(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
14 mai 2010 (14.05.2010)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2010/051939 A1

(51) Classification internationale des brevets :
G01D 5/24 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2009/007751

(22) Date de dépôt international :
29 octobre 2009 (29.10.2009)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
08/06240 7 novembre 2008 (07.11.2008) FR

(71) Déposant *(pour tous les États désignés sauf US)* : **CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE** [FR/FR]; 1, avenue Paul Ourliac, F-31100 Toulouse (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant *(pour US seulement)* : **HOURNÉ, Xavier** [FR/FR]; 19, rue des Tourelles, F-31270 Cugnaux (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), 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, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

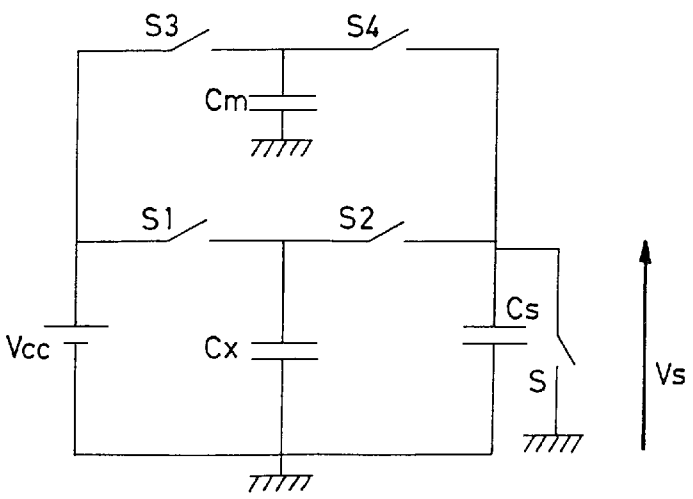
— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

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

(54) **Title** : DEVICE FOR MEASURING A CAPACITANCE VARIATION IN A VARIABLE CAPACITY STRUCTURE

(54) **Titre** : DISPOSITIF DE MESURE D'UNE VARIATION DE LA CAPACITANCE D'UNE STRUCTURE CAPACITIVE VARIABLE

Fig 3



(57) **Abstract** : The invention relates to a device for measuring a variation (ΔC_X) in the capacitance of a variable capacitive structure (C_X), said device including: a supply voltage (V_{CC}); a reference capacitor (C_S); means for measuring a voltage at the terminals of the reference capacitor (V_S); a capacitive measuring structure (C_M); and means for detecting a voltage threshold (V_{TH}) at the terminals of the reference capacitor (C_S). The device is configured/programmed such that the discharge of the capacitive measuring structure (C_M) takes place according to a variable discharge number (n) in the reference capacitor (C_S) after the variable capacitive structure (C_X) has been discharged according to a fixed discharge number (x) in the reference capacitor (C_S) and until the voltage at the terminals of the reference capacitor (V_S) has reached the voltage threshold (V_{TH}). The variation of the variable discharge number (n) relative to the previously obtained discharge number can be used for estimating the capacitance variation (ΔC_X) of the variable capacitive structure (C_X).

(57) **Abrégé** :

[Suite sur la page suivante]

WO 2010/051939 A1

L'invention concerne un dispositif de mesure d'une variation (ΔC_X) de la capacitance d'une structure capacitive variable (C_X), comprenant : • une tension d'alimentation (V_{CC}), • une capacité de référence (C_S) • des moyens pour mesurer une tension aux bornes de la capacité de référence (V_S), • une structure capacitive de mesure (C_M) • des moyens pour détecter un seuil de tension (V_{TH}) aux bornes de la capacité de référence (C_S). Le dispositif est configuré/programmé pour que la décharge de la structure capacitive de mesure (C_M), en un nombre de décharges variable (n), dans la capacité de référence (C_S) après que la structure capacitive variable (C_X) ait été déchargée en un nombre de décharges fixe (x) dans la capacité de référence (C_S) et jusqu'à ce que la tension aux bornes de la capacité de référence (V_S) ait atteint le seuil de tension (V_{TH}) La variation du nombre de décharges variable (n) par rapport à un nombre de décharges précédemment obtenu permet d'estimer la variation (ΔC_X) de la capacité de la structure capacitive variable (C_x).

Dispositif de mesure d'une variation de la capacitance d'une structure capacitive variable

La présente invention est relative à un capteur capacitif à transfert de charge. Elle est particulièrement utile lors de l'application d'un tel capteur dans les poignées de porte d'un véhicule pour l'accès dit « mains libres » du conducteur à son véhicule.

De nos jours, certains véhicules automobiles sont équipés d'accès « mains libres ». C'est à dire que le conducteur du véhicule n'a plus besoin d'une clé pour ouvrir les portes de son véhicule. Il possède à la place d'une clé, un badge d'identification repéré par le système électronique de véhicule.

Pour solliciter l'ouverture d'une portière, le conducteur appuie d'abord sur la poignée de portière. Un capteur de présence, en l'occurrence un capteur capacitif à transfert de charge situé dans le module électronique de la poignée détecte la présence de la main du conducteur. Ce capteur est connecté au calculateur électronique du véhicule (ECU : acronyme anglais pour Electronic Control Unit) et ce dernier envoie par l'intermédiaire d'une antenne LF (acronyme anglais pour « Low Frequency », Basse Fréquence) un signal a l'identifiant intégré à la clé. Une fois le signal de détection reçu, l'identifiant envoie par ondes RF (radio fréquence) son code d'identification vers le calculateur. Si le calculateur reconnait le code d'identification comme celui autorisant l'accès au véhicule, il déclenche l'ouverture de la portière. Si en revanche, le calculateur n'a pas reçu de code ou le code reçu est erroné, l'ouverture ne peut pas se faire.

Un tel capteur capacitif est constitué d'une électrode capacitive intégrée dans la poignée de portière et de son environnement proche relié directement ou indirectement à une référence de masse, cet environnement pouvant inclure une partie du corps d'un utilisateur dont on doit détecter la présence par exemple ici la main du conducteur constitue une deuxième électrode reliée à la masse. Lorsque la main du conducteur se rapproche de la poignée de la portière, la capacitance de l'électrode capacitive intégrée dans la poignée augmente. La variation est mesurée à l'aide d'une capacité de référence, située sur un circuit imprimé connecté à l'électrode capacitive intégrée dans la poignée. Si cette capacitance est au dessus d'un seuil, cela signifie que la détection est réalisée, c'est à dire que la main du conducteur est sur la poignée ou suffisamment proche de la poignée de la portière et qu'il demande son ouverture.

On connaît de la technique antérieure, que le capteur capacitif à transfert de charge permet de mesurer la variation de la capacitance d'une capacité variable en effectuant un cycle constitué d'un grand nombre de charges et de décharges de la capacité de l'électrode intégrée dans la poignée dans la capacité de référence jusqu'à atteindre un seuil fixe de tension aux bornes de la capacité de référence. L'estimation de la variation de la capacitance de l'électrode intégrée dans la poignée par rapport au cycle

précédent est réalisée à partir de la variation du nombre de décharges de la capacité de l'électrode intégrée dans la poignée dans la capacité de référence qu'il a fallu effectuer pour atteindre un seuil de tension aux bornes de la capacité de référence. Ces capteurs font intervenir des commutateurs qui permettent de diriger le courant pour réaliser d'abord la charge de la capacité de l'électrode intégrée dans la poignée par l'intermédiaire de la tension d'alimentation et ensuite la décharge de la capacité de l'électrode intégrée dans la poignée dans la capacité de référence et vice versa. Le transfert de charge, c'est à dire la succession de charges et de décharges, selon l'art antérieur, et illustré à la figure 1, se décompose en quatre étapes :

- 1ère étape : la première étape consiste en la charge de la capacité de référence C_X à partir de la tension d'alimentation V_{CC}. Pour cela le premier commutateur S1 est fermé et le second commutateur S2 est ouvert.
- 2ème étape : une fois la charge finie, le premier commutateur S1 est ouvert.
- 3ème étape : puis la décharge de la capacité de l'électrode C_X vers la capacité de référence C_S peut commencer, pour cela, le premier commutateur S1 reste ouvert et le second commutateur S2 est fermé.
- 4ème étape : une fois la décharge réalisée, le second commutateur S2 est ouvert.

Le transfert de charge est répété jusqu'à ce que la tension aux bornes de la capacité de référence V_S atteigne la tension de seuil V_{TH}. Le nombre de décharges x de la capacité de l'électrode C_X vers la capacité de référence C_S nécessaire pour atteindre ce seuil donne une image de la capacité de l'électrode C_X. La capacité de référence C_S est ensuite complètement déchargée par l'intermédiaire du commutateur S pour la prochaine mesure.

Un compteur du nombre de décharges x et un microcontrôleur (non représentés sur la figure 1) permettent de déterminer la capacité de l'électrode C_X.

L'équation régissant le fonctionnement du capteur de transfert de charge est la suivante :

$$V_S(x) = \frac{C_x}{C_s} \times V_{CC} + V_S(x-1) \times \left(1 - \frac{C_x}{C_s}\right)$$

L'évolution de la tension aux bornes de la capacité de référence V_S constitue une suite mathématique selon le nombre de décharges x de la capacité de l'électrode C_X vers la capacité de référence C_S, et est donnée par l'équation (1) :

$$V_S(x) = V_{CC} \times \left(1 - \left(1 - \frac{C_x}{C_s}\right)^x\right) \quad (1)$$

A la fin du transfert de charge, la tension aux bornes de la capacité de référence V_S a atteint la tension seuil V_{TH}, et on obtient un nombre x de décharge défini par :

$$x = -\frac{C_S}{C_X} \times \ln\left(1 - \frac{V_{TH}}{V_{CC}}\right) \quad (2)$$

On défini Th comme un seuil de détection, correspondant à un nombre de transferts de charge entre les deux états de C_X, c'est à dire entre C_X et $C_X+\Delta C_X$.

Th est égal à la variation du nombre de décharges x, entre la valeur de la capacitance C_X et la valeur de la capacitance $C_X + \Delta C_X$.

Par conséquent

$$Th = -\frac{C_S}{C_X} \times \ln\left(1 - \frac{V_{TH}}{V_{CC}}\right) + \frac{C_S}{C_X + \Delta C_X} \times \ln\left(1 - \frac{V_{TH}}{V_{CC}}\right)$$

Ce qui donne :

$$\Delta C_X = \frac{-Th \times C_X^2}{C_S \times \ln\left(1 - \frac{V_{TH}}{V_{CC}}\right) - Th \times C_X}$$

Comme la capacité de référence C_S est selon l'art antérieur, largement supérieure à la capacité de l'électrode C_X, on obtient l'équation suivante de la variation ΔC_X de la capacitance C_X :

$$\Delta C_X \approx \frac{-Th \times C_X^2}{C_S \times \ln\left(1 - \frac{V_{TH}}{V_{CC}}\right)} \quad (3)$$

Par conséquent, avec un tel capteur capacitif, la variation ΔC_X de la capacitance C_X mesurable, c'est à dire la sensibilité du capteur, définie par l'équation (3) dépend de nombreux paramètres : la valeur de la capacité de stockage C_S, la tension d'alimentation V_{CC}, le seuil de tension d'arrêt de mesure V_{TH} et surtout principalement de la capacité de l'électrode au carré C_X^2. Hors la capacité de l'électrode C_X est difficilement maitrisable et varie en fonction de l'environnement (température, humidité, durée) ce qui dégrade la sensibilité et les performances du capteur.

De plus, x le nombre de décharges qui conditionne la durée de mesure, est proportionnel à la capacité de référence C_S (cf. équation 2), qui est elle même dépendante des autres paramètres et en particulier de la sensibilité ΔC_X souhaitée (cf. équation 3). Ainsi pour une sensibilité de capteur donnée ΔC_X correspond une valeur de la capacité de référence C_S et donc un nombre de décharges x fixe (Th, V_{CC}, V_{TH}, et C_X étant des paramètres fixes). Par conséquent le nombre de décharges x, c'est à dire la durée de transfert de charge, ou la durée de mesure de la variation de la capacitance C_X

jusqu'à la détection, est fixe et ne peut pas être optimisé. En effet si on réduit le nombre de décharges x par deux, par exemple, pour réduire la durée de mesure, la capacité de référence C_S est divisée par deux selon l'équation (2), et par conséquent, la sensibilité du capteur ΔC_X du capteur est dégradée, puisqu'elle est multipliée par deux selon l'équation (3). Avec un tel dispositif, il n'y a donc aucun moyen d'optimiser la durée de mesure du capteur capacitif sans impacter sa sensibilité.

Cependant, la durée de mesure du capteur capacitif doit être extrêmement rapide :

- le mécanisme d'ouverture de la portière doit être complètement transparent pour le conducteur. En effet ce dernier s'attend à une ouverture de la portière aussi rapide que dans le cas d'une ouverture d'une poignée mécanique.
- la consommation du capteur doit être minimisée, car il fonctionne durant de longues périodes lorsque le véhicule est à l'arrêt. Hors la consommation étant liée à la durée de mesure, si la durée de mesure est réduite, la consommation baisse.

Cependant, comme détaillé ci dessus, étant donné que la réduction de la durée de mesure engendre une diminution de la précision du capteur, ceci peut provoquer des détections trop tardives. Il existe donc un compromis nécessaire entre la durée de mesure et la précision, c'est à dire la sensibilité du capteur souhaitée. Il y a donc un avantage important à réaliser un capteur dont la sensibilité est indépendante de la durée de mesure.

La présente invention a pour but un capteur capacitif à transfert de charge dont la sensibilité est indépendante de la capacité de l'électrode et avec lequel l'optimisation de la durée de mesure, c'est à dire la réduction du nombre de décharges est possible sans impacter la sensibilité du capteur.

On atteint ces buts de l'invention, au moyen d'un dispositif de mesure d'une variation ΔC_X de la capacitance d'une structure capacitive variable C_X, comprenant :

- une tension d'alimentation V_{CC},
- des moyens pour charger la structure capacitive variable à partir de la tension d'alimentation,
- des moyens pour décharger la structure capacitive variable vers une capacité de référence C_S en un nombre de décharges fixe x,
- des moyens pour mesurer une tension aux bornes de la capacité de référence V_S,
- des moyens pour charger une structure capacitive de mesure C_M, à partir de la tension d'alimentation,

- des moyens pour décharger la structure capacitive de mesure vers la capacité de référence en un nombre de décharges variable n,
- des moyens pour détecter un seuil de tension V_{TH} aux bornes de la capacité de référence,

ledit dispositif étant configuré/programmé pour que la décharge de la structure capacitive de mesure, en un nombre de décharges variable, dans la capacité de référence après que la structure capacitive variable ait été déchargée du nombre de décharges fixe dans la capacité de référence. Ceci afin que la variation du nombre de décharges variable par rapport à un nombre de décharges précédemment obtenu permette d'estimer la variation de la capacité de la structure capacitive variable.

Avantageusement, un seuil de détection Th prédéterminé d'un nombre de décharges de la structure capacitive de mesure dans la capacité de référence est défini, correspondant à la variation de la capacité de la structure capacitive variable de la valeur C_X à la valeur $C_X + \Delta C_X$.

Dans un premier mode de réalisation, le nombre de décharges prédéterminé et fixe de la structure capacitive variable vers une capacité de référence est défini par :

$$x = \frac{Th \times C_M}{\Delta C_X}$$

Dans un deuxième mode de réalisation, le nombre de décharges variable de la structure capacitive de mesure dans la capacité de référence est défini lorsque la tension aux bornes de la capacité de référence est égale au seuil de tension :

$$n = - \frac{C_S \times \ln\left(1 - \frac{V_{TH}}{V_{CC}}\right) + x \times C_X}{C_M}$$

Suivant une caractéristique importante de la présente invention, la mesure de la variation de la structure capacitive variable est indépendante de la structure capacitive variable et équivaut à :

$$\Delta C_X = \frac{Th \times C_M}{x}$$

De manière judicieuse, la valeur de la structure capacitive de mesure est fixe et inférieure à la capacitance de la structure capacitive variable.

Dans un troisième mode de réalisation, la capacité de référence est déterminée lorsque la tension aux bornes de la capacité de référence est inférieure au seuil de tension :

$$C_S \geq \left| \frac{x \times C_X}{\ln\left(1 - \frac{V_{TH}}{V_{CC}}\right)} \right|$$

De manière avantageuse, la capacité de référence présente une capacité supérieure à celle de la structure capacitive variable et la capacité de mesure présente une capacité inférieure à celle de la structure capacitive variable.

Dans un mode de réalisation préférentiel, la capacité de mesure présente une capacité équivalente à une capacité résiduelle.

Dans un mode de réalisation combinant les précédents, le dispositif comprend en outre des moyens de commutation, commandés pour charger et/ou décharger la structure capacitive variable et des moyens de commutation, commandés pour charger et/ou décharger la capacité de mesure.

Bien sur, l'invention s'applique à tout capteur capacitif pour détecter la présence d'un utilisateur d'un équipement, mettant en œuvre un dispositif de mesure d'une variation de la capacité d'une structure capacitive variable, comprenant par exemple une électrode de détection disposée au sein de l'équipement, et la capacité de la structure capacitive variable étant déterminée entre l'électrode de détection et l'environnement proche de l'électrode de détection, l'équipement dans lequel l'électrode de détection est disposée pouvant être une poignée de portière d'un véhicule.

L'invention concerne aussi tout procédé de réduction du temps de mesure d'une variation de la capacité d'une structure capacitive variable, mettant en œuvre le dispositif décrit précédemment.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre et à l'examen des dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente une vue schématique d'un capteur capacitif à transfert de charge selon l'art antérieur, décrit précédemment,
- la figure 2 représente une vue schématique d'une poignée de portière d'un véhicule intégrant un capteur capacitif à transfert de charge,
- la figure 3 représente une vue schématique d'un capteur capacitif à transfert de charge selon l'invention.

Comme illustré à la figure 2, le capteur capacitif à transfert de charge 3, intégré dans une poignée 6 de portière de véhicule comporte une électrode 4, dont la capacité C_X est variable et une capacité de référence C_S, située sur un circuit imprimé 5, ce dernier aussi intégré dans la poignée 6. Lorsque la main du conducteur se rapproche de la poignée 6 de la portière de la position éloignée 1 à la position rapprochée 2 (figure 2), la capacitance de l'électrode C_X augmente d'une valeur ΔC_X, cette variation ΔC_X est mesurée à l'aide de la capacité de référence C_S, située sur le circuit imprimé 5 connecté à l'électrode 4. Si cette capacitance est au dessus d'un seuil, cela signifie que la main du conducteur est dans une position rapprochée 2 de la poignée de la portière, et qu'il demande son ouverture.

L'art antérieur, illustré à la figure 1, décrit un tel capteur capacitif mesurant la variation de la capacitance d'une capacité variable en effectuant un cycle constitué d'un grand nombre de charges et de décharges x de la capacité de l'électrode C_X dans la capacité de référence C_S jusqu'à atteindre un seuil fixe de tension aux bornes de la capacité de référence V_S égal à V_{TH}. L'estimation de la variation de la capacitance de l'électrode C_X par rapport au cycle précédent est réalisée à partir de la variation du nombre de décharges x de la capacité de l'électrode C_X dans la capacité de référence C_S qu'il a fallu effectuer pour atteindre le seuil de tension V_{TH} aux bornes de la capacité de référence C_S.

La présente invention propose d'ajouter à ce dispositif une troisième capacité, appelée capacité de mesure C_M (figure 3) pour réaliser la mesure de la variation de la capacité C_X de telle manière que la sensibilité du capteur ΔC_X soit indépendante de la capacité de l'électrode C_X mesurée et aussi que l'optimisation de la durée de mesure jusqu'à la détection (c'est à dire le nombre de charges et/ou décharges) du capteur capacitif soit possible sans impacter sa sensibilité ΔC_X. La capacité de mesure C_M est connectée à la masse et alimentée par la tension d'alimentation V_{CC}. Deux commutateurs S3 et S4, permettent de charger la capacité de mesure C_M à partir de la tension d'alimentation V_{CC}, puis de décharger cette capacité dans la capacité de référence C_S en un nombre variable de décharge n.

Un compteur de transfert de charge (non représenté) compte le nombre de décharges n de l'électrode de mesure C_M vers la capacité de référence C_S.

Un microcontrôleur (non représenté) calcule, à partir de ce nombre de décharges n, et du nombre décharges fixe x, connu, la capacité de l'électrode C_X.

La durée de mesure est proportionnelle au nombre N total de décharge, N étant égal à la somme entre le nombre fixe de décharge x et le nombre variable de décharge n.

Le transfert de charge selon l'invention se décompose en deux phases : l'acquisition et la mesure.

La phase d'acquisition consiste en un transfert de charge classique de la capacité de l'électrode C_X vers la capacité de référence C_S. La différence avec le transfert de charge classique est que le transfert de charge s'arrête après un nombre de décharges fixe x et non lorsque la tension aux bornes de la capacité de référence V_S atteint un seuil de tension V_{TH}.

La phase de mesure consiste en un transfert de charge, d'un nombre variable de décharges n, de la capacité de mesure C_M vers la capacité de référence C_S jusqu'à ce que la tension aux bornes de la capacité de référence V_S atteigne la tension de seuil V_{TH}.

Durant la phase d'acquisition, la charge de la capacité de l'électrode C_X est transférée dans la capacité de mesure C_S de la manière suivante :

- 1ère étape : la première étape consiste en la charge de la capacité de l'électrode C_X à partir de la tension d'alimentation V_{CC}, pour cela le premier commutateur S1 est fermé et le deuxième commutateur S2 est ouvert,
- 2ème étape : une fois la charge de C_X terminée, le premier commutateur S1 est ouvert,
- 3ème étape : la décharge de la capacité de l'électrode C_X vers la capacité de référence C_S peut commencer. Pour cela, le premier commutateur S1 reste ouvert et le deuxième commutateur S2 est fermé,
- 4ème étape : une fois la décharge de C_X dans C_S réalisée, le deuxième commutateur S2 est ouvert,

Le troisième et le quatrième commutateur S3 et S4 sont ouverts durant cette phase. Par conséquent C_M n'est ni chargé, ni déchargé durant cette phase.

Ce cycle de charges et de décharges est répété un nombre de fois x prédéterminé et fixe.

Durant la phase de mesure, la charge de la capacité de mesure C_M est transférée dans la capacité de référence C_S jusqu'à ce que la tension aux bornes de cette capacité V_S atteigne un seuil V_{TH}.

- 1ère étape : la première étape consiste en la charge de la capacité de mesure C_M. Pour cela le troisième commutateur S3 est fermé et le quatrième S4 est ouvert,
- 2ème étape : une fois la charge de C_M terminée, le troisième commutateur S3 est ouvert,
- 3ème étape : la décharge de la capacité de mesure C_M vers la capacité de mesure C_S peut commencer. Pour cela, le troisième commutateur S3 reste ouvert et le quatrième commutateur S4 est fermé,
- 4ème étape : une fois la décharge de C_M vers C_S réalisée, le quatrième commutateur S4 est ouvert.

Le premier et le deuxième commutateur S1 et S2 sont ouverts durant cette phase. Par conséquent C_X n'est ni chargé, ni déchargé durant cette phase.

Ce cycle est répété jusqu'à ce que la tension aux bornes de la capacité de référence V_S atteigne la tension de seuil V_{TH}. Le nombre de décharges variable (appelé n) nécessaire à atteindre le seuil représente une image de la capacité C_X. La capacité de référence C_S est ensuite complètement déchargée en fermant le commutateur S pour la prochaine mesure.

Les équations régissant le fonctionnement du capteur à transfert de charge linéaire sont les suivantes :

l'équation de transfert de charge de la capacité de l'électrode C_X dans la capacité de référence C_S est inchangée au principe de l'art antérieur (cf. équation 1).

Cependant l'équation régissant le transfert de charge de la capacité de mesure C_M dans la capacité de référence C_S est maintenant dépendante de la capacité de mesure C_M et de la capacité de l'électrode C_X :

$$V_S(n) = V_{CC} \times (1 - (1 - \frac{C_X}{C_S})^x \times (1 - \frac{C_M}{C_S})^n) \quad (4)$$

Ce qui donne, quand la tension aux bornes de la capacité de référence V_S est égale à la tension seuil V_{TH}, un nombre de décharges variable n équivalant à :

$$n = - \frac{C_S \times \ln(1 - \frac{V_{TH}}{V_{CC}}) + x \times C_X}{C_M} \quad (5)$$

Un seuil de détection Th est défini. Ce seuil est égal à un nombre de décharges n de la capacité de mesure C_M vers la capacité de référence C_S, correspondant à la détection de la main du conducteur sur la poignée 6 de la portière. Par exemple, Th est égal à cinq, signifie que la détection est réalisée lorsque cinq transferts de charge de la capacité de mesure C_M, vers la capacité de référence C_S ont été réalisés. Ces cinq transferts de charge signifient que la capacité de l'électrode a varié d'une valeur ΔC_X significative, c'est à dire que la main du conducteur touche la poignée 6 de la portière et qu'il demande son ouverture. Il est à noter que la définition du seuil Th est identique à celle de l'art antérieur à l'exception qu'il s'applique dans l'invention au nombre de transfert de décharge variable n, et non au nombre de décharges x.

Th étant défini comme correspondant à la différence entre les deux états de l'électrode entre la capacité C_X et la capacité $C_X + \Delta C_X$, il est donc égal à :

$$Th = - \frac{C_S \times \ln(1 - \frac{V_{TH}}{V_{CC}}) + x \times C_X}{C_M} + \frac{C_S \times \ln(1 - \frac{V_{TH}}{V_{CC}}) + x \times (C_X + \Delta C_X)}{C_M}$$

Soit : $Th \times C_M = x \times \Delta C_X$,

par conséquent la variation ΔC_X de la capacitance de l'électrode C_X est donnée par l'équation suivante :

$$\Delta C_X = \frac{Th \times C_M}{x} \quad (6)$$

Ainsi la sensibilité du capteur ΔC_X selon l'invention n'est plus dépendante de la capacité variable de l'électrode C_X. Elle n'est plus déterminée que par le nombre de

décharges fixe de la phase d'acquisition x et la valeur de la capacité de mesure C_M, et du seuil de détection Th qui sont aussi des valeurs fixes (cf. équation 6).

Afin d'obtenir une bonne précision sur la valeur de la capacité de l'électrode C_X, la valeur de la capacité de mesure C_M doit être inférieure à la valeur de la capacité de l'électrode C_X. On peut par exemple fixer la valeur de la capacité de mesure C_M au minimum, c'est à dire équivalente à la valeur d'une capacité résiduelle, c'est à dire à 10 pF. La valeur de la capacité de mesure C_M étant fixée, nous pouvons ensuite en déduire x selon l'équation 7.

$$x = \frac{Th \times C_M}{\Delta C_x} \quad (7)$$

Une fois le nombre x de décharges déterminé, la valeur de la capacité de mesure C_S peut être déterminée. En effet pour que le transfert de charge de la capacité de mesure C_M vers la capacité de référence C_S puisse se faire, il faut qu'après le nombre x de décharges de la capacité de l'électrode C_X vers la capacité de mesure C_M, la tension aux bornes de la capacité de référence V_S n'ait pas atteint la tension seuil de détection V_{TH}. Par conséquent une condition s'impose sur V_S : $V_S < V_{TH}$.

La tension seuil en fonction du nombre de décharges x, V_S (x), est donnée par l'équation (1).

Par conséquent, la condition $V_S < V_{TH}$ équivaut à :

$$V_{TH} > Vcc \times (1 - (1 - \frac{C_X}{C_S})^x)$$

C'est à dire

$$(1 - \frac{V_{TH}}{V_{CC}}) < (1 - \frac{C_X}{C_S})^x$$

Et donc

$$\ln(1 - \frac{V_{TH}}{V_{CC}}) < x \times \ln(1 - \frac{C_X}{C_S})$$

En utilisant le développement limité de ln(1+x) :

$$\ln(1 + x) = x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} \ldots \approx x$$

On obtient

$$x \times \ln(1 - \frac{C_X}{C_S}) \approx -x \times \frac{C_X}{C_S}$$

Et par conséquent

$$C_S \leq \frac{-x \times C_X}{\ln(1-\frac{V_{TH}}{V_{CC}})}$$

Puisque la valeur de la tension seuil V_{TH} est inférieure à la valeur de la tension d'alimentation, la valeur de l'expression ln (1- V_{TH} / V_{CC}) est négative, et on obtient

$$C_S \geq \left| \frac{x \times C_X}{\ln(1-\frac{V_{TH}}{V_{CC}})} \right| \quad (8)$$

La capacité de référence C_S a donc une valeur minimum pour un nombre donné de décharges x, afin d'atteindre la précision ΔC_X.

En appelant la valeur de la capacité de référence C_S selon l'invention, C_{S2}, et en la comparant à la valeur de la capacité de référence C_S de l'art antérieur, que l'on appellera C_{S1}, qui est définie par l'équation (3), c'est à dire :

$$C_{S1} \approx \frac{-Th \times C_X^2}{\Delta C_X \times \ln(1-\frac{V_{TH}}{V_{CC}})}$$

et en faisant l'hypothèse que les valeurs des paramètres du seuil de détection Th, de la capacité de l'électrode C_X, de la sensibilité du capteur ΔC_X, de la tension d'alimentation V_{CC} et de la tension seuil V_{TH} sont identiques entre l'art antérieur et l'invention, on obtient :

$$C_{S2} = \left| C_{S1} \right| \times \frac{x \times \Delta C_X}{Th \times C_X}$$

Etant donnée la valeur du nombre de décharges fixe x, défini à l'équation (7) et le fait que la valeur de ln (1- V_{TH} / V_{CC}) est négative, on obtient :

$$C_{S2} = C_{S1} \times \frac{C_M}{C_X} \quad (9)$$

La valeur de la capacité de mesure C_M étant définie comme étant très inférieure à la valeur de la capacité de l'électrode C_X, on obtient par conséquent, $C_{S2}<C_{S1}$.

La capacité de référence selon l'invention C_{S2} a une valeur plus petite que celle utilisée pour l'art antérieur C_{S1} et ceci pour la même précision ΔC_X du capteur.

Par conséquent le nombre total de décharges selon l'invention, c'est à dire N, est inférieur au nombre de décharges de l'art antérieur, x. La durée de mesure est donc fortement réduite par l'invention sans impacter la précision du capteur.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée au mode de réalisation décrit et représenté qui n'a été donné qu'à titre d'exemple. L'invention s'applique aussi à tout procédé de mesure d'une variation ΔC_X d'une capacitance C_X mettant en œuvre le dispositif selon l'invention et détaillé ci dessus.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de mesure d'une variation (ΔC_X) de la capacitance d'une structure capacitive variable (C_X), comprenant :

- une tension d'alimentation (V_{CC}),
- des moyens pour charger la structure capacitive variable (C_X) à partir de la tension d'alimentation (V_{CC}),
- des moyens pour décharger la structure capacitive variable (C_X) vers une capacité de référence (C_S) en un nombre de décharges fixe (x),
- des moyens pour mesurer une tension aux bornes de la capacité de référence (V_S),
- des moyens pour charger une structure capacitive de mesure (C_M), à partir de la tension d'alimentation (V_{CC}),
- des moyens pour décharger la structure capacitive de mesure (C_M) vers la capacité de référence (C_S) en un nombre de décharges variable (n),
- des moyens pour détecter un seuil de tension (V_{TH}) aux bornes de la capacité de référence (C_S),

caractérisé en ce que le dispositif est configuré/programmé pour que la décharge de la structure capacitive de mesure (C_M), en un nombre de décharges variable (n), dans la capacité de référence (C_S) est réalisée après que la structure capacitive variable (C_X) ait été déchargée du nombre de décharges fixe (x) dans la capacité de référence (C_S) et en ce que la variation du nombre de décharges variable (n) par rapport à un nombre de décharges précédemment obtenu permet d'estimer la variation (ΔC_X) de la capacité de la structure capacitive variable (C_X).

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que, un seuil de détection (Th) prédéterminé d'un nombre de décharges de la structure capacitive de mesure (C_M) dans la capacité de référence (C_S) est défini, correspondant à la variation (ΔC_X) de la capacité de la structure capacitive variable (C_X).

3. Dispositif selon les revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le nombre de décharges fixe (x) de la structure capacitive variable (C_X) vers la capacité de référence(C_S) est défini par

$$x = \frac{Th \times C_M}{\Delta C_X}$$

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le nombre de décharges variable (n) de la structure capacitive de mesure (C_M) dans la capacité de référence (C_S) est défini lorsque la tension aux bornes de la capacité de référence (V_S) est égale au seuil de tension (V_{TH}) :

$$n = - \frac{C_S \times \ln\left(1 - \frac{V_{TH}}{V_{CC}}\right) + x \times C_X}{C_M}$$

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la mesure de la variation de la structure capacitive variable (ΔC_X) est indépendante de la structure capacitive variable (C_X) et équivaut à :

$$\Delta C_X = \frac{Th \times C_M}{x}$$

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la valeur de la structure capacitive de mesure (C_M) est fixe et inférieure à la capacitance de la structure capacitive variable (C_X).

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la capacité de référence (C_S) est déterminée lorsque la tension aux bornes de la capacité de référence (V_S) est inférieure au seuil de tension (V_{TH}) :

$$C_S \geq \left| \frac{x \times C_X}{\ln\left(1 - \frac{V_{TH}}{V_{CC}}\right)} \right|$$

8.Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la capacité de référence (C_S) présente une capacité supérieure à celle de la structure capacitive variable (C_X).

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que la capacité de mesure (C_M) présente une capacité inférieure à celle de la structure capacitive variable (C_X).

10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que la capacité de mesure (C_M) présente une capacité équivalente à une capacité résiduelle.

11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens de commutation, commandés pour charger et/ou décharger la structure capacitive variable (C_X).

12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens de commutation, commandés pour charger et/ou décharger la capacité de mesure (C_M).

13. Capteur capacitif pour détecter la présence d'un utilisateur d'un équipement, mettant en œuvre un dispositif de mesure d'une variation de la capacité d'une structure capacitive variable (C_X) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la structure capacitive (C_X) dont la variation de capacité est détectée comprend une électrode de détection disposée au sein du dit

équipement, la capacité de la structure capacitive étant déterminée entre ladite électrode de détection et l'environnement proche de la dite électrode de détection.

14. Capteur capacitif, selon la revendication 13, caractérisé en ce que l'équipement dans lequel l'électrode de détection est disposée est une poignée de portière d'un véhicule.

15. Procédé de mesure d'une variation de la capacité d'une structure capacitive variable (C_X), appelée (ΔC_X), mettant en œuvre le dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes.

Fig 1 : art antérieur

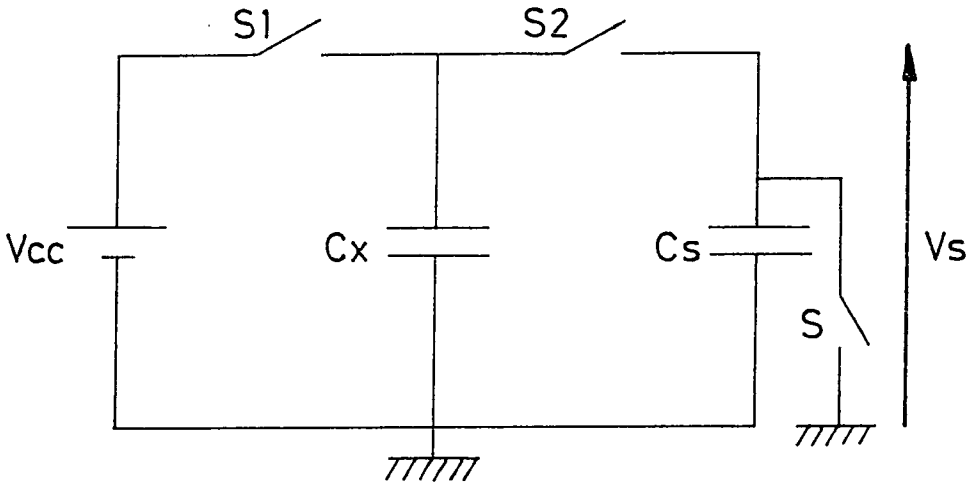


Fig 3

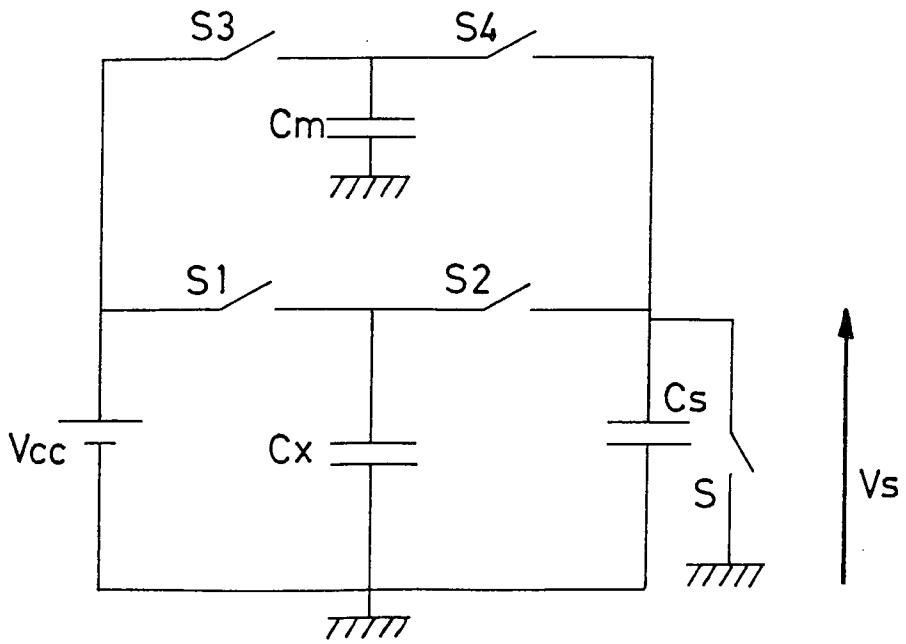
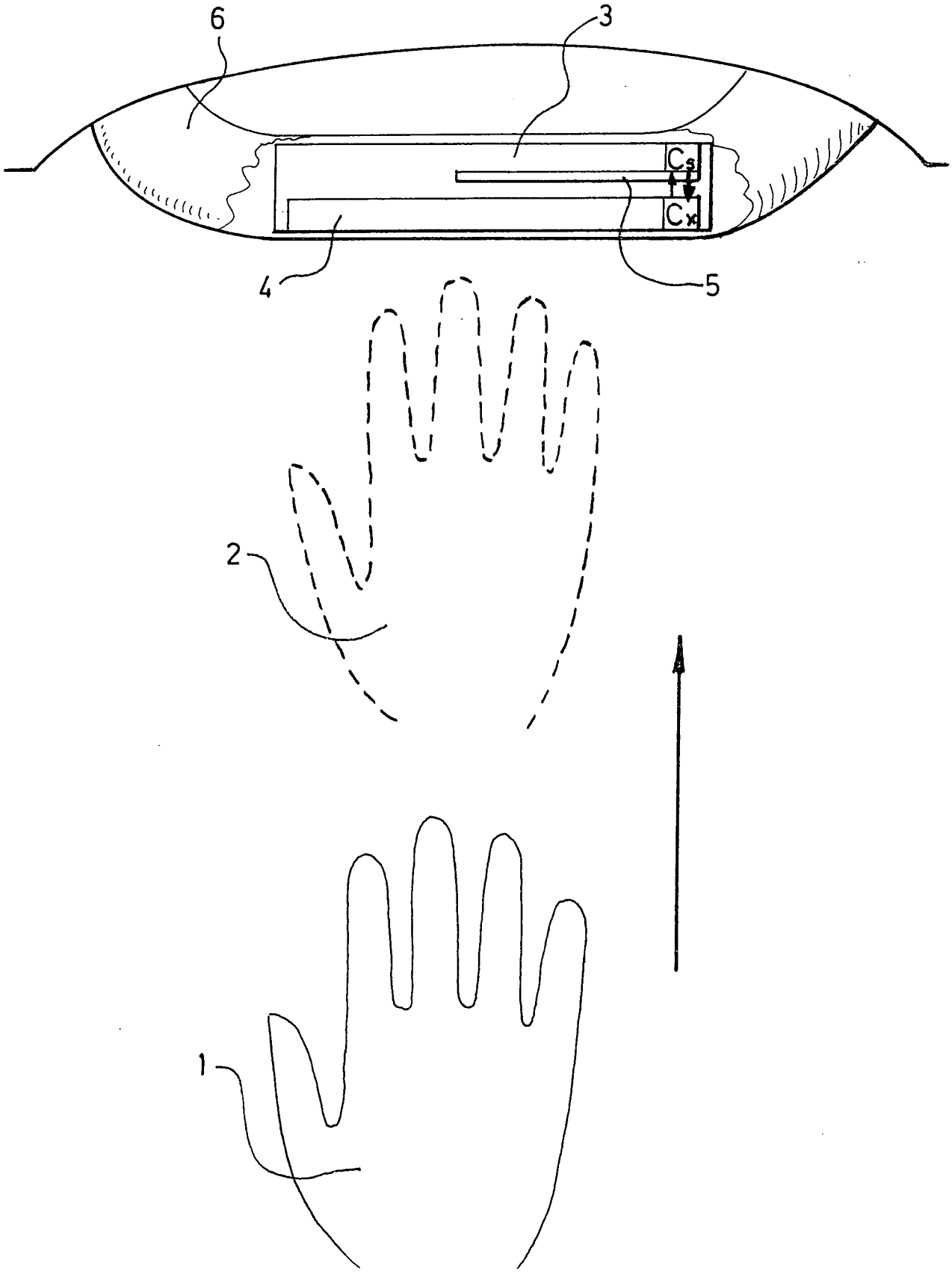


Fig 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2009/007751

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01D5/24

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 G01R

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 1 635 147 A (OMRON TATEISI ELECTRONICS CO [JP]) 15 March 2006 (2006-03-15) abstract claims	1-15
A	WO 2006/132960 A (SYNAPTICS INC [US]; REYNOLDS JOSEPH KURTH [US]; HARGREAVES KIRK [US];) 14 December 2006 (2006-12-14) abstract claims	1-15
A	WO 00/31553 A (PHILIPP HARALD [GB]) 2 June 2000 (2000-06-02) abstract	1-15

☐ 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	Date of mailing of the international search report
2 March 2010	15/03/2010

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Fax: (+31–70) 340–3016	Moulara, Guilhem

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2009/007751

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1635147 A	15-03-2006	CN 1766660 A	03-05-2006
		JP 4363281 B2	11-11-2009
		JP 2006078292 A	23-03-2006
		KR 20060051042 A	19-05-2006
		US 2006055416 A1	16-03-2006
WO 2006132960 A	14-12-2006	EP 1894025 A1	05-03-2008
WO 0031553 A	02-06-2000	AT 275731 T	15-09-2004
		DE 69920034 D1	14-10-2004
		DE 69920034 T2	18-08-2005
		EP 1131641 A1	12-09-2001
		JP 2002530680 T	17-09-2002

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2009/007751

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. G01D5/24

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 G01R

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 1 635 147 A (OMRON TATEISI ELECTRONICS CO [JP]) 15 mars 2006 (2006-03-15) abrégé revendications	1-15
A	WO 2006/132960 A (SYNAPTICS INC [US]; REYNOLDS JOSEPH KURTH [US]; HARGREAVES KIRK [US];) 14 décembre 2006 (2006-12-14) abrégé revendications	1-15
A	WO 00/31553 A (PHILIPP HARALD [GB]) 2 juin 2000 (2000-06-02) abrégé	1-15

☐ 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'appartenenant 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	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
2 mars 2010	15/03/2010

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

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/EP2009/007751

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1635147 A	15-03-2006	CN 1766660 A	03-05-2006
		JP 4363281 B2	11-11-2009
		JP 2006078292 A	23-03-2006
		KR 20060051042 A	19-05-2006
		US 2006055416 A1	16-03-2006
WO 2006132960 A	14-12-2006	EP 1894025 A1	05-03-2008
WO 0031553 A	02-06-2000	AT 275731 T	15-09-2004
		DE 69920034 D1	14-10-2004
		DE 69920034 T2	18-08-2005
		EP 1131641 A1	12-09-2001
		JP 2002530680 T	17-09-2002