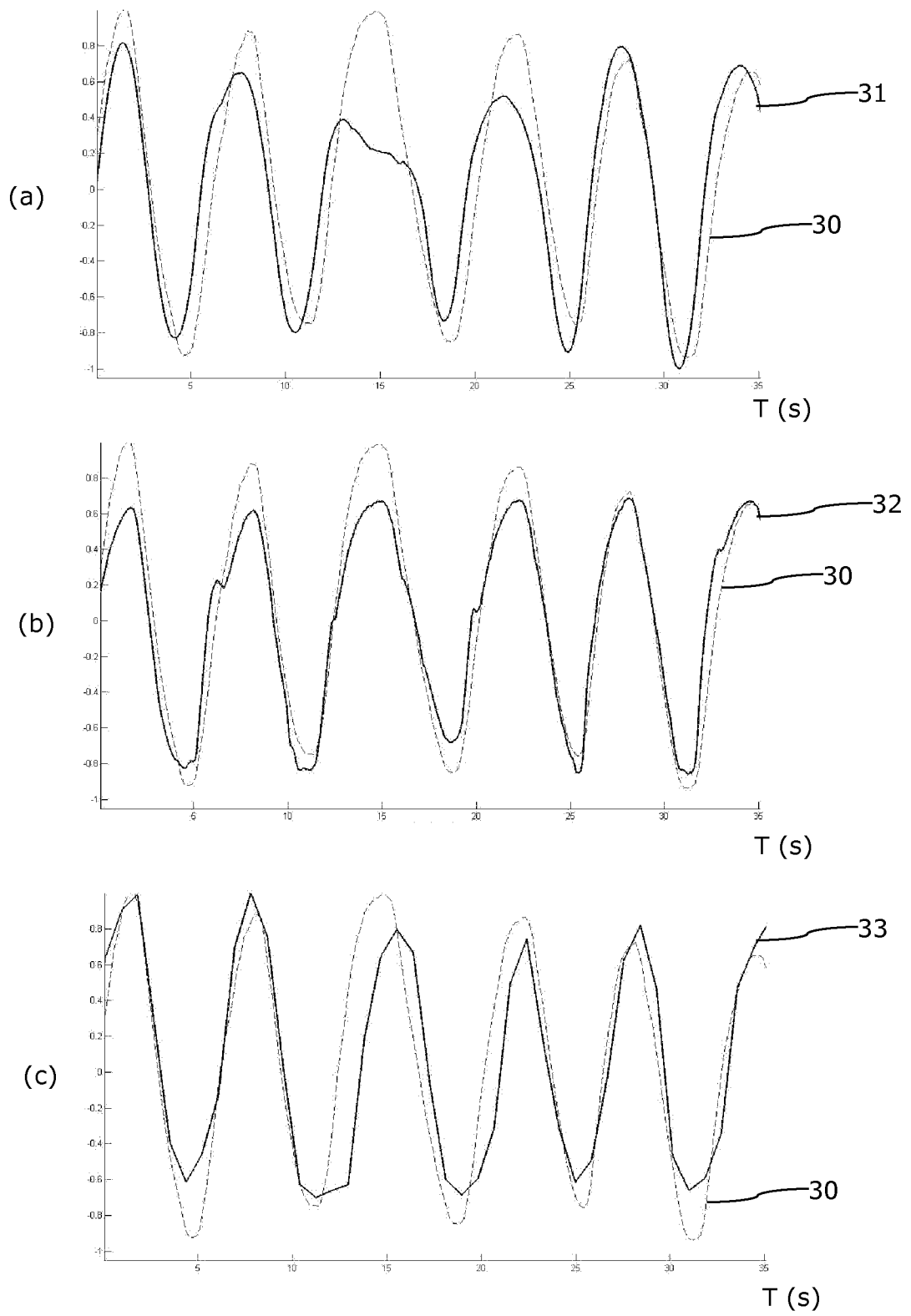


Figure 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2012/050273

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. A61B5/00 A61B5/0408 A61B5/11 A61B5/113 ADD. A61B5/055 A61B5/08		
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) A61B		
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.
X	US 2011/028819 A1 (EGER MARCUS [DE] ET AL) 3 February 2011 (2011-02-03) abstract figures 1,2,3,10 paragraphs [0002], [0048] - [0059], [0069]	1-14
A	DE 10 2005 059211 A1 (SIEMENS AG [DE]) 14 June 2007 (2007-06-14) abstract figures 1-3 paragraphs [0043] - [0050], [0057]	1-14
A	US 5 957 854 A (BESSON MARCUS [DE] ET AL) 28 September 1999 (1999-09-28) abstract figures 1-3 claim 1	1-14
----- -/-		
☒ 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 29 March 2012		Date of mailing of the international search report 10/04/2012
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 De la Hera, Germán

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2012/050273

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2009/076345 A1 (MANICKA YATHEENDHAR D [US] ET AL) 19 March 2009 (2009-03-19) figure 1a abstract claim 1 -----	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2012/050273

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2011028819 A1	03-02-2011	DE 102009035018 A1	03-02-2011
		SE 1000790 A1	29-01-2011
		US 2011028819 A1	03-02-2011

DE 102005059211 A1	14-06-2007	NONE	

US 5957854 A	28-09-1999	DE 4329898 A1	06-04-1995
		EP 0719108 A1	03-07-1996
		US 5862803 A	26-01-1999
		US 5957854 A	28-09-1999
		WO 9507048 A1	16-03-1995

US 2009076345 A1	19-03-2009	EP 2194847 A1	16-06-2010
		US 2009076345 A1	19-03-2009
		US 2009076363 A1	19-03-2009
		WO 2009036313 A1	19-03-2009

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2012/050273

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. A61B5/00 A61B5/0408 A61B5/11 A61B5/113 ADD. A61B5/055 A61B5/08		
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) A61B		
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
X	US 2011/028819 A1 (EGER MARCUS [DE] ET AL) 3 février 2011 (2011-02-03) abrégé figures 1,2,3,10 alinéas [0002], [0048] - [0059], [0069] -----	1-14
A	DE 10 2005 059211 A1 (SIEMENS AG [DE]) 14 juin 2007 (2007-06-14) abrégé figures 1-3 alinéas [0043] - [0050], [0057] -----	1-14
A	US 5 957 854 A (BESSON MARCUS [DE] ET AL) 28 septembre 1999 (1999-09-28) abrégé figures 1-3 revendication 1 ----- -/--	1-14
☒ 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 29 mars 2012		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 10/04/2012
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 De la Hera, Germán

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2012/050273

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2009/076345 A1 (MANICKA YATHEENDHAR D [US] ET AL) 19 mars 2009 (2009-03-19) figure 1a abrégé revendication 1 -----	1-14

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2012/050273

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2011028819 A1	03-02-2011	DE 102009035018 A1	03-02-2011
		SE 1000790 A1	29-01-2011
		US 2011028819 A1	03-02-2011

DE 102005059211 A1	14-06-2007	AUCUN	

US 5957854 A	28-09-1999	DE 4329898 A1	06-04-1995
		EP 0719108 A1	03-07-1996
		US 5862803 A	26-01-1999
		US 5957854 A	28-09-1999
		WO 9507048 A1	16-03-1995

US 2009076345 A1	19-03-2009	EP 2194847 A1	16-06-2010
		US 2009076345 A1	19-03-2009
		US 2009076363 A1	19-03-2009
		WO 2009036313 A1	19-03-2009
