

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

11 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

3 070 080

21 N° d'enregistrement national : 17 57599

51 Int Cl<sup>8</sup> : G 06 F 3/041 (2018.01), G 06 F 3/033

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 09.08.17.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 15.02.19 Bulletin 19/07.

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 :

Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES Etablissement public — FR.

72 Inventeur(s) : ALEXANDRE JEAN-MARC, BODEN ROBERT et BOLZMACHER CHRISTIAN.

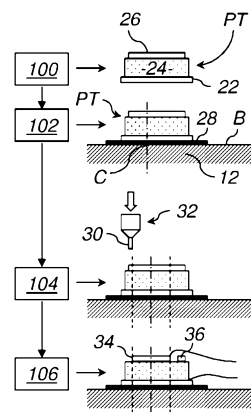
73 Titulaire(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES Etablissement public.

74 Mandataire(s) : CABINET BONNET.

54 PROCEDE DE FABRICATION D'UN DISPOSITIF DE LOCALISATION D'IMPACT A AU MOINS TROIS TRANSDUCTEURS FIXES CONTRE UNE SURFACE INTERACTIVE.

57 Ce procédé de fabrication d'un dispositif de localisation d'impact comportant une surface interactive (12) présentant une face avant de réception d'un impact et au moins trois transducteurs (PT) devant être répartis et fixés contre la face avant (A) ou une face arrière (B) de la surface interactive (12), comporte les étapes suivantes: détermination (102) d'un point central de positionnement (C) pour chaque transducteur (PT) sur la face avant (A) ou arrière (B) de la surface interactive (12); fixation (102) de chaque transducteur (PT), par sa couche conductrice inférieure (28) formant une première électrode, autour de son point central de positionnement (C).

Il comporte en outre, suite à la fixation (102) de chaque transducteur (PT), une étape d'usinage (104) de la couche conductrice supérieure libre (26) d'au moins l'un des transducteurs (PT) à l'aide d'une machine-outil (32) au moins jusqu'à une couche intermédiaire piézoélectrique (24) de ce transducteur (PT) pour former une deuxième électrode (34) de ce transducteur (PT) en la centrant autour de son point central de positionnement (C).



FR 3 070 080 - A1



La présente invention concerne un procédé de fabrication d'un dispositif de localisation d'impact à au moins trois transducteurs fixés contre une surface interactive. Elle concerne également un dispositif de localisation d'impact résultant d'un tel procédé de fabrication.

5 Elle porte plus précisément sur la fabrication d'un dispositif de localisation d'impact comportant une surface interactive présentant une face avant de réception d'un impact et au moins trois transducteurs, devant être répartis et fixés contre la face avant ou une face arrière de la surface interactive, conçus pour capter les ondes mécaniques progressives se propageant dans la surface interactive à partir de  
10 l'impact et les transformer en signaux électriques, le procédé de fabrication comportant les étapes suivantes :

- détermination d'un point central de positionnement pour chaque transducteur sur la face avant ou arrière de la surface interactive,
- fixation de chaque transducteur autour de son point central de  
15 positionnement, chaque transducteur présentant une couche conductrice inférieure formant une première électrode par laquelle il est fixé contre la face avant ou arrière de la surface interactive, une couche intermédiaire piézoélectrique et une couche conductrice supérieure libre destinée à former une deuxième électrode.

20 On connaît de nombreux dispositifs à surface interactive, tels que des dispositifs d'affichage, des téléphones mobiles ou autres dispositifs portables d'assistance numérique personnelle. Leur interface est en général un écran plat et rectangulaire avec lequel un utilisateur peut interagir à l'aide d'un projectile, d'un stylet ou même d'un doigt. Par exemple, une installation de tir ludique ou sportif à  
25 localisation automatique d'impacts peut comporter un tel dispositif, avec une représentation de cible affichée sur une surface ou plaque interactive, notamment sur sa face avant ou arrière. On notera cependant que l'invention s'applique plus généralement à tout type d'objet présentant une surface interactive apte à faire propager des ondes mécaniques progressives à partir d'un impact, cette surface  
30 n'étant pas nécessairement plane, ni de contour rectangulaire.

Par surface interactive, on entend une surface bidimensionnelle ou tridimensionnelle, présentant une certaine épaisseur, capable de changer de forme au sens de l'élasticité statique et dynamique des matériaux lorsqu'elle est soumise à un impact tel qu'un toucher, une force de contact, une impulsion mécanique ou  
35 encore un choc, en permettant ainsi la propagation d'ondes mécaniques progressives

déTECTABLES à l'aide de transducteurs, notamment des ondes acoustiques de surface telles que des ondes de Lamb, à partir du lieu de l'impact. La déformation de surface peut être submillimétrique non perceptible à l'œil nu. Des surfaces en plastique, verre ou métal conviennent.

5 Chacun des dispositifs à surface interactive connus comporte des moyens de localisation d'impacts à l'aide d'une ou plusieurs techniques de détection. Une tendance forte à la réduction du coût de fabrication et à la réduction de l'encombrement vise à ne retenir que les technologies les plus simples utilisant un nombre limité de transducteurs piézoélectriques.

10 Une première solution est divulguée dans le brevet US 7,345,677 B2. Elle est basée sur une reconnaissance de la position d'un impact par apprentissage. Le procédé mis en œuvre opère une corrélation croisée entre au moins un signal acoustique mesuré issu de la détection d'une onde acoustique engendrée par un impact sur la surface interactive de l'objet et un ensemble de référence dit  
15 « ensemble de signatures » constitué de réponses acoustiques impulsionnelles préenregistrées, chacune étant relative à une position prédéfinie que l'on souhaite associer à une fonction et reconnaître lorsqu'un impact est porté sur cette position.

Une deuxième solution, par exemple divulguée dans le brevet US 8,330,744 B2, consiste à mesurer la perturbation d'un impact sur la propagation d'ondes  
20 mécaniques progressives émises régulièrement dans la surface interactive indépendamment de cet impact. Cette solution est réputée plus précise et fiable que la précédente, notamment pour qualifier ou suivre l'impact, mais elle est également basée sur une reconnaissance de la position d'un impact par apprentissage.

Ces deux premières solutions présentent l'inconvénient de dépendre de cet  
25 apprentissage qui peut être à la fois complexe à mettre en œuvre et rapidement inexploitable en cas de variations du milieu ou de la surface interactive. Elles nécessitent en outre des puissances de calcul assez importantes.

Une troisième solution, plus ancienne, est basée sur la mesure d'une  
30 différence de temps de transit d'un paquet d'ondes engendré par un impact vers une pluralité de détecteurs piézoélectriques et sur le calcul analytique par triangulation, à l'aide d'une formule mathématique préétablie en fonction de la position supposée des détecteurs, de la position d'une source émettrice du paquet d'ondes. Un exemple de calcul analytique est par exemple détaillé dans le brevet US 6,933,930 B2. Ainsi, cette solution nécessite un dispositif de localisation d'impact comportant :

- au moins trois transducteurs disposés et répartis contre la face avant ou arrière de la surface interactive de façon suffisamment précise pour que le calcul analytique n'engendre pas d'erreur significative, et
- une unité centrale électronique, reliée aux transducteurs pour recevoir leurs signaux électriques, programmée pour localiser l'impact dans la surface interactive par une analyse de différences de temps de propagation des ondes mécaniques progressives issues de l'impact vers les transducteurs sur la base d'instant de détection de l'impact identifiés dans les signaux électriques reçus.

5  
10 D'une façon générale, il est ainsi possible de localiser un impact de doigt ou d'objet ponctuel (par exemple un projectile ou un stylet), puisque celui-ci est alors émetteur d'une impulsion. Mais avec cette technologie assez ancienne, pourtant avantageusement simple et préférée en matière de tir ludique ou sportif parce qu'elle permet l'utilisation de surfaces interactives à la fois résistantes et sensibles aux impacts, il est difficile d'atteindre une bonne précision de localisation, parce qu'il est difficile de positionner précisément les transducteurs conformément à la formule mathématique préétablie sur la base de coordonnées de chaque point central de positionnement de chaque transducteur.

15  
20 Tout mauvais positionnement d'au moins l'un des transducteurs engendre des erreurs de localisation en raison de l'écart entre la position réelle des transducteurs et celle, théorique, qui a servi de base de calcul de la formule mathématique préétablie. On montre ainsi par exemple que pour une surface d'impact de 200 mm x 200 mm à quatre transducteurs disposés en carré, un mauvais positionnement de 100  $\mu\text{m}$  de chacun d'eux entraîne des erreurs de décalage et de linéarité. En termes de décalage, celui du centre de visée peut atteindre dans ces conditions jusqu'à 100  $\mu\text{m}$  en abscisses et en ordonnées. En termes de linéarité, l'erreur est fonction de la position de l'impact, croissante du centre de mesure vers la périphérie de la surface d'impact, et peut ainsi atteindre jusqu'à 340  $\mu\text{m}$  en périphérie dans les conditions précitées. De plus, à ces erreurs s'ajoutent des erreurs de résolution dues à la quantification des mesures retournées par les transducteurs à une cadence d'horloge donnée. Avec une horloge de 80 Mhz, une plaque interactive en tôle d'acier impliquant une vitesse de propagation des ondes de Lamb proche de 0,53 mm/ $\mu\text{s}$ , les erreurs de résolution peuvent atteindre +/- 50  $\mu\text{m}$ .

30  
35 Ainsi, pour une application de tir ludique ou sportif à 10 m utilisant une surface d'impact de 200 mm x 200 mm, les quatre transducteurs doivent être fixés avec une

incertitude inférieure à 100  $\mu\text{m}$ , ce qui est très difficile à obtenir avec les procédés de fabrication connus. Cela conduit en effet à une fabrication complexe qui implique de maîtriser parfaitement les dimensions des transducteurs et les dispositions axiales relatives des électrodes et de la couche piézoélectrique de chaque transducteur, de  
 5 disposer d'un gabarit précis de positionnement, à 50  $\mu\text{m}$  près dans une surface d'impact de 200 mm x 200 mm pour une cible de tir ludique ou sportif à 10 m et à 100  $\mu\text{m}$  près dans une surface d'impact de 600 mm x 600 mm pour une cible de tir ludique ou sportif à 50 m, d'être capable de centrer parfaitement ce gabarit sur le centre de mesure de la surface interactive, de maîtriser la fixation des transducteurs  
 10 dans ces tolérances, malgré les effets de rétractation lorsque l'on utilise une colle, et surtout de maîtriser le positionnement de la zone sensible piézoélectrique par rapport à ses deux électrodes. Toutes ces contraintes engendrent des possibilités d'erreurs qui s'accumulent de sorte qu'elles rendent la fabrication très difficile à réaliser.

En variante, une méthode numérique pourrait être envisagée pour déterminer  
 15 le positionnement réel des transducteurs après fixation et pour en déduire la formule mathématique de triangulation ou son approximation numérique. Mais une telle méthode de calibration après fixation est complexe et coûteuse.

Il peut ainsi être souhaité de concevoir un procédé de fabrication d'un dispositif de localisation d'impact à au moins trois transducteurs fixés contre une  
 20 surface interactive qui permette de s'affranchir d'au moins une partie des problèmes et contraintes précités.

Il est donc proposé un procédé de fabrication d'un dispositif de localisation d'impact comportant :

- une surface interactive présentant une face avant de réception d'un impact,  
 25 et
- au moins trois transducteurs, devant être répartis et fixés contre la face avant ou une face arrière de la surface interactive, conçus pour capter les ondes mécaniques progressives se propageant dans la surface interactive à partir de l'impact et les transformer en signaux électriques,

30 le procédé de fabrication comportant les étapes suivantes :

- détermination d'un point central de positionnement pour chaque transducteur sur la face avant ou arrière de la surface interactive,
- fixation de chaque transducteur autour de son point central de positionnement, chaque transducteur présentant une couche conductrice  
 35 inférieure formant une première électrode par laquelle il est fixé contre la

face avant ou arrière de la surface interactive, une couche intermédiaire piézoélectrique et une couche conductrice supérieure libre destinée à former une deuxième électrode,

le procédé comportant en outre, suite à la fixation de chaque transducteur, une étape d'usinage de la couche conductrice supérieure libre d'au moins l'un des transducteurs à l'aide d'une machine-outil au moins jusqu'à la couche intermédiaire piézoélectrique de ce transducteur pour former la deuxième électrode de ce transducteur en la centrant autour de son point central de positionnement en tant que portion de couche conductrice supérieure aménagée dans la couche conductrice supérieure libre.

10 Ainsi, grâce à l'usinage qui est notoirement maîtrisé de façon beaucoup plus précise que la fixation elle-même, avec une incertitude de positionnement en usinage pouvant aisément rester inférieure à 10  $\mu\text{m}$ , le centrage de la partie fonctionnelle de chaque transducteur autour de son point central de positionnement est obtenu de façon bien plus satisfaisante que par les techniques de fabrication connues.

15 L'adéquation entre le positionnement réel des transducteurs et celui souhaité et théorique de leurs points centraux de positionnement, permettant d'assurer la précision souhaitée des mesures qui seront ensuite prises par le dispositif, est alors acquise. Tout cela est obtenu sans exigence particulière sur les cotes de transducteurs conventionnellement fabriqués et sur l'étape de fixation.

20 De façon optionnelle, l'usinage de la couche conductrice supérieure libre dudit au moins l'un des transducteurs est réalisé circulairement pour former la deuxième électrode sous la forme d'un disque centré sur le point central de positionnement de ce transducteur.

De façon optionnelle également, l'étape d'usinage est réalisée sur tous les 25 transducteurs fixés contre la face avant ou arrière de la surface interactive.

De façon optionnelle également, la machine-outil réalisant l'usinage est un dispositif d'usinage par laser.

De façon optionnelle également, quatre points centraux de positionnement disposés en losange, rectangle ou carré sont déterminés sur la face avant ou arrière 30 de la surface interactive pour la fixation de quatre transducteurs.

De façon optionnelle également, l'étape d'usinage comporte un perçage de trous dans la surface interactive destinés à recevoir des pions de référence en positionnement d'un support de cible.

De façon optionnelle également, l'étape d'usinage comporte un marquage 35 d'un centre de mesure dans la surface interactive.

De façon optionnelle également, un procédé de fabrication d'un dispositif de localisation d'impact selon l'invention peut comporter, suite à l'étape d'usinage, une étape de raccordement par soudure de deux fils conducteurs à chaque transducteur, l'un à la première électrode formée dans la couche conductrice inférieure de ce transducteur et l'autre à la deuxième électrode formée dans la portion de couche conductrice supérieure de ce transducteur, pour un traitement des signaux fournis par ce transducteur.

Il est également proposé un dispositif de localisation d'impact comportant :

- une surface interactive présentant une face avant de réception d'un impact, et
- au moins trois transducteurs, répartis et fixés autour de points centraux de positionnement respectifs contre la face avant ou une face arrière de la surface interactive, conçus pour capter les ondes mécaniques progressives se propageant dans la surface interactive à partir de l'impact et les transformer en signaux électriques, chaque transducteur présentant une couche conductrice inférieure formant une première électrode par laquelle il est fixé contre la face avant ou arrière de la surface interactive, une couche intermédiaire piézoélectrique et une couche conductrice supérieure libre destinée à former une deuxième électrode,
- la couche conductrice supérieure libre d'au moins l'un des transducteurs comportant une portion de couche formant la deuxième électrode centrée sur le point central de positionnement de ce transducteur et isolée électriquement d'une autre portion périphérique de la couche conductrice supérieure libre par un usinage réalisé au moins jusqu'à la couche intermédiaire piézoélectrique de ce transducteur.

Il est également proposé une installation de tir ludique ou sportif comportant :

- un dispositif de localisation d'impact selon l'invention, comportant en outre une unité centrale de traitement électronique des signaux électriques fournis par lesdits au moins trois transducteurs, conçue pour une localisation d'impact par une analyse de différences de temps de propagation des ondes mécaniques progressives issues de l'impact vers les transducteurs, et
- au moins une représentation de cible destinée à être affichée dans un plan de la surface interactive du dispositif de localisation d'impact.

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

- 5 - la figure 1 représente schématiquement en vue de face la structure générale d'un dispositif de localisation d'impact à quatre transducteurs fixés contre une surface interactive, selon un mode de réalisation de l'invention,
- la figure 2 illustre les étapes successives d'un procédé de fabrication du dispositif de la figure 1, selon un mode de réalisation de l'invention, et
- la figure 3 représente le dispositif de la figure 1 en vue d'arrière.

10 Le dispositif 10 de localisation d'impact représenté en vue de face sur la figure 1 comporte une surface interactive sous la forme d'une plaque 12 présentant une face avant A de réception d'un impact P et une face arrière B (illustrée sur la figure 3) contre laquelle sont répartis et fixés quatre transducteurs piézoélectriques  $PT_A$ ,  $PT_B$ ,  $PT_C$  et  $PT_D$ . Ces quatre transducteurs, dont seule la partie fonctionnelle est délimitée  
15 en trait interrompus courts sur la figure 1, sont centrés sur quatre points centraux de positionnement respectifs  $C_A$ ,  $C_B$ ,  $C_C$  et  $C_D$ . Ils sont conçus pour capter les ondes mécaniques progressives se propageant dans la plaque interactive 12 à partir de l'impact P et les transformer en signaux électriques.

Le dispositif 10 comporte en outre une unité centrale 14 de traitement  
20 électronique des signaux électriques fournis par les quatre transducteurs piézoélectriques  $PT_A$ ,  $PT_B$ ,  $PT_C$  et  $PT_D$ , conçue pour une localisation d'impact par une analyse de différences de temps de propagation des ondes mécaniques progressives issues de l'impact P vers les transducteurs piézoélectriques  $PT_A$ ,  $PT_B$ ,  $PT_C$  et  $PT_D$ . Cette unité centrale 14 est par exemple disposée contre la face arrière B de la plaque  
25 interactive 12. Optionnellement, elle peut en outre fournir une estimation d'une puissance de chaque impact localisé. Chaque impact détecté peut alors être conservé en mémoire avec sa localisation et sa puissance pour constituer un historique des impacts.

Le dispositif 10 est, dans l'exemple de la figure 1, utilisé dans une installation  
30 de tir ludique ou sportif qui concerne aussi bien une activité de tir ludique ou sportif avec une arme, carabine ou pistolet, à air comprimé ou à poudre, qu'une activité de tir à l'arc, arbalète, sarbacane, fléchette ou autre. Conformément à cette utilisation, une représentation de cible 16 est affichée dans un plan de la plaque interactive 12. Selon un mode de réalisation possible, cette représentation de cible 16 est reproduite  
35 sur un carton 18 fixé contre la face avant A de la plaque interactive 12 et

correctement centré par rapport aux transducteurs piézoélectriques  $PT_A$ ,  $PT_B$ ,  $PT_C$  et  $PT_D$  à l'aide de pions 20 de référence en position. Plus précisément, les quatre transducteurs piézoélectriques  $PT_A$ ,  $PT_B$ ,  $PT_C$  et  $PT_D$  sont disposés aux quatre coins d'un carré et les pions de référence 20 sont disposés par fabrication de manière à  
5 placer le centre de visée de la représentation de cible 16 précisément sur le centre de mesure coïncidant avec le centre du carré.

Un exemple de procédé de fabrication du dispositif 10 va maintenant être détaillé en référence à la figure 2.

Au cours d'une première étape 100, les quatre transducteurs piézoélectriques  
10  $PT_A$ ,  $PT_B$ ,  $PT_C$  et  $PT_D$  sont obtenus : par fabrication ou achat. Aucune contrainte particulière n'est imposée sur leur conception. Chaque transducteur piézoélectrique, identifié par la référence générale PT sur la figure 2, présente une couche conductrice inférieure 22 formant une première électrode par laquelle il est fixé contre la face arrière B de la plaque interactive 12, une couche intermédiaire piézoélectrique  
15 24 et une couche conductrice supérieure libre 26 destinée à former une deuxième électrode.

Au cours d'une étape suivante 102, chacun des quatre transducteurs piézoélectriques  $PT_A$ ,  $PT_B$ ,  $PT_C$  et  $PT_D$  est fixé, par sa couche conductrice inférieure 22, à la face arrière B de la plaque interactive 12. A cet effet, un point central de  
20 positionnement, identifié par la référence générale C sur la figure 2, est précisément et préalablement déterminé pour chaque transducteur PT sur la face arrière B de la plaque interactive 12. Les techniques de marquage actuellement connues permettent de positionner un tel point central C avec une précision à l'échelle du micromètre. Ensuite, chaque transducteur piézoélectrique PT est fixé autour de son point central  
25 C de positionnement, par exemple à l'aide d'une couche de colle 28, sans ajustement précis particulier. On remarque par exemple sur la figure 2 que le transducteur PT n'est pas exactement centré sur le point central C après fixation par collage. A l'issue de cette étape 102, la disposition de chaque transducteur PT collé peut être examinée pour vérifier s'il est correctement centré au vu des exigences de précision.

Au cours d'une étape suivante 104, chaque transducteur piézoélectrique PT  
30 qui n'est pas correctement centré, ou par défaut chacun des quatre transducteurs piézoélectriques  $PT_A$ ,  $PT_B$ ,  $PT_C$  et  $PT_D$  si cette vérification n'a pas été faite à l'issue de l'étape 102, est placé face à la pointe d'usinage 30 d'une machine-outil 32. Sa couche conductrice supérieure libre 26 est alors usinée au moins jusqu'à sa couche  
35 intermédiaire piézoélectrique 24 pour former la deuxième électrode de ce

transducteur piézoélectrique PT en la centrant autour du point central C en tant que portion 34 de couche conductrice supérieure aménagée dans la couche conductrice supérieure libre 26. Pour ce faire, la pointe d'usinage 30 est par exemple placée à une distance R souhaitée de l'axe du point central C et l'usinage est réalisé

5  
circulairement autour de cet axe pour former la deuxième électrode selon un disque de rayon R précisément centré sur C. Le positionnement précis de la machine-outil 32 se fait par exemple par prise de référence géométrique à partir de deux bords à angle droit de la plaque interactive 12. Grâce à l'usinage réalisé, ce disque est alors isolé électriquement du reste éventuel 36 de la couche conductrice supérieure libre

10  
26 formant une autre portion située en périphérie de cette dernière. Le transducteur piézoélectrique PT ainsi usiné est donc fonctionnellement centré sur C puisque c'est uniquement sa portion utile cylindrique de rayon R centrée sur l'axe normal passant par C qui remplit la fonction de détection. Au cours de cette étape 104 également, des trous peuvent être percés par usinage pour définir le plus précisément possible le

15  
positionnement des pions de référence 20 en les recevant. Le centre du carré formé par les quatre transducteurs piézoélectriques  $PT_A$ ,  $PT_B$ ,  $PT_C$  et  $PT_D$ , ou centre de mesure devant coïncider avec le centre de visée de la représentation de cible 16, peut également être marqué lors de cette étape.

Au cours d'une dernière étape 106, la première électrode constituée de la

20  
couche conductrice inférieure 22 et la deuxième électrode constituée de la portion 34 de couche conductrice supérieure sont raccordées électriquement, par exemple par soudure de fils conducteurs, l'une à la masse (ou borne -), l'autre à l'unité centrale de traitement 14 (ou borne +), pour un traitement des signaux fournis par le transducteur piézoélectrique usiné PT.

25  
Le résultat du procédé de fabrication détaillé ci-dessus est illustré sur la figure 3. On y voit que même si les transducteurs piézoélectriques  $PT_A$ ,  $PT_B$ ,  $PT_C$  et  $PT_D$  ont été fixés par collage approximativement autour de leurs points centraux de positionnement respectifs, l'usinage réalisé à l'étape 104 permet de corriger cela en recentrant précisément la portion fonctionnelle de chaque transducteur

30  
piézoélectrique autour de son point central de positionnement. Chaque couche conductrice supérieure libre 26 visible sur la figure 3 comporte une portion correctement centrée (blanche) et isolée électriquement d'une autre portion périphérique inactive (texturée) qui devient passive du fait de son isolement.

Il apparaît clairement que le procédé de fabrication décrit précédemment

35  
permet d'obtenir un dispositif de localisation d'impact à transducteurs fixés contre une

surface interactive dans lequel les transducteurs sont très précisément positionnés. L'incertitude est celle de l'usinage qui est très faible, généralement inférieure à 10  $\mu\text{m}$ . Il permet donc d'envisager une utilisation du dispositif obtenu pour des applications de tir ludique ou sportif à cibles électroniques qui sont très exigeantes en termes de précision des mesures de localisation d'impacts : une précision de l'ordre de 100  $\mu\text{m}$  est nécessaire au centre de la cible pour des calculs au point ou au dixième de point quelles que soient les disciplines de tir alors que le procédé de fabrication présenté précédemment permet d'atteindre largement cette précision sur toute la surface d'impact.

10 On notera par ailleurs que l'invention n'est pas limitée au mode de réalisation décrit précédemment.

Ainsi il a été décrit une fixation des transducteurs contre la face arrière B de la plaque interactive 12 à l'aide d'une colle. Mais en variante, une telle fixation pourrait être envisagée à l'aide d'interfaces mécaniques de positionnement des transducteurs. La fixation des transducteurs pourrait également se faire contre la face avant A de la plaque interactive 12 à condition de prévoir une protection contre les impacts.

Il a également été décrit une représentation de cible 16 sur support carton 18, mais le support pourrait en variante être un gabarit de visée réalisé dans un matériau dur permettant d'assurer une très grande précision de positionnement à l'aide des pions de référence 20. S'il est souhaité un support opaque résistant, la représentation de cible 16 peut être formée sur ce support par gravure, sérigraphie, attaque chimique ou électrochimique par galvanoplastie ou électrodéposition, ou insert de couleur dans la masse. En variante également, la représentation de cible pourrait être une image ou une vidéo projetée, sur écran ou par vidéoprojecteur, et le positionnement du centre de visée sur le centre de mesure pourrait être assuré par alignement de pixels.

Il a également été décrit une représentation de cible 16 affichée en face avant A de la plaque interactive 12. Mais en variante, elle pourrait être affichée contre la face arrière B, de manière à la protéger contre les impacts, auquel cas il est nécessaire que la plaque interactive 12 soit transparente. En termes de matériaux, la plaque interactive 12 peut être choisie, selon les applications visées, en polycarbonate, verre éventuellement blindé, alliage d'acier, etc. Il convient de choisir tel ou tel matériau en fonction de sa transparence et/ou résistance aux projectiles attendus.

Il a également été décrit une plaque interactive 12, mais une surface interactive quelconque, notamment non plane, pourrait plus généralement convenir, comme par exemple une coque tridimensionnelle d'objet.

5 Il a également été décrit une unité centrale de traitement 14 disposée en face arrière B de la plaque interactive 12. Mais en variante, l'unité centrale de traitement 14 pourrait être au moins en partie déportée, notamment sur un ordinateur. Bien d'autres variantes sont possibles pour concevoir l'ensemble constitué de la plaque interactive 12, le support d'affichage de la représentation de cible 16 et l'unité centrale de traitement 14.

10 Il a également été décrit une machine-outil 32 à pointe d'usinage 30 qui, en variante, pourrait être remplacée par un dispositif d'usinage par laser.

Il a également été décrit un ensemble de quatre transducteurs, mais trois transducteurs peuvent suffire pour établir une localisation par calcul analytique de triangulation. Davantage de transducteurs peuvent aussi être prévus pour améliorer  
15 la localisation par calcul analytique.

Il apparaîtra plus généralement à l'homme de l'art que diverses modifications peuvent être apportées au mode de réalisation décrit ci-dessus, à la lumière de l'enseignement qui vient de lui être divulgué. Dans la présentation de l'invention qui est faite précédemment entre la page 4 ligne 22 et la page 6 ligne 33, les termes  
20 utilisés ne doivent pas être interprétés comme limitant l'invention au mode de réalisation exposé dans la présente description, mais doivent être interprétés pour y inclure tous les équivalents dont la prévision est à la portée de l'homme de l'art en appliquant ses connaissances générales à la mise en œuvre de l'enseignement qui vient de lui être divulgué.

25

## REVENDEICATIONS

1. Procédé de fabrication d'un dispositif (10) de localisation d'impact comportant :

- 5
- une surface interactive (12) présentant une face avant (A) de réception d'un impact (P), et
  - au moins trois transducteurs ( $PT_A, PT_B, PT_C, PT_D; PT$ ), devant être répartis et fixés contre la face avant (A) ou une face arrière (B) de la surface interactive (12), conçus pour capter les ondes mécaniques
- 10
- progressives se propageant dans la surface interactive (12) à partir de l'impact (P) et les transformer en signaux électriques,

le procédé de fabrication comportant les étapes suivantes :

- détermination (102) d'un point central de positionnement ( $C_A, C_B, C_C, C_D; C$ ) pour chaque transducteur ( $PT_A, PT_B, PT_C, PT_D; PT$ ) sur la
- 15
- face avant (A) ou arrière (B) de la surface interactive (12),
- fixation (102) de chaque transducteur ( $PT_A, PT_B, PT_C, PT_D; PT$ ) autour de son point central de positionnement ( $C_A, C_B, C_C, C_D; C$ ), chaque transducteur ( $PT_A, PT_B, PT_C, PT_D; PT$ ) présentant une
- 20
- couche conductrice inférieure (22) formant une première électrode par laquelle il est fixé contre la face avant (A) ou arrière (B) de la surface interactive (12), une couche intermédiaire piézoélectrique (24) et une couche conductrice supérieure libre (26) destinée à former une deuxième électrode,

caractérisé en ce qu'il comporte en outre, suite à la fixation (102) de chaque

25

transducteur ( $PT_A, PT_B, PT_C, PT_D; PT$ ), une étape d'usinage (104) de la couche conductrice supérieure libre (26) d'au moins l'un des transducteurs ( $PT_A, PT_B, PT_C, PT_D; PT$ ) à l'aide d'une machine-outil (32) au moins jusqu'à la couche intermédiaire piézoélectrique (24) de ce transducteur ( $PT_A, PT_B, PT_C, PT_D; PT$ ) pour former la

30

deuxième électrode de ce transducteur ( $PT_A, PT_B, PT_C, PT_D; PT$ ) en la centrant autour de son point central de positionnement ( $C_A, C_B, C_C, C_D; C$ ) en tant que portion de couche conductrice supérieure (34) aménagée dans la couche conductrice supérieure libre (26).

2. Procédé de fabrication d'un dispositif (10) de localisation d'impact selon la revendication 1, dans lequel l'usinage (104) de la couche conductrice supérieure libre

35

(26) dudit au moins l'un des transducteurs ( $PT_A, PT_B, PT_C, PT_D; PT$ ) est réalisé

circulairement pour former la deuxième électrode sous la forme d'un disque centré sur le point central de positionnement ( $C_A, C_B, C_C, C_D; C$ ) de ce transducteur ( $PT_A, PT_B, PT_C, PT_D; PT$ ).

3. Procédé de fabrication d'un dispositif (10) de localisation d'impact selon la revendication 1 ou 2, dans lequel l'étape d'usinage (104) est réalisée sur tous les transducteurs ( $PT_A, PT_B, PT_C, PT_D; PT$ ) fixés contre la face avant (A) ou arrière (B) de la surface interactive (12).

4. Procédé de fabrication d'un dispositif (10) de localisation d'impact selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel la machine-outil (32) réalisant l'usinage (104) est un dispositif d'usinage par laser.

5. Procédé de fabrication d'un dispositif (10) de localisation d'impact selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel quatre points centraux de positionnement ( $C_A, C_B, C_C, C_D; C$ ) disposés en losange, rectangle ou carré sont déterminés sur la face avant (A) ou arrière (B) de la surface interactive (12) pour la fixation de quatre transducteurs ( $PT_A, PT_B, PT_C, PT_D; PT$ ).

6. Procédé de fabrication d'un dispositif (10) de localisation d'impact selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel l'étape d'usinage (104) comporte un perçage de trous dans la surface interactive (12) destinés à recevoir des pions (20) de référence en positionnement d'un support de cible (18).

7. Procédé de fabrication d'un dispositif (10) de localisation d'impact selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel l'étape d'usinage (104) comporte un marquage d'un centre de mesure dans la surface interactive (12).

8. Procédé de fabrication d'un dispositif (10) de localisation d'impact selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, comportant, suite à l'étape d'usinage (104), une étape (106) de raccordement par soudure de deux fils conducteurs à chaque transducteur ( $PT_A, PT_B, PT_C, PT_D; PT$ ), l'un à la première électrode formée dans la couche conductrice inférieure (28) de ce transducteur et l'autre à la deuxième électrode formée dans la portion de couche conductrice supérieure (34) de ce transducteur, pour un traitement des signaux fournis par ce transducteur.

9. Dispositif (10) de localisation d'impact comportant :

- une surface interactive (12) présentant une face avant (A) de réception d'un impact (P), et
- au moins trois transducteurs ( $PT_A, PT_B, PT_C, PT_D; PT$ ), répartis et fixés autour de points centraux de positionnement respectifs ( $C_A, C_B, C_C, C_D; C$ ) contre la face avant (A) ou une face arrière (B) de la

- 5 surface interactive (12), conçus pour capter les ondes mécaniques progressives se propageant dans la surface interactive (12) à partir de l'impact (P) et les transformer en signaux électriques, chaque transducteur ( $PT_A, PT_B, PT_C, PT_D; PT$ ) présentant une couche conductrice inférieure (22) formant une première électrode par laquelle il est fixé contre la face avant (A) ou arrière (B) de la surface interactive (12), une couche intermédiaire piézoélectrique (24) et une couche conductrice supérieure libre (26) destinée à former une deuxième électrode,
- 10 le dispositif (10) étant caractérisé en ce que la couche conductrice supérieure libre (26) d'au moins l'un des transducteurs ( $PT_A, PT_B, PT_C, PT_D; PT$ ) comporte une portion de couche (34) formant la deuxième électrode centrée sur le point central de positionnement ( $C_A, C_B, C_C, C_D; C$ ) de ce transducteur ( $PT_A, PT_B, PT_C, PT_D; PT$ ) et isolée électriquement d'une autre portion périphérique (36) de la couche conductrice
- 15 supérieure libre (26) par un usinage réalisé au moins jusqu'à la couche intermédiaire piézoélectrique (24) de ce transducteur ( $PT_A, PT_B, PT_C, PT_D; PT$ ).
10. Installation de tir ludique ou sportif comportant :
- un dispositif (10) de localisation d'impact selon la revendication 9, comportant en outre une unité centrale (14) de traitement
  - 20 électronique des signaux électriques fournis par lesdits au moins trois transducteurs ( $PT_A, PT_B, PT_C, PT_D; PT$ ), conçue pour une localisation d'impact par une analyse de différences de temps de propagation des ondes mécaniques progressives issues de l'impact (P) vers les transducteurs ( $PT_A, PT_B, PT_C, PT_D; PT$ ), et
  - 25 - au moins une représentation de cible (16) destinée à être affichée dans un plan de la surface interactive (12) du dispositif (10) de localisation d'impact.

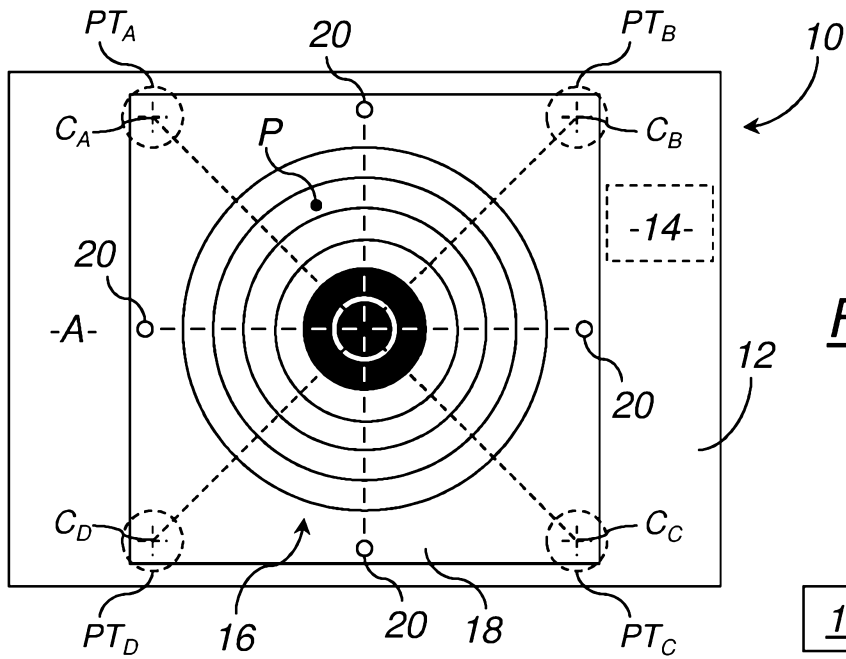


Figure 1

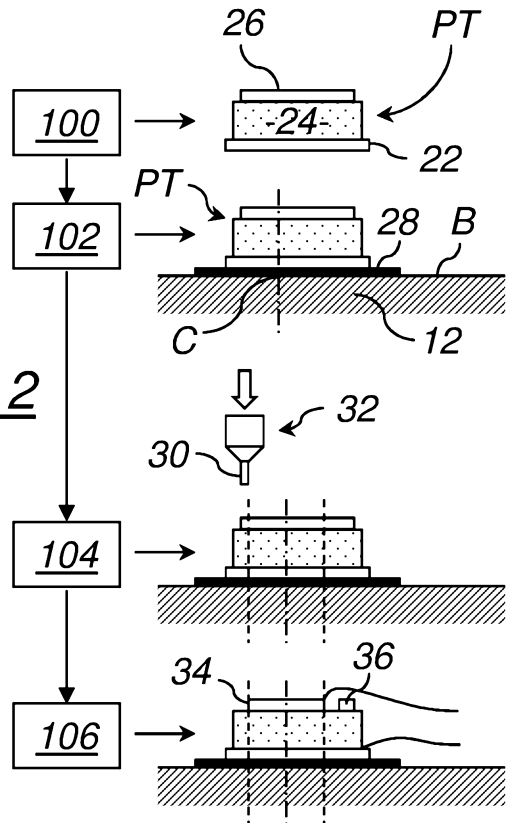


Figure 2

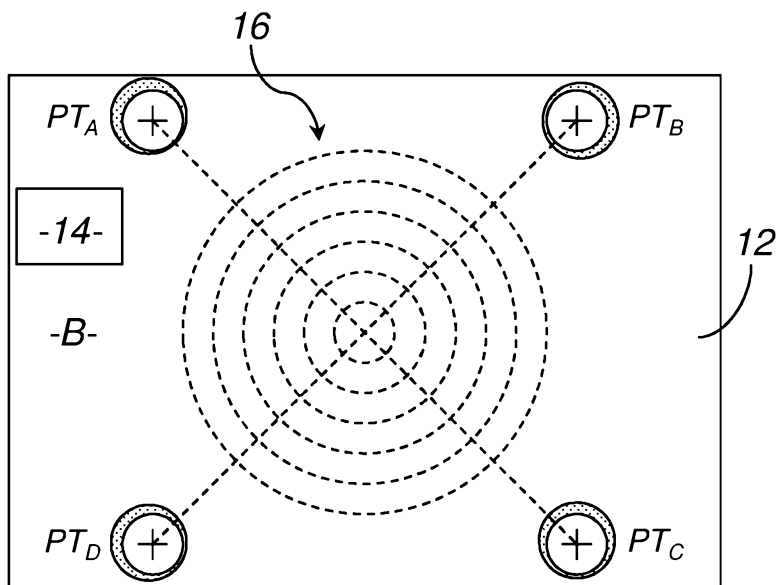


Figure 3



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

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

FA 846750  
FR 1757599

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	US 5 095 433 A (BOTARELLI VINCENT [US] ET AL) 10 mars 1992 (1992-03-10) * abrégé; figures 1, 1A * * colonne 2, ligne 34 - colonne 3, ligne 44 * * colonne 4, lignes 8-58 *	1-10	G06F3/041 G06F3/033
A	EP 3 199 907 A1 (ZILSKE JOERG [DE]) 2 août 2017 (2017-08-02) * abrégé; figures 3,4 * * alinéas [0040], [0047] * * alinéas [0050], [0051] *	1-10	
A,D	US 8 330 744 B2 (NOKOLOVSKI JEAN-PIERRE [FR] ET AL) 11 décembre 2012 (2012-12-11) * abrégé; revendication 1; figures 1-3 * * colonne 5, ligne 24 - colonne 6, ligne 24 *	1-10	
A	JP S57 181874 A (RICOH KK) 9 novembre 1982 (1982-11-09) * le document en entier *	1,9	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) F41J
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
18 juin 2018		Schwingel, Dirk	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>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</p> <p>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                      &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1757599 FA 846750**

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 **18-06-2018**  
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
US 5095433	A	10-03-1992	AUCUN	
-----				
EP 3199907	A1	02-08-2017	DE 102016201183 A1	27-07-2017
			EP 3199907 A1	02-08-2017
-----				
US 8330744	B2	11-12-2012	CN 101965550 A	02-02-2011
			EP 2150882 A2	10-02-2010
			FR 2916545 A1	28-11-2008
			JP 5383666 B2	08-01-2014
			JP 2010528278 A	19-08-2010
			KR 20100040699 A	20-04-2010
			US 2010283745 A1	11-11-2010
			WO 2008142345 A2	27-11-2008
-----				
JP S57181874	A	09-11-1982	AUCUN	
-----				