

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 916 545

07 03651

⑤ Int Cl⁸: **G 06 F 3/043** (2006.01), H 03 K 17/96

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 23.05.07.

③③ **Priorité :**

71 Demandeur(s) : INSTITUT POUR LE DEVELOPPEMENT DE LA SCIENCE, L'EDUCATION ET LA TECHNOLOGIE-I.D.S.E.T. — FR.

(72) **Inventeur(s)** : NIKOLOVSKI JEAN PIERRE, ING
ROS KIRI et FINK MATHIAS.

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 28.11.08 Bulletin 08/48.

⑤⑥ **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Se reporter à la fin du présent fascicule*

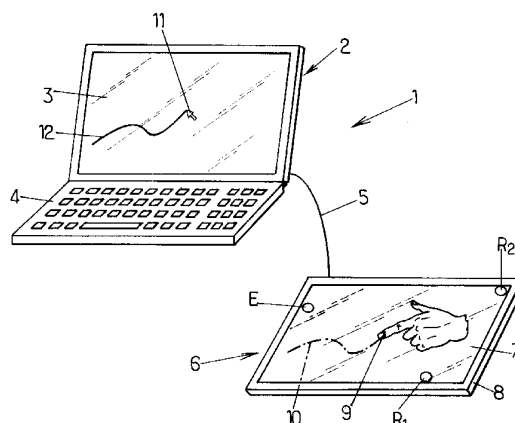
⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : CABINET PLASSERAUD.

54 PROCÉDE POUR LOCALISER UN TOUCHER SUR UNE SURFACE ET DISPOSITIF POUR LA MISE EN ŒUVRE DE CE PROCÉDE.

⑤7 Pour localiser un toucher sur une surface tactile appartenant à un objet (7), on fait propager dans l'objet des ondes mécaniques et on capte ces ondes mécaniques. On compare certaines caractéristiques du signal capté à une bibliothèque de caractéristiques de référence, et on déduit de cette comparaison la position du toucher.



FR 2 916 545 - A1



Procédé pour localiser un toucher sur une surface et dispositif pour la mise en œuvre de ce procédé.

La présente invention est relative aux procédés
5 pour localiser un toucher sur une surface et aux dispositifs pour la mise en œuvre de ces procédés.

Plus particulièrement, l'invention concerne un procédé pour localiser un toucher (par exemple d'un doigt, d'un stylet ou d'un autre dispositif) sur une surface
10 tactile appartenant à un objet, ce procédé comprenant au moins les étapes suivantes :

(a) une étape de surveillance au cours de laquelle on fait propager dans l'objet des ondes mécaniques à partir d'au moins un point d'émission appartenant à l'objet et on
15 capte lesdites ondes mécaniques en au moins un point de réception appartenant à l'objet pour obtenir au moins un signal capté,

(b) et une étape de localisation au cours de laquelle on localise un toucher sur ladite surface tactile
20 en analysant le signal capté.

Le document FR-A-2 644 309 décrit un exemple d'un tel procédé qui présente notamment les inconvénients suivants :

- il nécessite un appareillage complexe et
25 coûteux, incluant un grand nombre de transducteurs,
- et il présente une résolution limitée.

La présente invention a notamment pour but de pallier ces inconvénients.

A cet effet, selon l'invention, un procédé du genre
30 en question est caractérisé en ce qu'au cours de l'étape de localisation, on compare au moins certaines caractéristiques du signal capté à une bibliothèque de caractéristiques de référence, lesdites caractéristiques de référence correspondant respectivement à des touchers en
35 des zones prédéterminées de ladite surface tactile.

Grâce à ces dispositions, on obtient un procédé de localisation de toucher qui ne nécessite pas un grand nombre de transducteurs (typiquement, on peut faire appel par exemple à un transducteur en émission et un ou deux
5 transducteurs en réception) et qui peut néanmoins atteindre aisément une précision de localisation millimétrique, permettant notamment de réaliser une interface tactile de grande précision (par exemple un écran tactile, un clavier tactile ou autre).

10 Dans divers modes de réalisation du procédé selon l'invention, on peut éventuellement avoir recours en outre à l'une et/ou à l'autre des dispositions suivantes :

- lesdites caractéristiques du signal capté utilisées lors de l'étape de localisation comprennent au
15 moins une amplitude du signal ;

- lesdites caractéristiques du signal capté utilisées lors de l'étape de localisation comprennent au moins une phase du signal ;

- lesdites caractéristiques du signal capté
20 utilisées lors de l'étape de localisation correspondent à un nombre N de fréquences prédéterminées, N étant un entier au moins égal à 2, de préférence au moins égal à 10 ;

- lesdites fréquences prédéterminées sont des fréquences propres de l'objet, excitées par lesdites ondes
25 mécaniques ;

- lesdites fréquences prédéterminées sont telles que le spectre du signal reçu présente, auxdites fréquences prédéterminées, une amplitude supérieure à une valeur seuil ;

- lesdites fréquences prédéterminées sont séparées
30 deux à deux par un écart supérieur à un écart minimum prédéterminé ;

- ledit écart minimum prédéterminé est au moins égal à 150 Hz, de préférence supérieur à 200 Hz et de façon
35 encore plus préférée supérieur à 300 Hz ;

- lesdites fréquences prédéterminées sont

distribuées dans une plage allant de 10 à 100 kHz, préférentiellement de 15 à 70 kHz ;

- au moins une desdites fréquences prédéterminées est inférieure à 30 kHz et au moins une desdites
5 fréquences prédéterminées est supérieure à 50 kHz ;

- lesdites ondes mécaniques sont des ondes de Lamb ;

- l'objet utilisé comprend une plaque qui forme ladite surface tactile ;

10 - lesdites ondes de Lamb sont des ondes de flexion ;

- lesdites ondes de Lamb sont des ondes antisymétriques A0 ;

- les points d'émission et de réception utilisés
15 au cours de l'étape de surveillance sont disposés de façon à ne se trouver sur aucun axe de symétrie de l'objet ;

- l'étape de surveillance est répétée à une cadence de plusieurs dizaines de fois par seconde, de préférence au moins égale à 50 fois par seconde ;

20 - au cours de l'étape de surveillance, on émet au moins une forme d'onde à au moins une desdites fréquences prédéterminées, pendant une fenêtre temporelle d'émission de durée suffisante pour que des résonances se construisent dans ledit objet ;

25 - au cours de l'étape de surveillance, on émet une trame comprenant N formes d'ondes superposées aux N fréquences prédéterminées (lesdites N formes d'ondes peuvent être choisies par exemple parmi des formes d'onde sinusoïdales et des formes d'onde carrées) ;

30 - ladite fenêtre temporelle d'émission a une durée comprise entre 10 et 25 ms (par exemple de l'ordre de 16 ms) ;

- au cours de l'étape de surveillance, les ondes mécaniques sont captées pendant une fenêtre temporelle de
35 réception ayant une durée comprise entre 5 et 15 ms (par exemple de l'ordre de 10 ms) ;

- la fenêtre temporelle de réception recouvre au moins partiellement la fenêtre temporelle d'émission, ledit au moins un point de réception étant distinct dudit au moins un point d'émission ;
- 5 - la fenêtre temporelle de réception suit la fenêtre temporelle d'émission sans la recouvrir ;
 - au cours de l'étape de surveillance, on utilise un unique point d'émission, confondu avec le point de réception ;
- 10 - au cours de l'étape de surveillance, on émet depuis le point d'émission des ondes mécaniques générées par un signal impulsionnel (par exemple un signal en forme de créneau de largeur inférieur à une demi période de la fréquence propre la plus élevée), puis on capte lesdites
- 15 ondes mécaniques pendant une fenêtre temporelle de réception ayant une durée comprise entre 5 et 15 ms ;
 - au cours de l'étape de surveillance, le signal capté est numérisé sur au moins 8 bits de quantification, préférentiellement sur au moins 10 bits, et encore plus
 - 20 préférentiellement sur au moins 12 bit ;
 - au cours de l'étape de surveillance, on détermine un vecteur d'absorption relative $Arel = [Arel_n]$ des ondes acoustiques en module et en phase aux N fréquences prédéterminées, où :
 - 25 - $Arel_n = (r_{im} / r0_{im}) e^{j(\varphi_{im} - \varphi0_{im})}$,
 - i est un indice compris entre 1 et N désignant la fréquence prédéterminée,
 - m est un indice compris entre 1 et M désignant le point de réception,
 - 30 - $n = N(m-1) + i$,
 - $r0_{im}$ est une valeur d'amplitude correspondant à la fréquence prédéterminée i et au point de réception m en l'absence de toucher sur la surface tactile,
 - r_{im} est une valeur d'amplitude correspondant à la
 - 35 fréquence prédéterminée i et au point de réception m dans

le cas d'un toucher sur la surface tactile,

- φ_{0im} est une valeur de phase correspondant à la fréquence prédéterminée i et au point de réception m en l'absence de toucher sur la surface tactile,

5 - φ_{im} est une valeur de phase correspondant à la fréquence prédéterminée i et au point de réception m en présence de toucher sur la surface tactile,

- au cours de l'étape de surveillance, on détermine un vecteur d'absorption relatif centré normalisé

$$10 \quad A_{nor} = \left[\frac{Ac_n}{\sqrt{\sum_{n=1}^{M.N} (Arel_n - \langle Arel \rangle)^2}} \right], \quad \text{avec} \quad Ac = [Ac_n] = [Arel_n - \langle Arel \rangle] \quad \text{et}$$

$$\langle Arel \rangle = \frac{\sum_{n=1}^{M.N} Arel_n}{N.M} ;$$

- au cours de l'étape de localisation, on déduit la position du toucher d'un test de corrélation croisée entre un vecteur d'absorption lié au vecteur d'absorption relative A_{rel} et au moins une matrice de référence constituée par un ensemble de vecteurs d'absorption de référence $A_{ref}(x_t, y_u)$ correspondant à des touchers en des points prédéterminés de coordonnées (x_t, y_u) échantillonnés sur la surface tactile de l'objet ;

20 - au cours de l'étape de localisation, on déduit la position du toucher d'un test de corrélation croisée entre un vecteur d'absorption relatif centré A_{nor} et au moins une matrice de référence constituée par un ensemble de vecteurs d'absorption relatifs centrés normalisés de référence $A_{ref}(x_t, y_u)$ correspondant à des touchers en des points prédéterminés de coordonnées (x_t, y_u) échantillonnés sur la surface tactile de l'objet ;

25 - au cours de l'étape de localisation, on utilise plusieurs matrices de référence correspondant à plusieurs étendues de toucher, on déduit une étendue du toucher à

30

partir du vecteur d'absorption relatif A_{rel} pour déterminer la matrice de référence à utiliser ;

- au cours de l'étape de localisation, on extrait du vecteur d'absorption relative A_{rel} un sous vecteur A_{relx} ,
 5 correspondant aux fréquences propres les plus sensibles à l'étendue du toucher, et on calcule le module de ce sous vecteur A_{relx} , puis on en déduit la matrice de référence à utiliser pour effectuer l'opération de corrélation croisée et en déduire la position du toucher ;
- 10 - pour constituer le sous vecteur A_{relx} , on ne retient que les fréquences propres pour lesquelles les composantes du vecteur d'absorption relative ont un module inférieur à 1 et ayant une variation sur la plaque inférieure à une valeur seuil (typiquement 4%) ;
- 15 - la matrice de référence est constituée par un ensemble de vecteurs d'absorption de référence $A_{ref}(x_t, y_u)$ correspondant à des touchers en des points prédéterminés de coordonnées (x_t, y_u) échantillonnés sur la surface tactile de l'objet avec un pas inférieur à la demi-longueur d'onde
 20 de la fréquence spatiale la plus petite du spectre d'excitation ;

- au cours de l'étape d'observation, on calcule un module du vecteur d'absorption relatif et on compare ce module à une valeur seuil prédéterminée pour déterminer si
 25 un toucher est intervenu sur la surface tactile ;

- au cours de l'étape d'observation, on calcule un module du vecteur d'absorption relatif et on compare ce module au cours du temps à un profil dynamique particulier (par exemple une augmentation suivie d'une diminution
 30 rapide) pour déterminer si un toucher est intervenu sur la surface tactile.

Par ailleurs, l'invention a également pour objet un dispositif pour localiser un toucher sur une surface tactile appartenant à un objet, ce dispositif comportant au
 35 moins un transducteur adapté pour émettre et capter des ondes élastiques dans l'objet, ledit transducteur étant

relié à au moins une unité centrale électronique adaptée pour :

- faire propager dans l'objet des ondes mécaniques par ledit au moins un transducteur et faire capter lesdites
- 5 ondes mécaniques par ledit au moins un transducteur,
- et localiser un toucher sur ladite surface tactile en analysant le signal capté,
- caractérisé en ce que ladite unité centrale électronique est adaptée pour comparer au moins certaines
- 10 caractéristiques du signal capté à une bibliothèque de caractéristiques de référence, lesdites caractéristiques de référence correspondant respectivement à des touchers en des zones prédéterminées de ladite surface tactile.

Dans divers modes de réalisation du dispositif

15 selon l'invention, on peut avoir recours en outre à l'une et/ou à l'autre des dispositions suivantes :

- le dispositif constitue un clavier tactile ;
- le dispositif est adapté pour déplacer
- continument un pointeur sur un écran d'affichage ;
- 20 - ledit au moins un transducteur est disposé en dehors de tout axe de symétrie de l'objet ;
- l'objet comporte une plaque qui inclut ladite surface tactile ;
- l'objet est recouvert d'un film souple absorbant
- 25 (au niveau de la surface tactile ou sur une face opposée de l'objet), pour augmenter le phénomène d'absorption des ondes élastiques en cas de toucher.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description

30 suivante de plusieurs de ses formes de réalisation, données à titre d'exemples non limitatifs, en regard des dessins joints.

Sur les dessins :

- la figure 1 est une vue schématique en
- 35 perspective montrant un exemple de dispositif comprenant une interface tactile adaptée pour mettre en œuvre un

procédé selon une forme de réalisation de l'invention,

- la figure 2 est une vue en plan d'une plaque appartenant à l'interface acoustique du dispositif de la figure 1,

5 - la figure 3 est une vue partielle en coupe de la plaque de la figure 2,

- la figure 4 est un schéma bloc du dispositif de la figure 1,

10 - la figure 5 est une vue similaire à la figure 3, dans une deuxième forme de réalisation de l'invention,

- la figure 6 est une vue en coupe schématique d'un dispositif utilisable pour échantillonner l'interface acoustique de la figure 1 dans une phase préalable d'apprentissage,

15 - et les figures 7 et 8 sont des vues similaires à la figure 3, dans des troisième et quatrième formes de réalisation de l'invention.

Sur les différentes figures, les mêmes références désignent des éléments identiques ou similaires.

20 La figure 1 représente un dispositif 1 destiné à mettre en œuvre la présente invention, qui comporte par exemple :

- un micro-ordinateur 2 doté notamment d'un écran 3 et d'un clavier 4,

25 - et une interface d'entrée tactile 6, se présentant par exemple sous la forme d'une tablette, reliée au micro-ordinateur par une liaison 5, filaire ou autre.

L'interface tactile 6 comporte un objet solide résonant pour les ondes mécaniques élastiques, par exemple
30 une plaque 7 relativement mince, qui peut notamment être réalisée en verre, ou en métal, matière plastique, céramique ou autre. La plaque 7 peut être réalisée en un matériau homogène ou non, isotrope ou non, éventuellement multicouches.

35 La plaque 7 peut éventuellement présenter une forme sensiblement rectangulaire de dimensions L sur l (voir

figure 2) définissant un axe des abscisses x et un axe des ordonnées y . Les dimensions de la plaque 7 peuvent être choisies en fonction de l'application envisagée : par exemple, la plaque 7 peut être au format A4, ou plus petite
5 (on peut envisager une plaque 7 de quelques centimètres de côté), ou plus grande (par exemple, $l=300$ mm et $L=400$ mm).

La plaque 7 présente une épaisseur e (voir figure 4) qui peut être de relativement faible épaisseur, par exemple de 1 à 5 mm, notamment de l'ordre de 4,5 mm dans le
10 cas d'une plaque de verre de format A4.

Comme représenté sur la figure 1, la plaque 1 peut éventuellement être entourée d'un cadre 8 en matière plastique ou autre qui peut également recouvrir la face inférieure de la plaque 7, seule la face supérieure de la
15 face 7 étant laissée libre et formant une surface tactile dans l'exemple particulier représenté.

Dans l'exemple des figures 1 à 3, la plaque comporte en outre des transducteurs piézoacoustiques E, R1, R2 qui peuvent être fixés sur la face supérieure tactile de ladite plaque 7 (ou le cas échéant sur sa face inférieure).
20

Les transducteurs piézoacoustiques comprennent ici :

- un transducteur d'émission E qui sert à émettre des ondes mécaniques élastiques (c'est-à-dire des ondes
25 acoustiques au sens large du terme), notamment des ondes de Lamb, de façon à établir des régimes de résonance dans la plaque 7,

- et deux transducteurs de réception R1, R2 qui servent à capter des signaux représentatifs desdites ondes
30 mécaniques.

Les transducteurs E, R1, R2 sont de préférence disposés en dehors de tout axe de symétrie de la plaque 7. Dans l'exemple représenté :

- le transducteur d'émission E peut être disposé
35 sur un côté de la plaque de longueur l et matérialisant

l'axe y , en un point d'émission d'abscisse $x=0$ et d'ordonnée $y=3\frac{1}{4}$,

- le premier transducteur de réception R1 peut être disposé sur un côté de longueur L matérialisant l'axe x , adjacent au côté qui comporte le transducteur E, en un premier point de réception d'abscisse $x=2L/3$ et d'ordonnée $y=0$,

- et le deuxième transducteur de réception R2 peut être disposé sur le coin opposé à l'origine O des abscisses et des ordonnées, en une deuxième point de réception d'abscisse $x=L$ et d'ordonnée $y=l$.

Pour une plaque de dimensions $300\text{ mm} \times 400\text{ mm} \times 4,5\text{ mm}$, les transducteurs E, R1, R2 peuvent avoir par exemple une taille d'environ $1,5\text{ cm}^2$. Le signal d'excitation délivré au transducteur d'émission E peut être par exemple de 1 Vpp , et les signaux de réception captés par les transducteurs de réception R1, R2 peuvent atteindre $0,4\text{ Vpp}$ et ne nécessitent aucune amplification.

Les transducteurs peuvent être des pastilles piézoélectriques de faible coût de type « buzzer », par exemple montés sur disques de laiton, ou des transducteurs en céramique ferroélectrique. Ils peuvent être par exemple collés sur la plaque 7, notamment au moyen d'une colle. Ils sont collés sur la plaque au moyen d'une colle rigide type époxy à 2 composants à prise rapide ou « Cyanolit » à prise ultra rapide.

Les transducteurs piézoélectriques peuvent le cas échéant être remplacés par des transducteurs magnétostrictifs.

La plaque 7 peut être fixée au cadre 8 préférentiellement en des nœuds de vibration des modes propres des ondes mécaniques dans ladite plaque.

Comme représenté schématiquement sur la figure 1, les transducteurs E, R1, R2 permettent de localiser un toucher sur la surface tactile de la plaque 7, par exemple

lorsqu'un utilisateur touche la surface tactile avec son doigt 9, ou avec un stylet ou autre. Par exemple, si l'utilisateur décrit une certaine trajectoire 10 avec son doigt 9 sur la surface tactile de la plaque 7, chaque point de cette trajectoire peut être localisé par l'interface tactile 6 et retransmis au micro-ordinateur 2 qui peut ainsi déplacer un curseur 11 sur l'écran 3 en suivant une trajectoire 12 qui est l'image de la trajectoire 10 susmentionnée. De plus, si un toucher de faible durée sur la surface tactile est identifié, ce toucher peut être interprété par exemple comme signifiant une sélection d'un objet (comme un « clic » d'une souris ou interface tactile habituellement utilisée). De même, un double toucher rapide en une même zone de la surface tactile peut être interprété comme signifiant un lancement d'une action (comme un « double clic » d'une souris ou d'une interface tactile habituellement utilisée).

La surface tactile de la plaque 7 peut également être utilisée pour constituer un clavier tactile programmable.

Comme représenté sur la figure 4, l'interface tactile 6 peut comporter un microcontrôleur 13 (MC), doté par exemple d'une unité arithmétique et logique. Ce microcontrôleur peut comporter une sortie reliée à un convertisseur numérique - analogique 14 (CNA), dont la sortie est reliée par un amplificateur 15 au transducteur d'émission E.

Par ailleurs, les deux transducteurs de réception R1, R2 peuvent être reliés par un multiplexeur 16 (MULT.) à l'entrée d'un filtre passe-bande 17. Le multiplexeur est piloté par le microcontrôleur 13. Le filtre passe-bande 17 peut présenter par exemple une bande passante de 10 à 100 kHz, préférentiellement de 15 à 70 kHz. La sortie du filtre passe-bande 17 est reliée à une entrée analogique du microcontrôleur 13 (si ce microcontrôleur possède un convertisseur analogique-numérique intégré ; sinon, la

sortie du filtre 17 est reliée à une entrée numérique du microcontrôleur par l'intermédiaire d'un convertisseur analogique-numérique). Le convertisseur analogique-numérique (intégré ou non au microcontrôleur 13) est adapté
5 pour effectuer un échantillonnage des signaux captés sur au moins 8 bits, préférentiellement sur 10 bits, voire sur 12 bits ou plus.

Les liaisons vers les transducteurs E, R1, R2 peuvent être constituées notamment par des câbles coaxiaux
10 de type audio ou par toute autre liaison blindée.

Le dispositif qui vient d'être décrit fonctionne comme suit : à intervalle régulier, par exemple à une cadence de plusieurs dizaines de mesures par seconde, par exemple 50 à 100 mesures par seconde, le microcontrôleur 13
15 lance une étape de surveillance de la surface tactile de la plaque 7 suivie par une étape de localisation au cours de laquelle on identifie et on localise un éventuel toucher sur ladite surface tactile.

a) Etape de surveillance

20 Au cours de chaque étape de surveillance, le microcontrôleur 13 fait émettre par le transducteur d'émission E des ondes mécaniques élastiques, notamment des ondes de Lamb et plus particulièrement des ondes de Lamb de flexion. Ces ondes génèrent des phénomènes de résonance
25 dans la plaque 7 et sont captées par les transducteurs de réception R1, R2. Au cours de l'étape de localisation qui suit chaque étape de surveillance, on extrait certaines caractéristiques des signaux mesurés par les transducteurs de réception R1, R2 (notamment l'amplitude et/ou la phase
30 de ces signaux) à un nombre N de fréquences prédéterminées, qui sont des fréquences propres de la plaque 7. Le nombre N desdites fréquences prédéterminées est généralement supérieur à 10 et peut par exemple être de l'ordre de 20 à 40. Au moins certaines (voire la totalité) desdites
35 fréquences prédéterminées en question peuvent

avantageusement correspondre à des modes antisymétriques A0.

Les fréquences prédéterminées susmentionnées sont généralement choisies à l'avance parmi les fréquences
5 propres de la plaque 7, une fois pour toutes, à partir du spectre des signaux captés par les transducteurs de réception R1, R2, selon les critères suivants :

- lesdites fréquences prédéterminées sont telles que le spectre du signal reçu présente, auxdites fréquences
10 prédéterminées, une amplitude supérieure à une valeur seuil (on peut par exemple sélectionner en pratique des fréquences propres correspondant à des facteurs de qualité supérieurs à 20) ;

- lesdites fréquences prédéterminées sont bien
15 isolées et séparées deux à deux par un écart supérieur à un écart minimum prédéterminé (ledit écart minimum prédéterminé peut par exemple être au moins égal à 150 Hz, de préférence supérieur à 200 Hz et de façon encore plus préférée supérieur à 300 Hz (les fréquences prédéterminées
20 doivent de préférence être distantes d'au moins trois fois la largeur de bande à mi hauteur des raies, soit en pratique généralement de 300 à 500 Hz) ;

- lesdites fréquences prédéterminées sont réparties sur la plage de fréquences surveillée (par
25 exemple 10 à 100 kHz, préférentiellement 15 à 70 kHz, comme expliqué ci-dessus) : à titre d'exemple, on peut s'assurer qu'au moins une desdites fréquences prédéterminées est inférieure à 30 kHz et qu'au moins une desdites fréquences prédéterminées est supérieure à 50 kHz ;

30 - les fréquences prédéterminées doivent de préférence correspondre à des modes propres correspondant à des fréquences spatiales basses pour certains modes propres et hautes pour d'autres : en effet, les modes présentant des hautes fréquences spatiales sont souvent complexes et
35 permettent d'obtenir une bonne résolution, mais sont souvent caractérisés par un haut degré de symétrie, c'est à

dire que plusieurs touchers en des endroits différents peuvent correspondre aux mêmes coefficients d'absorption, tandis que les modes présentant des basses fréquences spatiales ont des figures plus simples, et permettent de lever les problèmes de symétrie, la combinaison des deux permettant de véritablement optimiser la localisation du toucher.

On notera que le choix des fréquences prédéterminées susmentionnées peut être effectué expérimentalement sur chaque plaque 7, ou plus avantageusement sur chaque type de plaque 7 puis repris d'office pour toutes les plaques 7 du même type (un type de plaque 7 correspondant aux plaques de mêmes dimensions et de même matériau).

Plusieurs méthodes sont utilisables pour effectuer cette surveillance aux N fréquences prédéterminées susmentionnées.

Selon une première méthode avantageuse, le microcontrôleur 13 peut faire émettre par le transducteur E, une trame comprenant N formes d'ondes superposées aux N fréquences prédéterminées (lesdites N formes d'ondes peuvent par exemple être choisies parmi des formes d'onde sinusoïdales et des formes d'onde carrées). Cette émission peut être effectuée pendant une fenêtre temporelle d'émission de durée suffisante pour que des résonances se construisent dans la plaque 7. Cette durée peut par exemple être comprise entre 10 et 25 ms, et notamment être de l'ordre de 16 ms.

Au cours de l'étape de surveillance, les ondes mécaniques peuvent être captées par les transducteurs de réception R1, R2 pendant une fenêtre temporelle de réception qui est incluse (ou au moins recouvre) dans la fenêtre temporelle d'émission mais peut débuter après celle-ci de façon à laisser les résonances se construire dans la plaque 7 avant le début de ladite fenêtre temporelle de réception. La fenêtre temporelle de réception

peut présenter une durée comprise entre 5 et 15 ms ; elle peut par exemple être de l'ordre de 10 ms et débiter environ 6 ms après la fenêtre temporelle d'émission.

En variante, la fenêtre temporelle de réception
5 pourrait suivre la fenêtre temporelle d'émission sans la recouvrir : dans ce cas, on pourrait éventuellement n'utiliser qu'un seul transducteur E servant à la fois en émission et en réception.

Selon une autre variante, on peut faire émettre par
10 le transducteur d'émission E des ondes mécaniques générées par un signal impulsionnel (par exemple un signal en forme de créneau de largeur inférieur à une demi-période de la fréquence propre la plus élevée), puis on fait capter lesdites ondes mécaniques (par le ou les transducteurs de
15 réception R1, R2 ou le cas échéant par le même transducteur E) pendant une fenêtre temporelle de réception ayant une durée comprise entre 5 et 15 ms.

Selon une forme de réalisation de l'invention, à partir des signaux captés par les transducteurs de
20 réception R1, R2 et échantillonnés, on peut extraire par exemple les amplitudes des signaux captés auxdites fréquences prédéterminées (par transformée de Fourier ou par détection synchrone numérique), soit r_{im} , i étant un indice entre 1 et N qui désigne la fréquence prédéterminée
25 et m étant un indice ici compris entre 1 et 2 qui désigne le transducteur de réception R1, R2. On notera que l'on peut pondérer les formes d'ondes à l'émission en fonction des fréquences pour égaliser les amplitudes des signaux captés auxdites fréquences prédéterminées en l'absence de
30 toucher sur la surface tactile.

On extrait également la phase des signaux captés par les transducteurs de réception R1, R2 auxdites fréquences prédéterminées, soit ϕ_{im} , i étant un indice entre 1 et N qui désigne la fréquence prédéterminée et m
35 étant un indice ici compris entre 1 et 2 qui désigne le transducteur de réception R1, R2.

Ces extractions de données, ainsi que les calculs qui suivent, peuvent être effectués par le microcontrôleur 13 s'il dispose d'une unité arithmétique et logique, ou sinon par l'ordinateur 2.

5 A partir de ces données, on calcule pour chaque transducteur un vecteur complexe d'absorption $Arel$:

$Arel = [Arel_n]$, où :

- $n=i+N.(m-1)$ est un entier compris entre 1 et $2N$ dans l'exemple considéré ici car $M = 2$ (n serait compris
10 entre 1 et N pour un seul transducteur de réception avec $M=1$),

$$- Arel_n = (r_{im} / r0_{im}) e^{j(\varphi_{im} - \varphi0_{im})},$$

- $r0_{im}$ est une valeur d'amplitude correspondant à la fréquence propre i et au transducteur de réception m en
15 l'absence de toucher sur la surface tactile, déterminée au préalable et une fois pour toutes dans une étape initiale d'apprentissage qui sera décrite plus loin,

- $\varphi0_{im}$ est une valeur de phase correspondant à la fréquence propre i et au transducteur de réception m en
20 l'absence de toucher sur la surface tactile, déterminée au préalable et une fois pour toutes dans l'étape initiale d'apprentissage.

On notera que les $r0_{im}$ et $\varphi0_{im}$ pourraient éventuellement être corrigées automatiquement de variations
25 prévisibles dues par exemple aux conditions ambiantes de température ou au vieillissement.

A partir du vecteur d'absorption relatif $Arel$, on calcule un vecteur d'absorption relatif centré

$$Ac = [Ac_n] = [Arel_n - \langle Arel \rangle] \text{ et } n=i+N(m-1), \quad \langle Arel \rangle = \frac{\sum_{n=1}^{M.N} Arel_n}{N.M}, \quad N \text{ est le}$$

30 nombre de fréquences prédéterminées prises en compte et M le nombre de transducteurs de réception (ici $M=2$).

On normalise ensuite le vecteur d'absorption relatif centré pour obtenir un vecteur d'absorption relatif

centré normalisé

$$Anor = \left[\frac{Ac_n}{\sqrt{\sum_{n=1}^{M.N} (Arel_n - \langle Arel \rangle)^2}} \right] \text{ qui est utilisé}$$

pour détecter et localiser un toucher sur la surface tactile, au moyen de matrices de référence obtenues au cours de l'étape initiale d'apprentissage susmentionnée.

- 5 Par ailleurs, on peut utiliser le module du vecteur d'absorption relatif Arel pour détecter un toucher selon un critère de seuil et/ou de variation dans le temps (pour la définition d'un clic, d'un double clic etc.). Le module du vecteur d'absorption relatif Arel est égal à :

10

$$|A_{rel}| = \frac{\sqrt{\sum_{n=1}^{M.N} (|Arel_n| - 1)^2}}{\sqrt{M.N}}.$$

- Si le module du vecteur d'absorption relatif est supérieur à une valeur seuil prédéterminée ou si
 15 l'évolution de ce module au cours du temps correspond à un profil dynamique particulier (par exemple une augmentation suivie d'une diminution rapide), le microcontrôleur
 13 détermine qu'un toucher est intervenu sur la surface tactile et procède ensuite à l'étape de localisation.
 20 Sinon, une nouvelle étape d'observation est lancée, après un intervalle de temps prédéterminé.

a0) Etape initiale d'apprentissage

- Avant toute utilisation de l'interface tactile 6, on réalise une étape initiale d'apprentissage qui peut être
 25 conduite soit pour chaque interface tactile 6 individuelle, soit pour chaque type d'interface tactile 6.

- Cette étape initiale d'apprentissage est réalisée comme l'étape d'observation décrite ci-dessus, mais dans des conditions prédéterminées permettant d'obtenir
 30 certaines valeurs de références utilisées ensuite dans les

étapes d'observation et de localisation pendant l'utilisation normale du dispositif.

Au cours de cette étape initiale d'apprentissage, on peut notamment déterminer les valeurs r_{0im} et φ_{0im} susmentionnées à partir des signaux captés par les transducteurs R1, R2 en l'absence de toucher sur la surface tactile de la plaque 7, de la même façon que l'on détermine les valeurs r_{im} et φ_{im} (voir l'étape d'observation ci-dessus). Ces valeurs r_{0im} et φ_{0im} sont ensuite utilisées au cours de chaque étape d'observation, comme expliqué ci-dessus.

Par ailleurs, au cours de l'étape initiale d'apprentissage, on calcule également des matrices d'absorption de référence $A_{kref} = [A_{kref_n}(x_t, y_u)]$, utilisées ensuite au cours des étapes d'observation. Les termes $A_{kref_n}(x_t, y_u)$ de chaque matrice d'absorption de référence correspondent aux composantes des vecteurs d'absorption relatifs centrés normalisés, déterminés comme expliqué ci-dessus (voir l'étape d'observation) pour des touchers en des points prédéterminés de coordonnées (x_t, y_u) échantillonnés sur la surface tactile, t et u étant des indices relatifs à la position du toucher et k étant un indice relatif à la dimension caractéristique du toucher.

La dimension caractéristique en question est représentative de la surface de contact entre la surface tactile et l'objet ou le doigt touchant la surface tactile.

La fréquence spatiale d'échantillonnage doit être suffisamment élevée et généralement au moins égale au double de la limite haute du spectre de fréquences spatiales observées pour les modes de résonance retenus. Un pas d'échantillonnage de 3 mm selon les axes x et y pourra par exemple être choisi.

Les matrices d'absorption de référence peuvent être obtenues en utilisant par exemple un doigt étalon tel que celui représenté sur la figure 6, porté par un bras

robotisé 19 qui applique successivement le doigt étalon 18 aux différents points de coordonnées (x_u, y_t) sur la surface tactile. Dans l'exemple particulier de la figure 6, le doigt étalon 18 peut comporter un support 20 sur lequel
5 peut coulisser verticalement un réservoir principal de polyuréthane 21 moulé au fond en forme de patin de contact 22 circulaire ou rectangulaire destiné à venir en contact avec la surface tactile de la plaque 7. Le réservoir 21 est relié au support 20 par des liaisons élastiques 23 (par
10 exemple des liens en caoutchouc) et il contient par exemple une masse prédéterminée 24 de résine silicone (par exemple de l'ordre de 20 g). Lorsque le doigt étalon 18 est déposé sur la surface tactile toujours à même vitesse, avec un même tampon de contact 22 et avec la même course relative
15 entre le support 20 et le réservoir 21, le tampon de contact produit toujours le même contact avec la surface tactile. On utilise des tampons de contact 22 de surfaces différentes pour les différentes valeurs de k . Par exemple, on peut utiliser des tampons de contact circulaires de
20 diamètres 3 mm, 5 mm, 7 mm, 10 mm, 15 mm (mais la forme du tampon de contact 22 pourrait être non circulaire, par exemple ovale ou carrée). Au moins une des valeurs de l'indice k doit de préférence correspondre à un tampon de contact de petite taille, avec une dimension
25 caractéristique idéalement deux fois plus petite que la fréquence spatiale la plus élevée observée sur la surface tactile pour un motif de résonance). De cette manière, il est possible ensuite de déterminer la surface couverte par des doigts de plus grande taille en appliquant une moyenne
30 mobile sur plusieurs éléments de la matrice correspondant à l'aire de contact.

On notera qu'il serait éventuellement possible de n'utiliser qu'une seule matrice de référence en faisant abstraction de l'aire de contact du toucher, notamment si
35 les touchers sont normalisés (par exemple si les touchers sont réalisés à l'aide d'un stylet).

b) Etape de localisation

Après chaque étape de surveillance, le microcontrôleur 13 (ou éventuellement le micro-ordinateur 2) lance une étape de localisation, permettant de localiser un éventuel toucher sur la surface tactile de la plaque 7, en comparant au moins certaines caractéristiques du signal capté à une bibliothèque de caractéristiques de référence, lesdites caractéristiques de référence correspondant respectivement à des touchers en des zones prédéterminées de ladite surface tactile. Dans l'exemple considéré ici, les valeurs de référence en question sont les matrices de référence explicitées ci-dessus.

Ces matrices de référence sont utilisées à chaque étape de localisation pour calculer une fonction de corrélation croisée entre :

- le vecteur d'absorption réduit, centré et normalisé A_{nor} déterminé au cours de l'étape de localisation en cours,
- et chacun des éléments $A_{kref_n}(x_t, y_u)$ d'une des matrices de référence (ou de la matrice de référence si l'on utilise qu'une seule matrice de référence).

Le choix de la bonne matrice de référence $A_k(x_i, y_i)$, c'est à dire de l'indice k correspondant à la taille du doigt étalon approprié est déduit du module du vecteur d'absorption relatif A_{rel} .

A cet effet, on détermine à l'avance, pour un même type d'objet, quelles sont les fréquences propres pour lesquelles l'absorption varie le plus en fonction de l'aire de contact du toucher. Par exemple, pour une plaque de verre de 200 mm x 141 mm x 1 mm, on observe que les raies situées entre 25 kHz et 35 kHz varient davantage (quasiment proportionnellement) avec l'aire de contact du toucher. On extrait alors du vecteur d'absorption relative A_{rel} un sous vecteur A_{relx} , correspondant aux raies de résonance les plus sensibles à l'aire de contact du toucher, et on calcule le

module de ce sous vecteur A_{relx} . La valeur de ce module donne, en fonction d'une table de correspondance, la matrice de référence k à utiliser pour effectuer l'opération de corrélation croisée et en déduire la position du toucher.

Pour le choix des fréquences propres correspondant au sous vecteur susmentionné, on peut éventuellement n'utiliser que des fréquences propres caractérisées par un coefficient A_{rel_n} inférieur à 1 en module et ayant une variation sur la plaque inférieure à une valeur seuil, par exemple 4% [ce qui signifie que le module du sous-vecteur d'absorption A_{relx} varie de moins de 4 % par rapport à une valeur moyenne sur l'ensemble de la plaque]. Dans ce cas, bien que le module du sous vecteur d'absorption relatif A_{relx} soit plus faible en moyenne sur la plaque, il est cependant plus uniforme sur la plaque avec un écart type plus faible, ce qui rend la mesure de surface couvrante plus fiable. Ceci constitue un quatrième critère de sélection des fréquences propres. Le module du vecteur d'absorption relatif extrait est alors une fonction monotone croissante de la surface couvrante :

$$\left\{ \begin{array}{l} |A_{relx}(x,y)| = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^p (|A_{rel_i}(x,y)| - 1)^2}}{\sqrt{p}} \\ 0 < 1 - |A_{rel_i}(x,y)| < 4\% \end{array} \right\}, \text{ où } p \leq N \text{ est le nombre de}$$

fréquences propres utilisées pour constituer le vecteur A_{relx} .

Une fois déterminée la matrice de référence k adéquate et après l'étape de corrélation croisée susmentionnée, la position du toucher sur la surface tactile est déterminée et transmise au micro-ordinateur 2 qui positionne en conséquence le pointeur 11 à l'écran, ou qui enregistre la frappe d'un caractère si la tablette 6 est utilisée comme un clavier.

On notera que l'objet comprenant la surface tactile

et équipé du ou des transducteurs E, R1, R2, pourrait être :

- l'écran 3 du micro-ordinateur 2,
- un écran de téléphone mobile, d'agenda
- 5 électronique, de terminal de paiement,
- un écran LCD, plasma, DLP, FED, SED, OLED, etc.,
- une feuille métallique ou plastique relativement souple, utilisables comme interface sensorielle en robotique ou comme clavier avec touches tactiles
- 10 programmables,
- une vitre ou autre surface dans un magasin, un musée, une galerie d'art ou autre, pour permettre aux clients ou aux visiteurs de se faire présenter des détails sur un écran ou au moyen d'un haut parleur concernant les
- 15 produits ou les œuvres exposés,
- une vitre ou autre surface d'un panneau d'affichage permettant aux passants de se faire présenter par exemple des détails sur les publicités en cours d'affichage, ou encore de se faire présenter des
- 20 informations générales concernant une commune ou un autre lieu (par exemples, des actualités ou des informations pratiques, par exemple un plan du lieu), ou autres, ces détails ou informations étant présentés par exemple sur un écran visible en partie inférieure du panneau d'affichage,
- 25 - une partie de mur, du sol, ou de tout autre objet utilisée par exemple pour commander des systèmes domotiques (on peut ainsi notamment permettre aux habitants d'un appartement de déterminer eux-mêmes les emplacements des interrupteurs, constitués simplement par les zones
- 30 actives 10 susmentionnées, positionnées sur les murs ou autres aux endroits souhaités),
- une partie de mur, du sol, ou de tout autre objet utilisée pour commander des machines industrielles notamment en milieu hostile (lieux contenant des explosifs,
- 35 lieux à température élevée, lieux à radioactivité élevée, etc.),

- une surface lisse et facile d'entretien pour constituer un clavier d'entrée d'un objet domestique tel que réfrigérateur, machine à laver ou autres, ou d'un objet à vocation industrielle ou militaire,
- 5 - un panneau de porte d'immeuble utilisé comme interface d'entrée, constituant par exemple un clavier virtuel de digicode,
- une partie du sol utilisée pour localiser la position d'une personne marchant dessus,
- 10 - une partie d'une automobile ou autre véhicule formant interface d'entrée.

Parmi les avantages de l'invention, on peut noter le faible rapport coût/performance, la faible consommation, l'immunité aux variations de température, la tolérance aux
15 formes de l'objet résonnant, et la haute précision de localisation, qui peut être millimétrique.

Selon une variante de l'invention, comme représenté sur la figure 5, chaque point d'émission ou de réception pourrait comporter deux transducteurs (par exemple les
20 transducteurs E et E' pour le point d'émission sur la figure 7) montés en vis-à-vis de part et d'autre de la plaque 7. Ce montage permet de réaliser une émission/réception sélective des modes :

- si les transducteurs (par exemple E, E') de
25 chaque paire sont connectés en parallèle, on sélectionne le mode symétrique S0 en émission et réception (les transducteurs de réception sont montés de façon similaire aux transducteurs d'émission E, E'),
- si les transducteurs de chaque paire sont
30 connectés en antiparallèle, on sélectionne le mode antisymétrique A0 en émission et réception.

Selon une autre variante, représentée sur la figure 7, la plaque 7 peut être recouverte par un film plastique souple 25 en contact sec avec la face supérieure de ladite
35 plaque 7, au niveau de la surface tactile. Le film 25 est absorbant pour les ondes élastiques, et qui permet

d'obtenir une plus forte absorption lors d'un toucher sur la surface tactile, notamment lors d'un toucher par un objet fin tel qu'un stylet. Le film 25 peut avantageusement être en contact sec avec la plaque 7, sans y être
5 intimement lié par adhésif, c'est à dire emprisonnant une fine couche d'air dans les rugosités de l'interface. La fonction d'absorption est alors assurée par le film 25 lorsqu'il est localement pressé contre la plaque et non plus par la pulpe du doigt ou la pointe d'un stylet
10 appliqué contre le film 25.

Comme représenté sur la figure 8, un film plastique souple absorbant 26, similaire au film 25 susmentionné, peut être interposé entre :

- la plaque 7, qui présente dans ce cas une
15 certaine souplesse,
- et un substrat rigide 28.

Des entretoises 27 de faible dimensions (micro billes ou autres) peuvent être interposées entre la plaque 7 et le film 26, de sorte que la plaque 7 vienne en contact
20 avec le film 26 uniquement au niveau de l'emplacement du toucher d'un stylet ou d'un doigt ou autre sur la plaque 7. L'absorption des ondes élastiques est alors faite par le film 26 au niveau du toucher.

Eventuellement, la plaque 7 peut alors être
25 constituée par la plaque supérieure d'un écran LCD, le film absorbant 26 étant le cristal liquide lui-même de l'écran LCD.

REVENDEICATIONS

1. Procédé pour localiser un toucher sur une surface tactile appartenant à un objet (7), ce procédé
5 comprenant au moins les étapes suivantes :

(a) une étape de surveillance au cours de laquelle on fait propager dans l'objet des ondes mécaniques à partir d'au moins un point d'émission (E) appartenant à l'objet et on capte lesdites ondes mécaniques en au moins un point de
10 réception (R1, R2) appartenant à l'objet pour obtenir au moins un signal capté,

(b) et une étape de localisation au cours de laquelle on localise un toucher sur ladite surface tactile en analysant le signal capté,

15 **caractérisé en ce qu'**au cours de l'étape de localisation, on compare au moins certaines caractéristiques du signal capté à une bibliothèque de caractéristiques de référence, lesdites caractéristiques de référence correspondant respectivement à des touchers en des zones prédéterminées
20 de ladite surface tactile.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel lesdites caractéristiques du signal capté utilisées lors de l'étape de localisation comprennent au moins une amplitude du signal.

25 3. Procédé selon la revendication 1 ou la revendication 2, dans lequel lesdites caractéristiques du signal capté utilisées lors de l'étape de localisation comprennent au moins une phase du signal.

30 4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel lesdites caractéristiques du signal capté utilisées lors de l'étape de localisation correspondent à un nombre N de fréquences prédéterminées, N étant un entier au moins égal à 2, de préférence au moins égal à 10.

35 5. Procédé selon la revendication 4, dans lequel

lesdites fréquences prédéterminées sont des fréquences propres de l'objet, excitées par lesdites ondes mécaniques.

6. Procédé selon la revendication 4 ou la revendication 5, dans lequel lesdites fréquences
5 prédéterminées sont telles que le spectre du signal reçu présente, auxdites fréquences prédéterminées, une amplitude supérieure à une valeur seuil.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, dans lequel lesdites fréquences
10 prédéterminées sont séparées deux à deux par un écart supérieur à un écart minimum prédéterminé.

8. Procédé selon la revendication 7, dans lequel ledit écart minimum prédéterminé est au moins égal à 150 Hz, de préférence supérieur à 200 Hz et de façon encore
15 plus préférée supérieur à 300 Hz.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 à 8, dans lequel lesdites fréquences prédéterminées sont distribuées dans une plage allant de 10 à 100 kHz, préférentiellement de 15 à 70 kHz.

20 10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel au moins une desdites fréquences prédéterminées est inférieure à 30 kHz et au moins une desdites fréquences prédéterminées est supérieure à 50 kHz.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel lesdites ondes
25 mécaniques sont des ondes de Lamb.

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'objet utilisé comprend une plaque (7) qui forme ladite surface tactile.

30 13. Procédé selon la revendication 12, dans lequel lesdites ondes de Lamb sont des ondes de flexion.

14. Procédé selon la revendication 13, dans lequel lesdites ondes de Lamb sont des ondes antisymétriques A0.

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les points
35 d'émission et de réception utilisés au cours de l'étape de

surveillance sont disposés de façon à ne se trouver sur aucun axe de symétrie de l'objet (7).

16. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'étape de
5 surveillance est répétée à une cadence de plusieurs dizaines de fois par seconde, de préférence au moins égale à 50 fois par seconde.

17. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 à 10, dans lequel au cours de l'étape de
10 surveillance, on émet au moins une forme d'onde à au moins une desdites fréquences prédéterminées, pendant une fenêtre temporelle d'émission de durée suffisante pour que des résonances se construisent dans ledit objet (7).

18. Procédé selon la revendication 17, dans lequel
15 au cours de l'étape de surveillance, on émet une trame comprenant N formes d'ondes superposées aux N fréquences prédéterminées.

19. Procédé selon la revendication 17 ou la revendication 18, dans lequel ladite fenêtre temporelle
20 d'émission a une durée comprise entre 10 et 25 ms.

20. Procédé selon l'une quelconque des revendications 17 à 19, dans lequel au cours de l'étape de surveillance, les ondes mécaniques sont captées pendant une
fenêtre temporelle de réception ayant une durée comprise
25 entre 5 et 15 ms.

21. Procédé selon la revendication 20, dans lequel la fenêtre temporelle de réception recouvre au moins partiellement la fenêtre temporelle d'émission, ledit au moins un point de réception étant distinct dudit au moins
30 un point d'émission.

22. Procédé selon la revendication 20, dans lequel la fenêtre temporelle de réception suit la fenêtre temporelle d'émission sans la recouvrir.

23. Procédé selon la revendication 22, dans lequel
35 au cours de l'étape de surveillance, on utilise un unique point d'émission, confondu avec le point de réception.

24. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, dans lequel au cours de l'étape de surveillance, on émet depuis le point d'émission des ondes mécaniques générées par un signal impulsionnel, puis on
 5 capte lesdites ondes mécaniques pendant une fenêtre temporelle de réception ayant une durée comprise entre 5 et 15 ms.

25. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel au cours de l'étape
 10 de surveillance, le signal capté est numérisé sur au moins 8 bits de quantification, préférentiellement sur au moins 10 bits, et encore plus préférentiellement sur au moins 12 bit.

26. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel au cours de l'étape
 15 de surveillance, on détermine un vecteur d'absorption relative $Arel = [Arel_n]$ des ondes acoustiques en module et en phase aux N fréquences prédéterminées, où :

- $Arel_n = (r_{im} / r0_{im}) e^{j(\varphi_{im} - \varphi0_{im})}$,
- 20 - i est un indice compris entre 1 et N désignant la fréquence prédéterminée,
- m est un indice compris entre 1 et M désignant le point de réception,
- $n = i + N(m-1)$,
- 25 - $r0_{im}$ est une valeur d'amplitude correspondant à la fréquence prédéterminée i et au point de réception m en l'absence de toucher sur la surface tactile,
- r_{im} est une valeur d'amplitude correspondant à la fréquence prédéterminée i et au point de réception m en
 30 présence de toucher sur la surface tactile,
- $\varphi0_{im}$ est une valeur de phase correspondant à la fréquence prédéterminée i et au point de réception m en l'absence de toucher sur la surface tactile.
- φ_{im} est une valeur de phase correspondant à la
 35 fréquence prédéterminée i et au point de réception m en

présence de toucher sur la surface tactile.

27. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel au cours de l'étape de surveillance, on détermine un vecteur d'absorption

5 relatif centré normalisé $A_{nor} = \left[\frac{Ac_n}{\sqrt{\sum_{n=1}^{M.N} (Arel_n - \langle Arel \rangle)^2}} \right]$, avec

$$Ac = [Ac_n] = [Arel_n - \langle Arel \rangle] \text{ et } \langle Arel \rangle = \frac{\sum_{n=1}^{M.N} Arel_n}{N.M}.$$

28. Procédé selon la revendication 26 ou la revendication 27, dans lequel au cours de l'étape de localisation, on déduit la position du toucher d'un test de
10 corrélation croisée entre un vecteur d'absorption lié au vecteur d'absorption relative A_{rel} et au moins une matrice de référence constituée par un ensemble de vecteurs d'absorption de référence $A_{ref}(x_t, y_u)$ correspondant à des
15 échantillons sur la surface tactile de l'objet.

29. Procédé selon la revendication 27, dans lequel au cours de l'étape de localisation, on déduit la position du toucher d'un test de corrélation croisée entre un
vecteur d'absorption relatif centré A_{nor} et au moins une
20 matrice de référence constituée par un ensemble de vecteurs d'absorption relatifs centrés normalisés de référence $A_{ref}(x_t, y_u)$ correspondant à des touchers en des points
prédéterminés de coordonnées (x_t, y_u) échantillonnés sur la
surface tactile de l'objet.

25 30. Procédé selon la revendication 28 ou la revendication 29, dans lequel au cours de l'étape de localisation, on utilise plusieurs matrices de référence correspondant à plusieurs étendues de toucher, on déduit
une étendue du toucher à partir du vecteur d'absorption
30 relatif A_{rel} pour déterminer la matrice de référence à

utiliser.

31. Procédé selon la revendication 30, dans lequel au cours de l'étape de localisation, on extrait du vecteur d'absorption relative A_{rel} un sous vecteur A_{relx} ,
5 correspondant aux fréquences prédéterminées les plus sensibles à l'étendue du toucher, et on calcule le module de ce sous vecteur A_{relx} , puis on en déduit la matrice de référence à utiliser pour effectuer l'opération de corrélation croisée et en déduire la position du toucher

10 32. Procédé selon la revendication 31, dans lequel pour constituer le sous vecteur A_{relx} , on ne retient que les fréquences prédéterminées pour lesquelles les composantes du vecteur d'absorption relative ont un module inférieur à 1 et ayant une variation sur la plaque inférieure à une
15 valeur seuil.

33. Procédé selon la revendication 29 ou la revendication 30, dans lequel la matrice de référence est constituée par un ensemble de vecteurs d'absorption de référence $A_{ref}(x_t, y_u)$ correspondant à des touchers en des
20 points prédéterminés de coordonnées (x_t, y_u) échantillonnés sur la surface tactile de l'objet avec un pas inférieur à la demi-longueur d'onde de la fréquence spatiale la plus petite du spectre d'excitation.

34. Procédé selon la revendication 27, dans lequel
25 au cours de l'étape d'observation, on calcule un module du vecteur d'absorption relatif et on compare ce module à une valeur seuil prédéterminée pour déterminer si un toucher est intervenu sur la surface tactile.

35. Procédé selon la revendication 27, dans lequel
30 au cours de l'étape d'observation, on calcule un module du vecteur d'absorption relatif et on compare ce module au cours du temps à un profil dynamique particulier pour déterminer si un toucher est intervenu sur la surface tactile.

36. Dispositif pour localiser un toucher sur une
35 surface tactile appartenant à un objet (7), ce dispositif

comportant au moins un transducteur (E, R1, R2) adapté pour émettre et capter des ondes élastiques dans l'objet, ledit transducteur étant relié à au moins une unité centrale électronique (2, 13) adaptée pour :

- 5 - faire propager dans l'objet des ondes mécaniques par ledit au moins un transducteur et faire capter lesdites ondes mécaniques par ledit au moins un transducteur,
 - et localiser un toucher sur ladite surface tactile en analysant le signal capté,

10 **caractérisé en ce que** ladite unité centrale électronique (2, 13) est adaptée pour comparer au moins certaines caractéristiques du signal capté à une bibliothèque de caractéristiques de référence, lesdites caractéristiques de référence correspondant respectivement à des touchers en
15 des zones prédéterminées de ladite surface tactile.

37. Dispositif selon la revendication 36, constituant un clavier tactile.

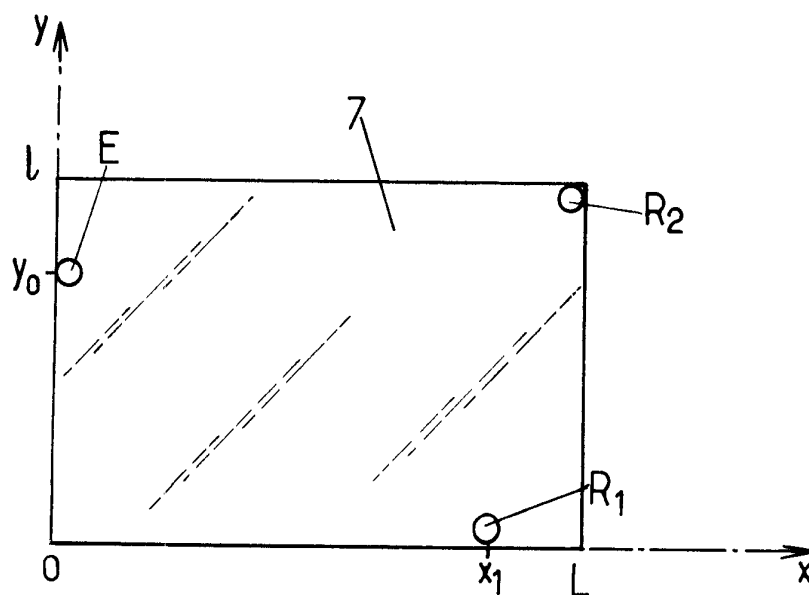
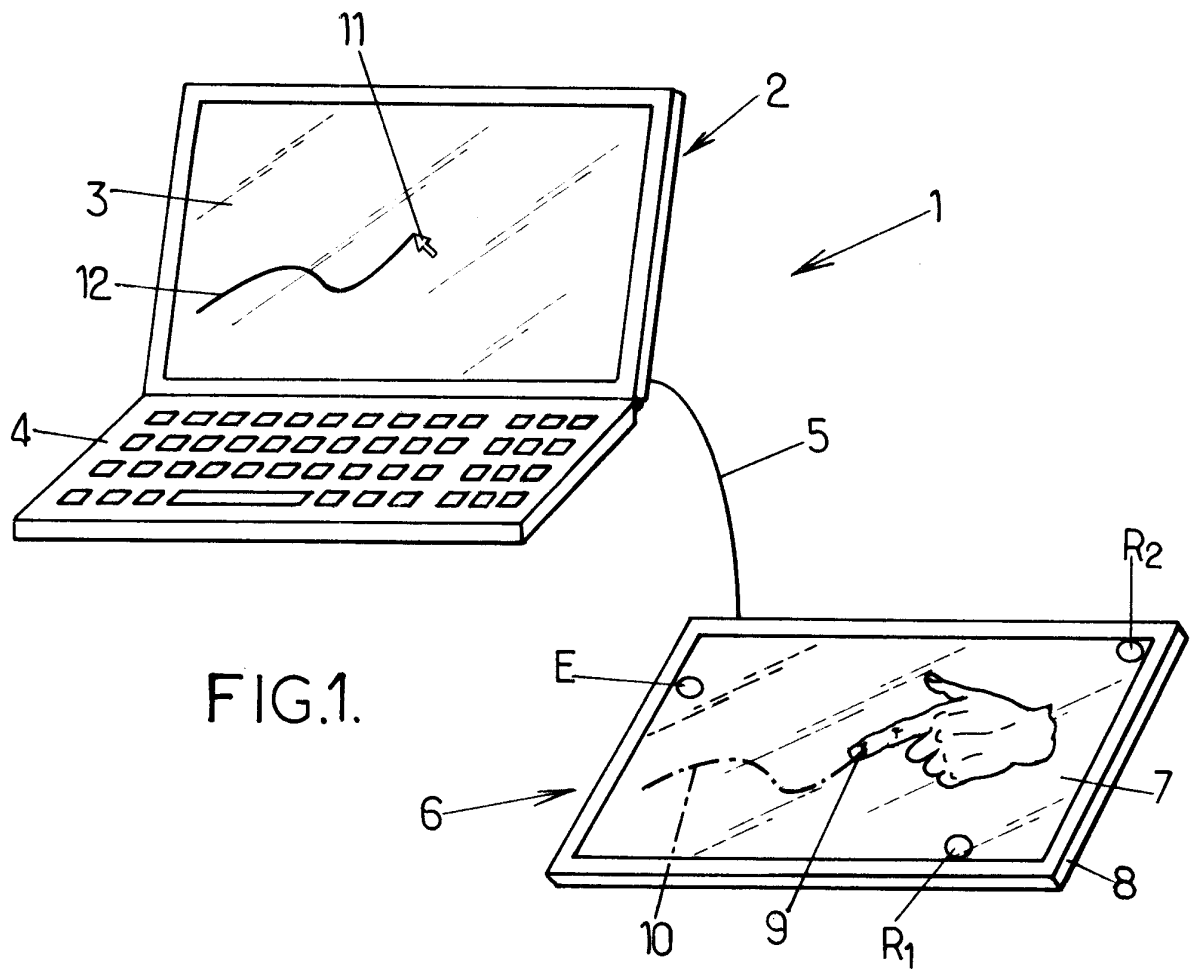
38. Dispositif selon la revendication 36, adapté pour déplacer continument un pointeur sur un écran
20 d'affichage.

39. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 36 à 38, dans lequel ledit au moins un transducteur (E, R1, R2) est disposé en dehors de tout axe de symétrie de l'objet (7).

25 40. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 36 à 39, dans lequel l'objet comporte une plaque (7) qui inclut ladite surface tactile.

41. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 36 à 40, dans lequel l'objet (7) est
30 recouvert d'un film souple absorbant (25 ; 26) pour augmenter le phénomène d'absorption des ondes élastiques en cas de toucher.

1/3



2/3

FIG.3.

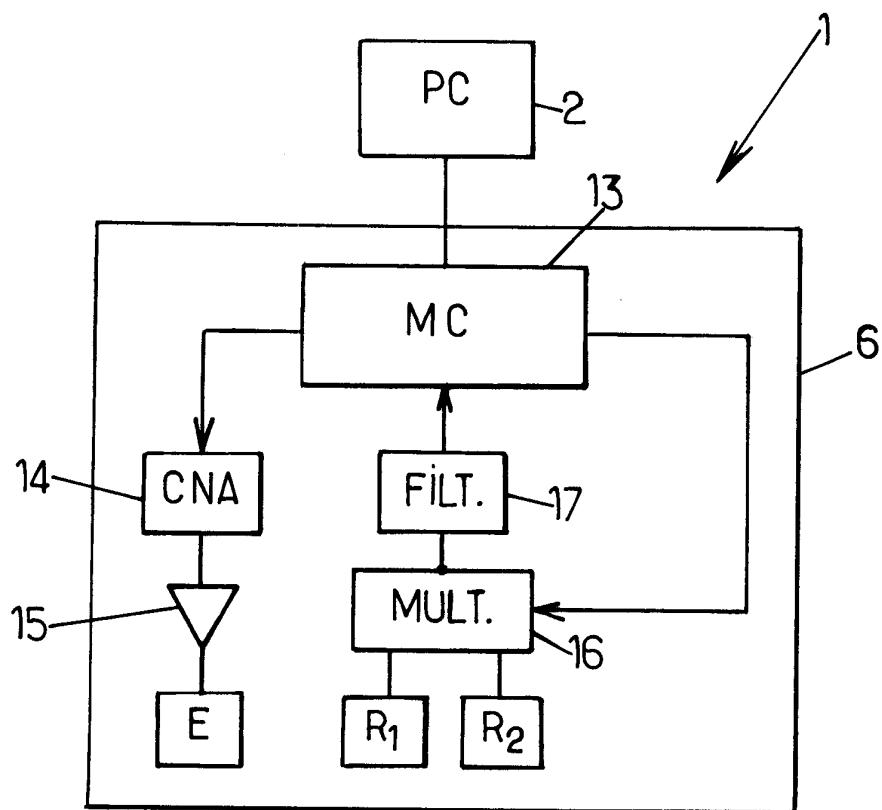
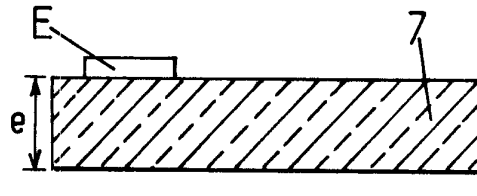


FIG.4.

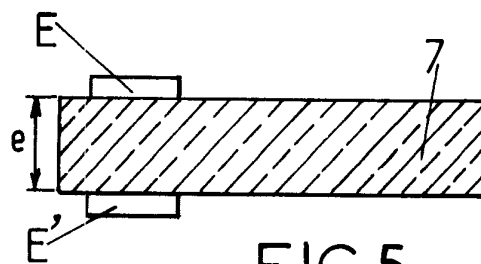


FIG.5.

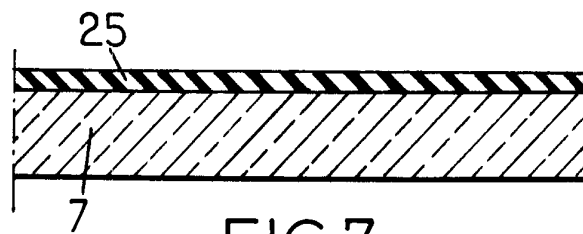
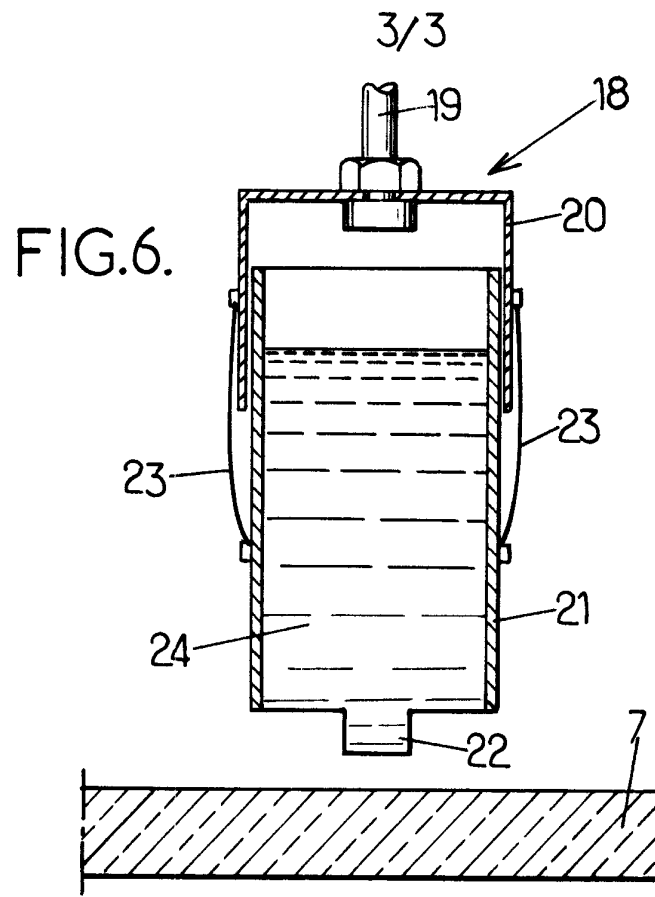


FIG.7.

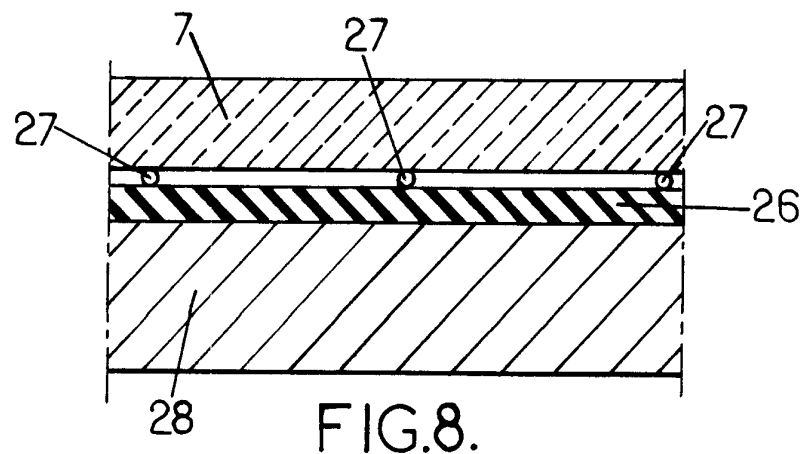


FIG.8.



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 694322
FR 0703651

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	WO 2006/133018 A (3M INNOVATIVE PROPERTIES CO [US]) 14 décembre 2006 (2006-12-14) * page 17, ligne 17 - page 18, ligne 3 * * page 19, ligne 21 - ligne 28 * * page 20, ligne 16 - ligne 17 * * page 23, ligne 9 - ligne 16 * * page 24, ligne 14 - ligne 17 * * page 28, ligne 22 - ligne 32; figures 6-11 *	1-25, 36-41	G06F3/043 H03K17/96
X	FR 2 841 022 A (CENTRE NAT RECH SCIENT [FR]; ESPCI [FR]; UNIV PARIS 7 DENIS DIDEROT [F]) 19 décembre 2003 (2003-12-19) * page 6, ligne 29 - page 8, ligne 24 * * page 10, ligne 14 - page 11, ligne 34 * * page 13, ligne 32 - page 15, ligne 11; figures *	1-25, 36-41	
X	WO 03/067511 A (SOUNDTOUCH LTD [GB]; HARDIE-BICK ANTHONY RICHARD [GB]) 14 août 2003 (2003-08-14) * page 5, ligne 3 - page 7, ligne 21 * * page 18, ligne 5 - ligne 26 * * page 20, ligne 24 - page 22, ligne 25 * * page 29, ligne 8 - ligne 12 * * page 30, ligne 7 - ligne 15 * * page 36, ligne 10 - page 37, ligne 9; figures *	1-25, 36-41	
A	US 2006/139339 A1 (PECHMAN ROBERT J [US] ET AL) 29 juin 2006 (2006-06-29) * alinéa [0003] * * alinéa [0007] * * alinéa [0029] * * alinéa [0037] * * alinéa [0047] - alinéa [0049]; figures; tableau 1 *	1-41	
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)	
		G06F	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
17 décembre 2007		Durand, Jacques	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 694322
FR 0703651

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	WO 95/11499 A (CARROLL TOUCH INC [US]) 27 avril 1995 (1995-04-27) * page 3, ligne 20 - page 4, ligne 9 * * page 9, ligne 2 - ligne 7 * -----	36-41	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
17 décembre 2007		Durand, Jacques	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0703651 FA 694322**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **17-12-2007**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2006133018 A	14-12-2006	US 2006279548 A1	14-12-2006
FR 2841022 A	19-12-2003	AU 2003253071 A1	31-12-2003
		CA 2489326 A1	24-12-2003
		CN 1669048 A	14-09-2005
		EP 1512116 A2	09-03-2005
		WO 03107261 A2	24-12-2003
		JP 2005529350 T	29-09-2005
		KR 20050074897 A	19-07-2005
		US 2005212777 A1	29-09-2005
		US 2005174338 A1	11-08-2005
WO 03067511 A	14-08-2003	AT 373262 T	15-09-2007
		AU 2003244407 A1	02-09-2003
		EP 1481359 A2	01-12-2004
		GB 2401181 A	03-11-2004
		US 2005083313 A1	21-04-2005
US 2006139339 A1	29-06-2006	EP 1839114 A2	03-10-2007
		WO 2006071982 A2	06-07-2006
WO 9511499 A	27-04-1995	AU 7970094 A	08-05-1995
		US 5451723 A	19-09-1995