

(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  
2 septembre 2010 (02.09.2010)

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2010/097459 A1**

(51) Classification internationale des brevets :  
G01D 5/16 (2006.01) G01D 5/241 (2006.01)  
G01L 1/18 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/EP2010/052470

(22) Date de dépôt international :  
26 février 2010 (26.02.2010)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
0900896 27 février 2009 (27.02.2009) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :  
COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/FR]; Bâtiment Le Ponant D -, 25 rue Leblanc, F-75015 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :  
COLLEDANI, Frédéric [FR/FR]; 26 rue de Zilina, F-92000 Nanterre (FR). LAMY, Xavier [FR/FR]; CEA-LIST DTSI/SRI/LTC Bat 38.1 -, 18 route du Panorama - BP 6, F-92265 Fontenay aux Roses Cedex (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, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

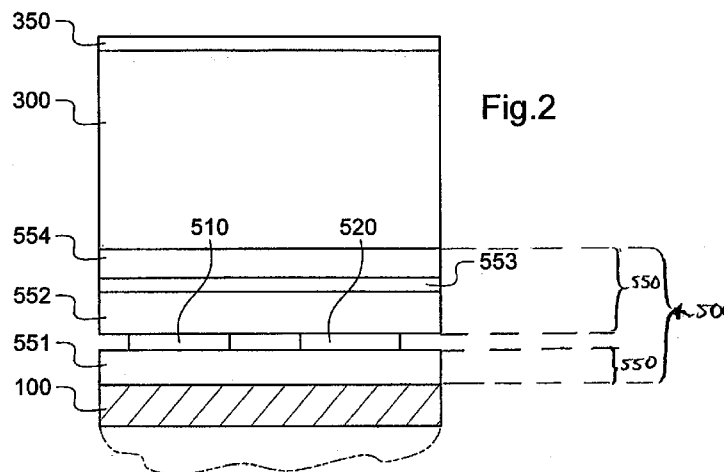
(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CL, 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 : PROTECTIVE SKIN FOR ROBOTS

(54) Titre : PEAU PROTECTRICE POUR ROBOTS



(57) Abstract : The invention relates to a detection device arranged so as to cover at least one portion (100) of a mobile apparatus, the device including an electromechanical transducer comprising a substrate, a first set of electrodes (510), a second set of electrodes (520), and a deformable layer (300) combined with the electrodes of the two sets, wherein the substrate, the electrodes and the deformable layer form a single unit mounted on the portion (100) of the mobile apparatus and are arranged such that a current flowing between one of the electrodes of the first set and an adjacent electrode of the second set is proportional to a thickness of the deformable layer vertically in line with said electrodes, the substrate comprising a base layer to which the electrodes of the first set (510) and the electrodes of the second set (520) are attached, which comprise opposite portions, and wherein a layer with variable conduction covers the base layer and the electrodes.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2010/097459 A1

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

**Publiée :**

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

---

Dispositif de détection agencé pour recouvrir au moins une partie (100) d'un appareil mobile, le dispositif comprend un transducteur électromécanique comportant un support, une première série d'électrodes (510), une deuxième série d'électrodes (520), et une couche déformable (300) associée aux électrodes des deux séries, le support, les électrodes et la couche déformable formant un ensemble unitaire rapporté sur la partie (100) de l'appareil mobile et étant agencés pour qu'un courant circulant entre une des électrodes de la première série et une électrode adjacente de la deuxième série soit proportionnel à une épaisseur de la couche déformable à l'aplomb des dites électrodes, le support comportant une couche de base sur laquelle sont fixées les électrodes de la première série (510) et les électrodes de la deuxième série (520) qui comportent des portions en regard, et une couche à conduction variable recouvrant la couche de base et les électrodes.

Peau protectrice pour robots.

L'invention concerne un dispositif de détection agencé pour recouvrir au moins une partie d'un appareil mobile tel qu'un robot ou tout autre type de machines mobiles et plus particulièrement des machines mobiles à proximité desquelles du personnel est susceptible d'intervenir. Plus précisément, ce dispositif a pour application la détection en avance d'un choc en vue de prendre des mesures pour réduire ou éliminer les effets négatifs de ce choc.

Arrière-plan de l'invention

Les robots industriels sont habituellement construits avec une architecture lourde et rigide. Les conséquences d'une collision entre le robot et son environnement même à petite vitesse peuvent donc être désastreuses : on risque d'une part d'endommager l'environnement qui peut comprendre des objets fragiles et des êtres humains et, d'autre part, le robot risque d'être endommagé lui-même dans le cas d'un choc avec un élément de l'environnement plus résistant que lui, par exemple un mur en béton. Le problème se pose donc de limiter les conséquences des collisions qui peuvent survenir lorsqu'un robot d'inertie importante se déplace rapidement dans un environnement mouvant.

Une solution proposée consiste à couvrir l'espace de travail du robot par une multitude de caméras fixes. Ces caméras réunissent des données concernant l'environnement du robot, et les mouvements de ce robot dans l'environnement. Ensuite, ces données sont traitées par un ordinateur connecté à ces caméras afin de déterminer et prévoir l'imminence d'une collision avec l'environnement. Cette solution entraîne plusieurs inconvénients. D'abord, le temps de traitement des images est important et limite la vitesse de déplacement du robot. Ensuite, les algorithmes sont complexes et, de ce fait, ne sont que peu fiables. Aussi, ces algorithmes requièrent de grosses ressources de calcul. En outre, le champ de vision d'une caméra peut être obstrué

accidentellement, par exemple lors d'une baisse ou d'une extinction totale de l'éclairage ou au contraire lors d'une surexposition lumineuse. Les caméras sont de plus des équipements complexes dont le risque de défaillance n'est pas négligeable.

Une autre solution proposée consiste à utiliser divers dispositifs capable de détecter mécaniquement un contact entre le robot et l'environnement. Selon une variante, on utilise un capteur d'effort à six axes disposé à la base du robot. La difficulté d'une telle solution est de discerner les légers efforts de contact environnement-robot précurseurs de la collision parmi les efforts importants dus à la masse et à la dynamique propre du robot, ainsi que du bruit intrinsèque au capteur. Le capteur devra être surdimensionné relativement aux efforts de contacts afin de pouvoir supporter le poids du robot. En conséquence pour obtenir une sensibilité suffisante il est nécessaire de filtrer les signaux issus de ce capteur, ce qui est long et dégrade beaucoup le temps de détection de la collision. Il en est de même pour les systèmes de détection des efforts sur le corps du robot par la mesure des courants moteur, l'effet des frottements internes au robot devant alors être de surcroît pris en compte.

Une autre solution consiste à équiper le robot avec des pare-chocs associés à des capteurs de pression. Cependant, lorsque le robot est en mouvement, l'inertie d'un pare-choc couplé à la raideur des capteurs de pression rend les mesures fines incertaines, ce qui peut limiter la sensibilité du système lorsqu'on en a le plus besoin : aux prémises de la collision.

Selon une autre variante, on utilise des capteurs sensibles aux efforts de contact, ces capteurs étant répartis sur l'ensemble du corps du robot. Une telle solution présente l'inconvénient, lorsque le robot est en mouvement, qu'un contact entre le robot et l'environnement est détecté trop tard pour pouvoir éviter un impact.

Encore une autre solution consiste à répartir des capteurs de proximité sur le corps du robot. La répartition des capteurs de proximité sur le corps du robot résulte d'un compromis entre la distance de détection et le nombre de capteurs. Une très courte distance de détection requiert l'usage d'un grand nombre de détecteurs ce qui est délicat à mettre en place. En revanche dans le cas où le nombre de capteurs est restreint la distance de détection est relativement importante de sorte que les capteurs risquent de détecter accidentellement d'autres parties du robot que celle où ils sont fixés.

Une autre solution, connue du document WO 2008-066575, consiste à recouvrir une portion d'un élément de préhension d'un robot par un capteur tactile, le capteur tactile comprenant des électrodes et une couche déformable de gel ou de liquide ionique associée aux électrodes de sorte qu'un courant circulant entre deux électrodes soit proportionnel à l'épaisseur de la couche déformable de gel ou de liquide à l'aplomb desdites électrodes. Cependant, un tel capteur s'avère complexe à implanter, en particulier lors d'un recouvrement d'une grande surface du robot, notamment par la nécessité d'insérer au travers de la paroi du robot chaque électrode, par la nécessité de relier chaque électrode par un fil à l'entrée du multiplexeur placé à l'intérieur du robot et par la nécessité d'étanchéifier la couche déformable. Il ne serait pas envisageable de recouvrir une grande surface du fait de la difficulté d'obtenir une couche déformable homogène sur tout le capteur. En outre, sur des surfaces non planes ou en mouvement dans l'espace, la gravité engendrerait des déformations de la couche de liquide du capteur et agirait sur celle-ci de manière différenciée provoquant des variations de résistance entre les électrodes en l'absence de contact.

Objet de l'invention

L'invention a pour objet un dispositif de protection pour robot ayant pour fonction de détecter de

manière fiable l'imminence d'une collision entre le corps d'un robot et l'environnement, et de la localiser afin de commander le robot pour qu'il évite cet impact et ce quelle que soit la taille du dispositif de protection.

5 Brève description de l'invention

Dans cette optique, on propose un dispositif de détection agencé pour recouvrir au moins une partie d'un appareil mobile, le dispositif comprenant un transducteur électromécanique comportant un support, une première  
10 série d'électrodes, une deuxième série d'électrodes, et une couche de matériau déformable associée aux électrodes des deux séries ; le support, les électrodes et la couche de matériau déformable formant un ensemble unitaire rapporté sur la partie de l'appareil mobile et étant  
15 agencés pour qu'un courant circulant entre une des électrodes de la première série et une électrode adjacente de la deuxième série soit proportionnel à une épaisseur de la couche de matériau déformable à l'aplomb desdites électrodes. Selon l'invention, le support  
20 comporte une couche de base sur laquelle sont fixées les électrodes de la première série et les électrodes de la deuxième série qui comportent des portions en regard, et une couche à conduction variable recouvrant la couche de base et les électrodes.

25 Le dispositif de détection s'avère ainsi simple à implanter, même sur une grande surface d'un appareil mobile, par simple pose de l'ensemble unitaire sur l'appareil mobile.

30 La couche à conduction variable peut être en matériau piézorésistif et peut être associée à un matériau de raideur choisie (de la mousse par ex.). Les portions en regard des électrodes peuvent être imbriquées l'une dans l'autre et les électrodes peuvent avoir une forme de peigne.

35 L'invention concerne aussi un robot comprenant une structure motorisée ayant une surface externe dont au moins une partie est recouverte d'un dispositif tel que décrit, et une unité de commande qui est reliée à au

moins un moteur de la structure motorisée et au dispositif et qui est programmée pour commander le moteur pour faire réaliser un mouvement à la structure motorisée et pour interrompre le mouvement dès qu'un courant est détecté entre deux électrodes du dispositif, la couche déformable ayant une épaisseur et une souplesse telles que, pour une vitesse prédéterminée de la structure motorisée, l'unité de commande puisse interrompre le mouvement de la structure motorisée avant un écrasement maximal de la couche déformable.

Le dispositif ici décrit permet à la fois de mesurer l'intensité du ou des contacts avec l'environnement et de localiser la ou les zones de contact sur l'appareil ou le corps du robot pour en déduire grossièrement une direction de l'effort. Cette couche constitue un espace de surveillance d'épaisseur choisie autour de l'appareil ou du robot

Un avantage du dispositif selon l'invention est sa capacité à transmettre un effort limité représentatif de l'imminence d'un choc plutôt que le choc lui-même. Ce qui laisse le temps et la distance nécessaire à la mécanique de l'appareil ou du robot pour s'arrêter.

Un avantage du dispositif est que le choix du matériau de constitution de la couche de détection est indépendant du choix du capteur pour la zone sensible.

Un avantage du dispositif selon l'invention est que la couche déformable peut aussi réduire les conséquences d'un choc avec l'opérateur ou l'environnement

Un avantage est que la couche déformable protège l'élément de détection.

Un autre avantage du dispositif selon l'invention est le faible coût des matériaux le constituant, un faible cout de fabrication, et la possibilité d'une fabrication industrielle.

Brève description des figures

L'invention sera mieux comprise à la lumière des figures des dessins annexés, parmi lesquelles :

- la figure 1a est une vue en perspective d'un robot,

5 - la figure 1b est une vue schématique en perspective d'un bras de robot associé à un dispositif selon l'invention,

- la figure 1c est une vue d'un circuit de balayage et de conditionnement relié à la peau selon l'invention,

10 - la figure 1d est une vue d'un circuit de conditionnement,

- la figure 2 est vue schématique en coupe dans l'épaisseur d'un dispositif de détection selon l'invention,

15 - la figure 3 est une vue illustrant une structure de peignes complémentaires en détail,

- la figure 4 montre un diagramme illustrant le freinage du robot.

#### Description détaillée de l'invention

20 La figure 1a montre une vue en perspective d'un robot classique 1, sur lequel le dispositif de détection de l'invention peut être montré.

25 Le robot comprend une structure motorisée ayant des moteurs 2, 3 et 4 reliés à une unité de commande 5 exécutant un programme informatique de pilotage de la structure motorisée. La structure motorisée comprend ici un bras de robot 100 ayant une surface extérieure sur au moins une partie de laquelle s'étend un dispositif de détection 400 selon l'invention, qui forme une peau sur le bras du robot.

30 Le dispositif 400 comprend un transducteur électromécanique 500 couvrant la surface extérieure du bras de robot 100 et comportant un support 550 pourvu d'électrodes 510, 520 et recouvert d'une couche déformable 300.

35 Le transducteur est détaillé sur la figure 2. Le support 550 du transducteur électromécanique 500 comprend une couche de base 551, flexible, sur laquelle s'étendent les électrodes 510, 520, une couche à conduction variable



552 recouvrant la couche de base 551 et les électrodes 510, 520, une couche conductrice 553 recouvrant la couche à conduction variable 552 et une couche de protection 554 recouvrant la couche conductrice 553. La couche déformable 300 s'étend sur la couche de protection 554 et est recouverte d'un revêtement extérieur 350 souple.

Les électrodes 510, 520 ont une structure en forme de peignes complémentaires agencés selon un motif matriciel, i.e. des premiers peignes reliés les uns aux autres selon des lignes 510' et des seconds peignes reliés les uns aux autres selon des colonnes 520'. Chaque peigne 510, 520 est relié au circuit de balayage qui sera décrit plus loin, lui-même relié à l'unité de commande 5. Deux peignes imbriqués, l'un dans l'autre, forment une cellule. La structure de peignes complémentaires a pour fonction de former des zones ou cellules sensibles de grande surface. Comme le nombre de signaux issus de la peau est une fonction de la taille de la zone ou cellule sensible, et qu'un nombre limité de signaux permet un traitement plus rapide et plus simple, on peut adapter le nombre de signaux, i.e. la structure de peigne, en fonction des directives de sécurité concernant le robot en question.

La couche à conduction variable 552 est en un matériau mince et flexible fonctionnant comme un élément électriquement résistif ayant une résistance fonction de la pression appliquée sur cette structure. La couche à conduction variable 552 est en un matériau piezorésistif. Un matériau qui peut être utilisé pour former la couche à conduction variable 552, la couche conductrice 553 et la couche de protection 554, est le matériau vendu sous le nom "QTC" par la société Peratech.

Les peignes d'une même ligne ou d'une même colonne sont électriquement reliés par un circuit souple s'étendant sur la couche de base 551 en formant une structure en quadrillage 940. Cette structure en quadrillage peut être déformée afin de créer la plupart des formes nécessaires pour couvrir un membre d'un robot.

En appliquant une tension entre un rang 510' et une colonne 520', on peut sélectionner la zone sensible de la peau correspondante à leur croisement. Une mesure du courant résultant indique alors la pression exercée sur cette zone. L'unité de commande 5 utilise cette mesure pour modifier ou arrêter le mouvement du robot. Ce procédé est décrit plus précisément ci-dessous en référence aux figures 1c et 1d (à noter que l'agencement des électrodes est fortement schématisé sur ces figures afin d'en simplifier la lecture).

La fig. 1c montre un circuit de balayage et de conditionnement 900 relié à la peau selon l'invention. Comme indiqué ci-dessus les premières électrodes de chaque cellule appartenant à un même rang sont interconnectées par une unique piste du circuit imprimé souple (FPCB) constituant le capteur. De même, les secondes électrodes de chaque cellule appartenant à une même colonne sont interconnectées par une unique piste, qui peut être réalisée sur une couche inférieure du FPCB pour éviter les croisements. Les rangs et les colonnes sont ensuite reliés au circuit de balayage et de conditionnement 900. Le circuit de balayage et de conditionnement 900 peut être embarqué dans chaque segment de la structure motorisé du robot et permet une préamplification et un multiplexage des signaux. Ce circuit 900 comprend un circuit de sélection de colonnes 930, relié aux colonnes du quadrillage 940, un circuit d'activation de rangs 950, relié aux rangs du quadrillage 940. Ici, un circuit de type 74HC238 a été utilisé comme circuit d'activation de rangs 950. Un circuit DG408 a été utilisé comme sélecteur de colonnes 930. Le circuit de balayage et de conditionnement 900 comprend un compteur binaire 960. Le circuit de balayage et de conditionnement 900 comprend aussi un circuit de conditionnement 920, qui sera décrit en détail plus tard, et qui est relié au sélecteur de colonnes 930.

Un contrôleur 990, généralement localisé à l'extérieur du robot, comprend un convertisseur

Analogique vers Numérique (CAN) 980 relié à un système de logicielle 910, qui a pour fonction d'asservir les mouvements du robot.

5 Le contrôleur 990 et le circuit de balayage et de conditionnement 900 sont reliées par l'unité de gestion 980, qui a une entrée reliée à une sortie du circuit de conditionnement 920 et deux sorties reliées à deux entrées du compteur binaire 960.

10 La résistance d'une cellule dans cette construction est de plus de 10M $\Omega$ , lorsqu'aucune pression n'est appliquée, et descend jusqu'à moins de 1k $\Omega$  lors d'une forte compression. Afin de détecter une pénétration dans la mousse le plus tôt que possible, en fonction de la raideur de la mousse, il faut mesurer une  
15 résistance dans la gamme de résistance comprise entre 10k $\Omega$  et 1 M $\Omega$  avec un délai de réponse le plus court possible.

Le circuit de balayage et de conditionnement 900 a pour fonction de mesurer indépendamment la conductivité  
20 de chacune des cellules reliées à ce quadrillage. Le circuit d'activation des rangs 950 met le potentiel des rangs à 0V, ou à 5 V quand la colonne est activée. Quand une colonne est sélectionnée, cette colonne est reliée au circuit de conditionnement 920, qui fixe son potentiel à  
25 0V. Toutes les cellules de cette colonne sont donc soumises à une différence de potentiel (DDP) nulle, à l'exception de la cellule reliée au rang activé, qui est soumise à une DDP de 5V. De ce fait, le courant passe uniquement à travers la cellule choisie : cette  
30 caractéristique permet donc la mesure de plusieurs points d'appuis simultanés (multitouch).

Le compteur binaire 960 sert à choisir des colonnes et des rangs. Les bits de poids faibles adressent le circuit d'activation de rangs 950, et les  
35 bits de poids fort adressent le circuit de sélection des colonnes 930. Ainsi, à chaque pulsation d'horloge, la cellule suivante du quadrillage est choisie. Un signal de réinitialisation est envoyé au compteur binaire à chaque

cycle pour s'assurer que le balayage recommence toujours du départ.

La fig. 1d montre un circuit de conditionnement, ici un circuit amplificateur transimpédance, relié à une cellule de la peau. Le fait que la couche de matériau piezoresistif soit très fine engendre un effet capacitif, ce qui est illustré par une capacité  $C_{\text{sensor}}$  d'environ 1nF, pour une cellule de 1 cm, connectée en parallèle avec une résistance  $R_{\text{sensor}}$ . Le circuit amplificateur transimpédance permet à la fois de fixer un potentiel constant aux bornes de la cellule et de mesurer le courant qui la traverse. Ainsi, il est possible de mesurer l'évolution de sa conductivité sans être perturbé par l'effet capacitif. Le temps de réponse est alors fortement réduit. La sensibilité de la mesure peut être réglée par la valeur de  $R_{\text{trans}}$ .

La couche déformable 300 crée une zone active autour du robot, avec une faible raideur, ce qui ne risque pas de créer d'instabilité de la commande lorsque la peau entre en contact avec l'environnement. Cela permet de commuter entre deux régulateurs : un premier régulateur lorsqu'on est en contact, et un second régulateur lorsqu'on est hors de contact, et donc de présenter des performances optimales dans ces deux cas. En effet, lorsque le robot est hors de contact, on souhaitera que les asservissements qui contrôlent la réalisation de la tâche principale du robot soient prépondérants : les moteurs génèrent des mouvements rapides pour réaliser la tâche rapidement et fidèlement. Inversement, lorsque le robot entre au contact de l'environnement involontairement, on désire que les asservissements qui garantissent la sécurité soient prépondérants : les consignes moteurs généreront des mouvements du robot afin d'éviter la collision plutôt que de réaliser les objectifs de la tâche principale. Pour garantir la stabilité lors du basculement d'un asservissement à l'autre, il est préférable que la transition ne soit pas brutale, d'où l'intérêt de la zone

de transition engendrée par l'épaisse couche déformable 300.

La figure 4 montre un diagramme illustrant le fonctionnement du dispositif lors du freinage du robot. L'axe des ordonnées indique la distance entre un obstacle, la surface de la couche déformable et la surface du robot. L'axe des abscisses illustre le temps entre la détection d'un obstacle et l'arrêt du robot. Sur la figure 4, on voit que pour une épaisseur de la couche déformable d'environ 1 cm et une vitesse de déplacement de  $1 \text{ m.s}^{-1}$ , l'obstacle pénètre dans la couche déformable pendant environ une milliseconde avant qu'un contact ne soit détecté. Quand le contact est détecté, le temps d'envoi des instructions d'arrêt au robot est aussi d'environ une milliseconde. Le robot est immobilisé après environ huit millisecondes, et ceci avant que l'obstacle ne touche et n'endommage la surface du robot.

L'unité de commande 5 est programmée pour déplacer la structure motorisée et interrompre le mouvement dès qu'un courant est détecté entre deux électrodes du dispositif, la couche déformable ayant une épaisseur et une souplesse telles que, pour une vitesse prédéterminée de la structure motorisée, l'unité de commande 5 puisse interrompre le mouvement de la structure motorisée avant un écrasement maximal de la couche déformable 300.

Des essais ont montré que l'invention permet un temps de réaction de l'ordre du millième de seconde.

Des essais ont montré que selon l'épaisseur de la couche déformable 300, on peut détecter un contact à quelques centimètres avant un impact sur la partie dure du robot. Ceci permet d'envisager des vitesses de déplacement importantes du robot pour sa tâche principale (positionnement rapide d'objet, suivit des gestes de l'opérateur, ...) tout en garantissant la sécurité de l'utilisateur (la distance d'arrêt du robot peut être respectée).

La couche déformable 300 peut être une mousse

élastomère ayant une souplesse et épaisseur prédéfinie selon l'effort de pénétration voulu, et la distance nécessaire à l'arrêt du mouvement du robot (le choix de la mousse est donc totalement libre). La couche déformable 300 peut être du caoutchouc synthétique, par exemple du polychloroprène du polystyrène, un caoutchouc à mousse latex, du polysiloxane, un polymère à bloc comprenant du styrène butadiène, du styrène isoprène, du caoutchouc naturel ou tout matériau connu ayant une élasticité et une déformabilité approprié.

La mousse a pour fonction de répartir et de retarder un choc afin d'avancer la transmission de l'information de contact avant une collision dure.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée au mode de réalisation décrit mais englobe toute variante entrant dans le cadre de l'invention telle que définie par les revendications.

En particulier, l'invention n'est pas limitée à être utilisée comme élément protecteur d'un robot. En particulier, le dispositif selon l'invention peut être utilisé comme peau protectrice par tout appareillage en déplacement, manuel ou automatique, afin de protéger l'appareillage contre l'environnement, et/ou protéger l'environnement contre l'appareillage.

L'élément de détection peut aussi être remplacé par d'autres technologies piezorésistives telles que celles décrites dans les documents US-A- 7258026 et US-A- 5756904.

La détection peut mettre en œuvre différent phénomènes permettant une variation de la conductivité du matériau en fonction de la pression, par exemple :

- la piezorésistivité,
- l'utilisation d'un matériau souple incorporant des particules conductrices (variation de conductivité produite par percolation ou effet tunnel),
- la résistance de contact (la résistance au passage de courant entre deux pièces est

inversement proportionnelle à leur surface en contact et cette surface de contact est augmentée par la pression exercée pour appliquer les deux pièces l'une contre l'autre),

5

- une combinaison des phénomènes ci-dessus.

## Revendications

1. Dispositif de détection agencé pour recouvrir au moins une partie (100) d'un appareil mobile, le dispositif comprenant un transducteur électromécanique comportant un support, une première série d'électrodes (510), une deuxième série d'électrodes (520), et une couche de matériau déformable (300) associée aux électrodes des deux séries ; le dispositif étant caractérisé en ce que le support, les électrodes et la couche de matériau déformable forment un ensemble unitaire rapporté sur la partie (100) de l'appareil mobile et sont agencés de sorte qu'un courant circulant entre une des électrodes de la première série et une électrode adjacente de la deuxième série soit proportionnel à une épaisseur de la couche de matériau déformable à l'aplomb des dites électrodes,

le support comportant une couche de base sur laquelle sont fixées les électrodes de la première série (510) et les électrodes de la deuxième série (520) qui comportent des portions en regard, et une couche à conduction variable recouvrant la couche de base et les électrodes

2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel la couche à conduction variable est en matériau conducteur résistif.

3. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel la couche à conduction variable est en matériau piézorésistif.

4. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel les portions en regard des électrodes (510, 520) sont imbriqués l'une dans l'autre.

5. Dispositif selon la revendication 3, dans lequel les électrodes (510, 520) ont une forme de peigne.

6. Dispositif selon une des revendications précédentes, dans lequel la couche de matériau déformable (300) est une mousse.

7. Dispositif selon la revendication précédente,



dans lequel la couche de matériau déformable (300) comprend un élastomère.

8. Robot ou structure motorisée ayant une surface externe dont au moins une partie (100) est recouverte  
5 d'un dispositif conforme à l'une quelconque des revendications précédentes, et une unité de commande (5) qui est reliée à au moins un moteur de la structure motorisée et au dispositif et qui est programmée pour commander le moteur pour faire réaliser un mouvement à la  
10 structure motorisée et pour interrompre le mouvement dès qu'un courant est détecté entre deux électrodes du dispositif, la couche de matériau déformable ayant une épaisseur et une souplesse telles que, pour une vitesse prédéterminée de la structure motorisée, l'unité de  
15 commande puisse interrompre le mouvement de la structure motorisée avant un écrasement maximal de la couche de matériau déformable.

1/3

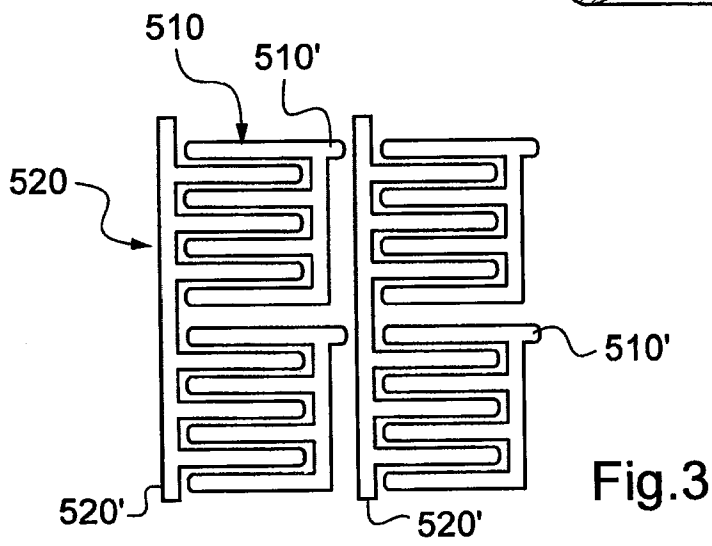
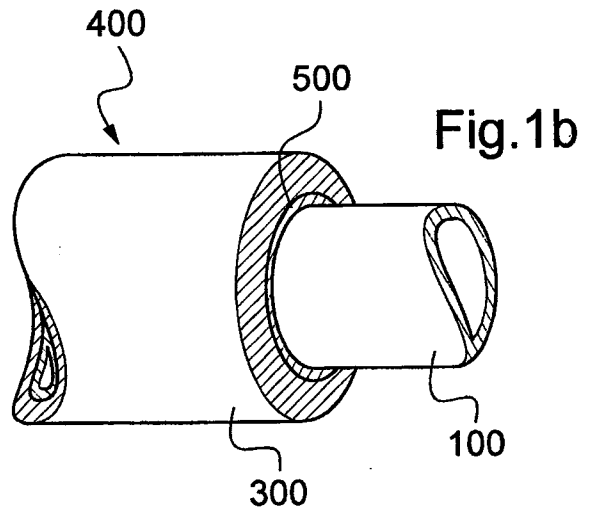
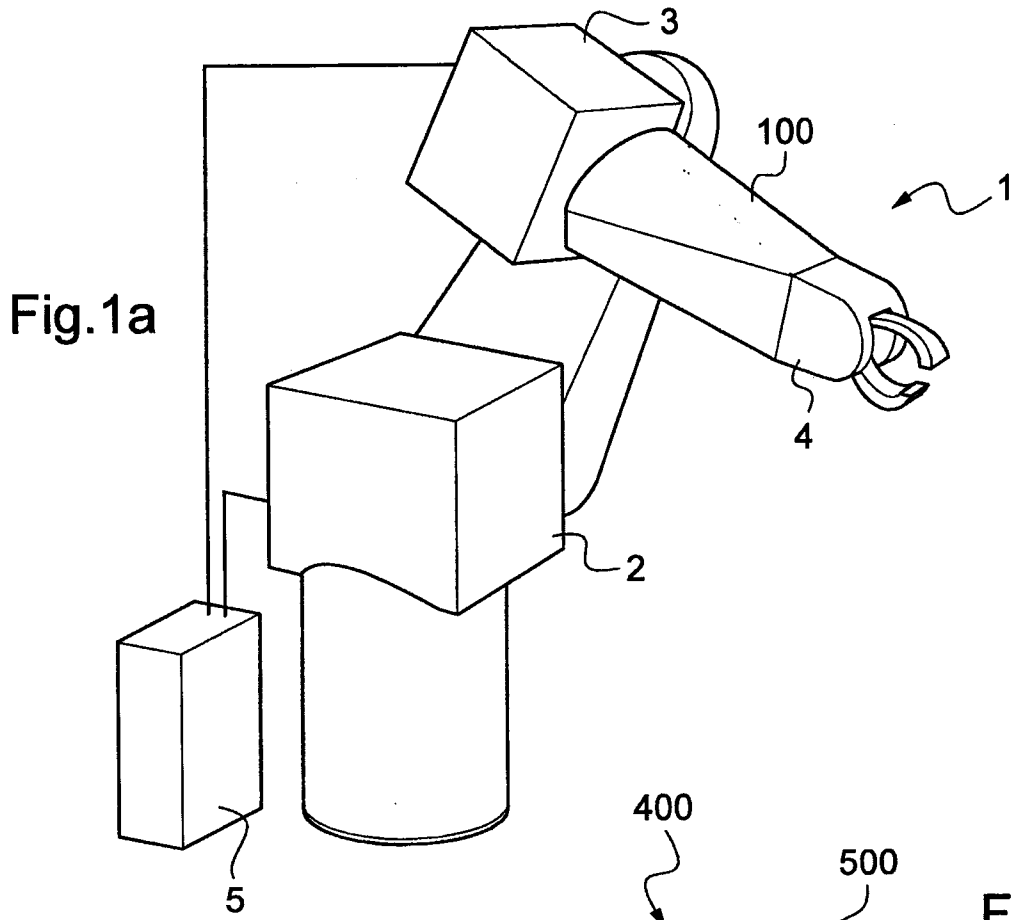
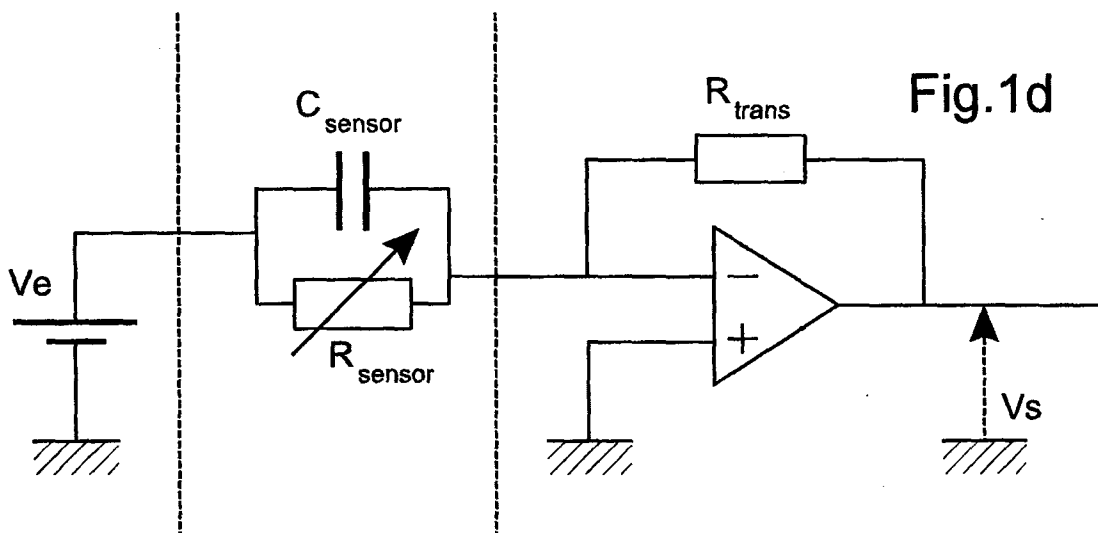
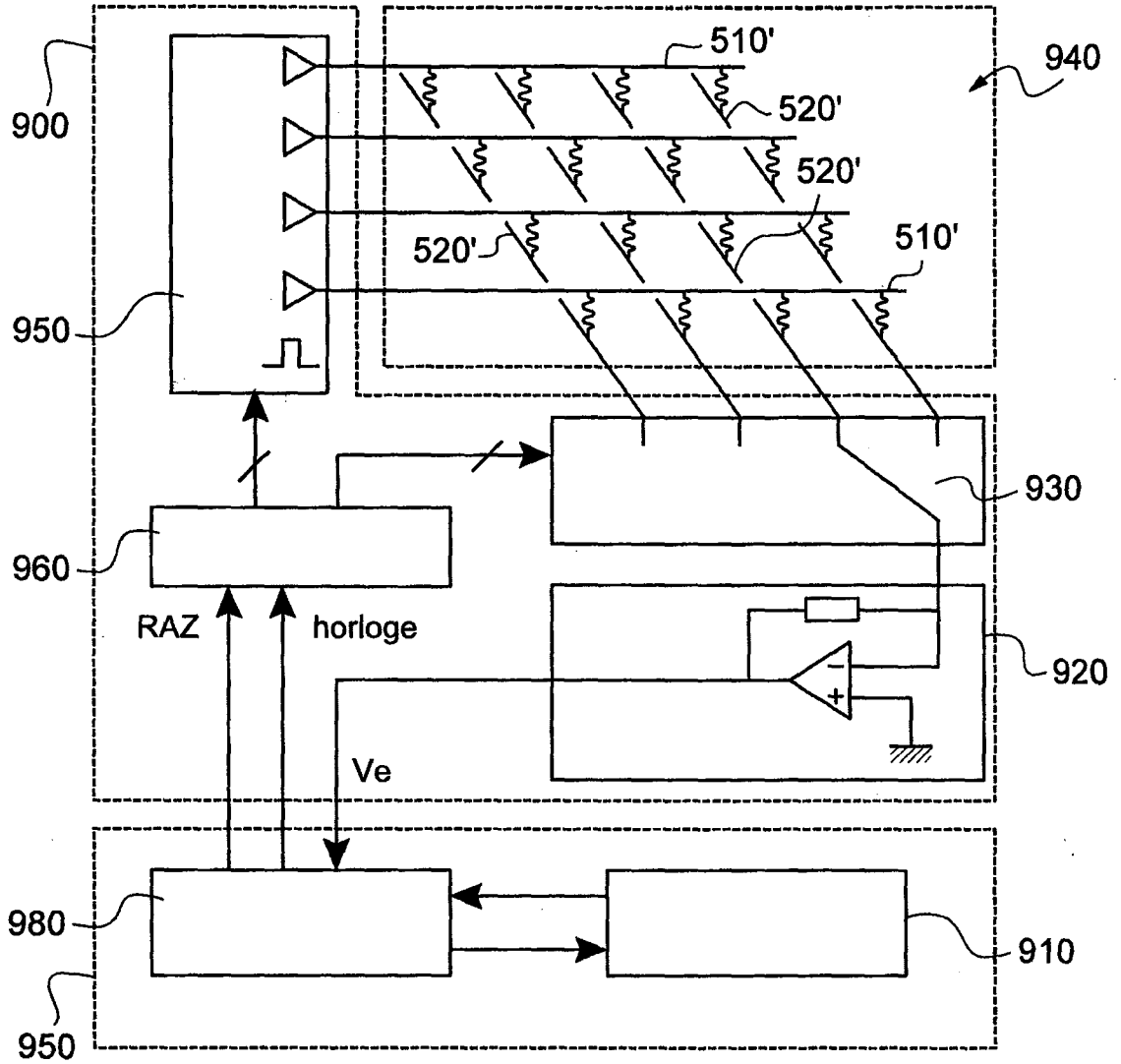


Fig.1c



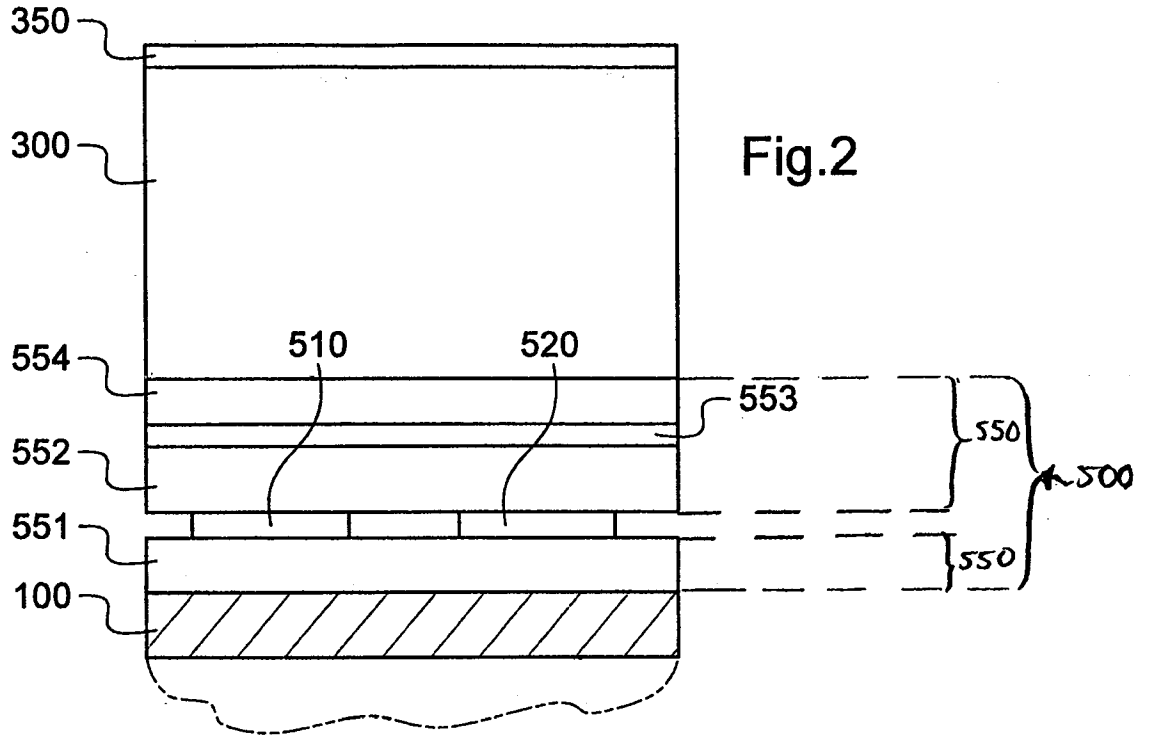


Fig.2

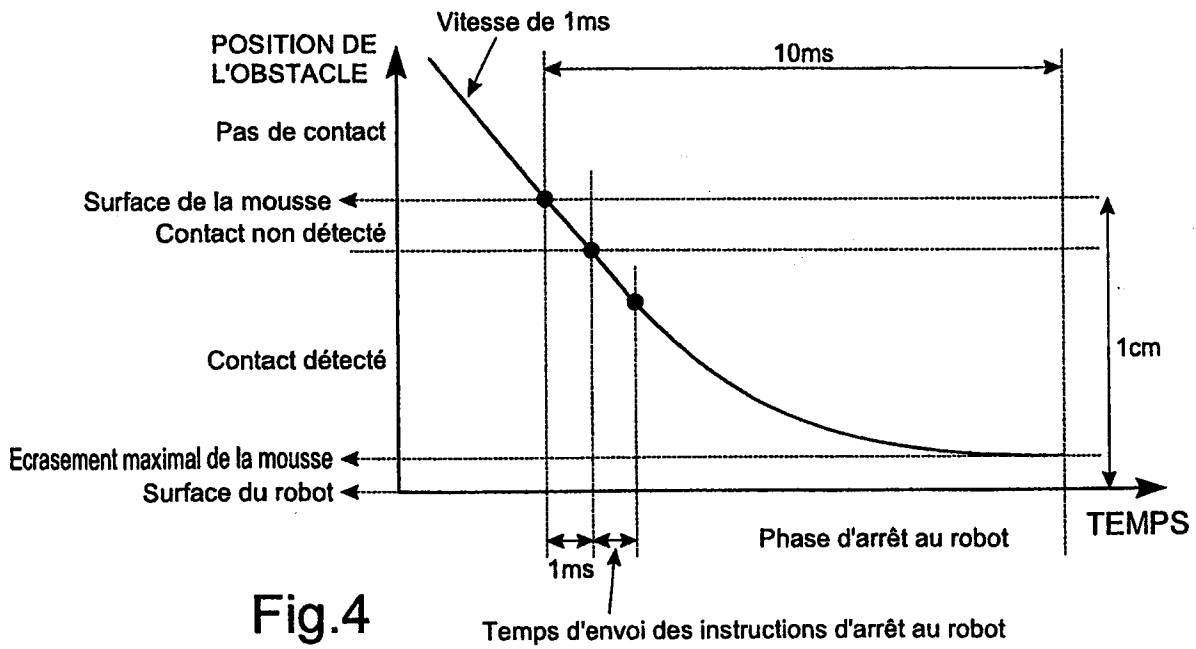


Fig.4

Temps d'envoi des instructions d'arrêt au robot

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2010/052470

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 INV. G01D5/16 G01L1/18  
 ADD. G01D5/241

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)

G01D G01L

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	WO 2009/023334 A2 (UNIV SOUTHERN CALIFORNIA [US]; JOHANSSON ROLAND S [SE]; LOEB GERALD E) 19 February 2009 (2009-02-19) figure 1 paragraph [0007] paragraphs [0042] - [0043] paragraphs [0047] - [0048]	1-8
A	EP 1 933 461 A1 (NARTRON CORP [US]) 18 June 2008 (2008-06-18) abstract figures 3,10 paragraphs [0029] - [0030]	1,5-8
	-/--	

 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

27 May 2010

Date of mailing of the international search report

04/06/2010

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

Moulara, Guilhem

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2010/052470

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 5 510 812 A (O'MARA KERRY D [US] ET AL) 23 April 1996 (1996-04-23) figure 6 column 7, lines 27-51 -----	1, 3, 4
A	WO 2008/066575 A2 (UNIV DAYTON [US]; HONDA MOTOR CO LTD [JP]; DAI LIMING [US]; OHASHI TOS) 5 June 2008 (2008-06-05) abstract claim 1 page 5, column 8 - page 6, column 7 -----	1
A	WO 2008/135787 A1 (PERATECH LTD [GB]; LUSSEY DAVID [GB]; LAUGHLIN PAUL [GB]; BLOOR DAVID) 13 November 2008 (2008-11-13) abstract claims -----	1-8

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/052470

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2009023334 A2	19-02-2009	EP 2158454 A2 US 2009133508 A1	03-03-2010 28-05-2009
EP 1933461 A1	18-06-2008	NONE	
US 5510812 A	23-04-1996	NONE	
WO 2008066575 A2	05-06-2008	JP 2009540296 T US 2008129278 A1	19-11-2009 05-06-2008
WO 2008135787 A1	13-11-2008	EP 2158594 A1 GB 2450587 A GB 2465077 A	03-03-2010 31-12-2008 12-05-2010

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2010/052470

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
 INV. G01D5/16 G01L1/18  
 ADD. G01D5/241

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)  
 G01D G01L

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	WO 2009/023334 A2 (UNIV SOUTHERN CALIFORNIA [US]; JOHANSSON ROLAND S [SE]; LOEB GERALD E) 19 février 2009 (2009-02-19) figure 1 alinéa [0007] alinéas [0042] - [0043] alinéas [0047] - [0048]	1-8
A	EP 1 933 461 A1 (NARTRON CORP [US]) 18 juin 2008 (2008-06-18) abrégé figures 3,10 alinéas [0029] - [0030]	1,5-8
	-/--	

 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

27 mai 2010

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

04/06/2010

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

Moulara, Guilhem



**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Demande internationale n°

PCT/EP2010/052470

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 5 510 812 A (O'MARA KERRY D [US] ET AL) 23 avril 1996 (1996-04-23) figure 6 colonne 7, ligne 27-51 -----	1, 3, 4
A	WO 2008/066575 A2 (UNIV DAYTON [US]; HONDA MOTOR CO LTD [JP]; DAI LIMING [US]; OHASHI TOS) 5 juin 2008 (2008-06-05) abrégé revendication 1 page 5, colonne 8 - page 6, colonne 7 -----	1
A	WO 2008/135787 A1 (PERATECH LTD [GB]; LUSSEY DAVID [GB]; LAUGHLIN PAUL [GB]; BLOOR DAVID) 13 novembre 2008 (2008-11-13) abrégé revendications -----	1-8

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2010/052470

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2009023334 A2	19-02-2009	EP 2158454 A2 US 2009133508 A1	03-03-2010 28-05-2009
EP 1933461 A1	18-06-2008	AUCUN	
US 5510812 A	23-04-1996	AUCUN	
WO 2008066575 A2	05-06-2008	JP 2009540296 T US 2008129278 A1	19-11-2009 05-06-2008
WO 2008135787 A1	13-11-2008	EP 2158594 A1 GB 2450587 A GB 2465077 A	03-03-2010 31-12-2008 12-05-2010