



(12) **DEMANDE DE BREVET CANADIEN
CANADIAN PATENT APPLICATION**

(13) **A1**

(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2018/04/30
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2018/11/08
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2019/11/01
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: EP 2018/061010
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2018/202609
(30) Priorité/Priority: 2017/05/02 (FR1753830)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *G06F 3/01* (2006.01),
G06F 3/0354 (2013.01), *G06F 3/041* (2006.01)

(71) Demandeurs/Applicants:
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE, FR;
ECOLE CENTRALE DE LILLE, FR;
UNIVERSITE DE LILLE, FR

(72) Inventeurs/Inventors:
VEZZOLI, ERIC, FR;
GRISONI, LAURENT, FR;
LEMAIRE-SEMAIL, BETTY, FR;
GIRAUD, FREDERIC, FR

(74) Agent: ROBIC

(54) Titre : PROCÉDE ET DISPOSITIF DE GENERATION DE MOTIFS TACTILES
(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR GENERATING TACTILE PATTERNS

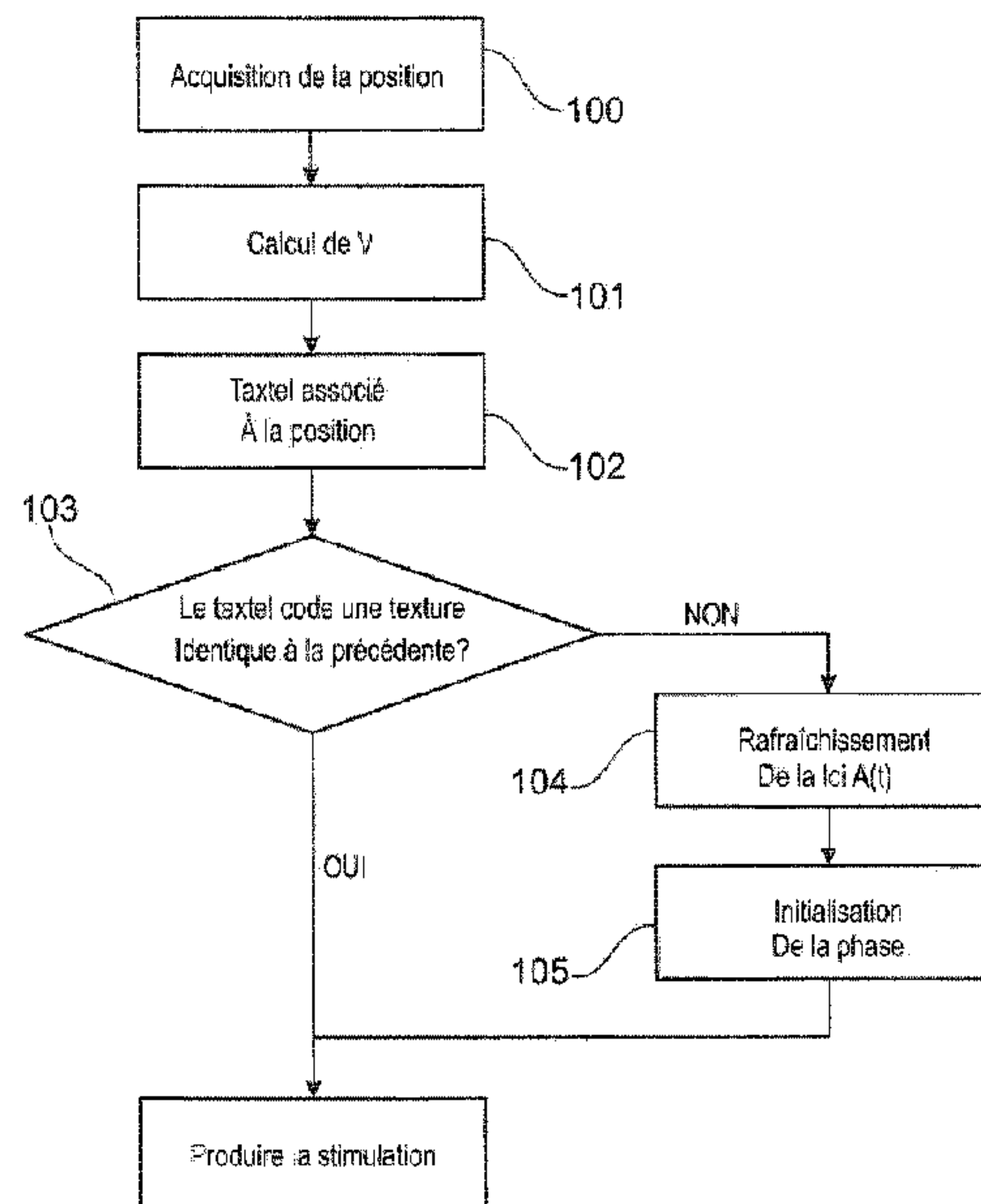
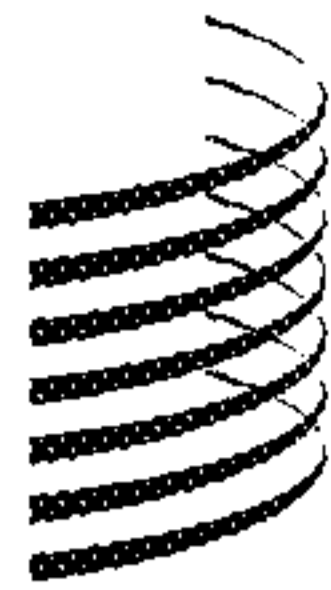


Fig. 9

(57) Abrégé/Abstract:

Procédé pour générer au moins un motif tactile avec un dispositif à retour tactile (70) ayant un espace actif au sein duquel un utilisateur peut déplacer son doigt (F) pour ressentir le motif tactile, la perception du motif étant provoquée par la modulation de l'excitation mécanique de la pulpe du doigt par un élément excitateur, le procédé comportant les étapes consistant à : - détecter (100) la position du doigt (F) dans l'espace actif; - calculer (101) la vitesse du doigt, - déterminer (102) pour chaque position du doigt détectée un taxtel associé au sein d'une grille de taxtels prédéfinie, chaque taxtel ayant une valeur de texture associée qui dépend du motif tactile à reproduire, chaque taxtel étant de plus grande dimension inférieure ou égale à 8 mm, - générer (103, 104, 105) en fonction de la valeur de texture associée à ce taxtel un signal de commande de l'élément excitateur, ce signal d'excitation étant dépendant de la vitesse du doigt au moins pour les motifs tactiles les plus denses à reproduire.

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international(43) Date de la publication internationale
08 novembre 2018 (08.11.2018)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2018/202609 A1

(51) Classification internationale des brevets :

G06F 3/01 (2006.01) G06F 3/0354 (2013.01)
G06F 3/041 (2006.01)VILLENEUVE D'ASCQ (FR). UNIVERSITÉ DE LILLE
[FR/FR] ; 42, rue Paul Duez, 59800 LILLE (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2018/061010

(72) Inventeurs : VEZZOLI, Eric ; 108, Cours Jean Jaurès,
38000 GRENOBLE (FR). GRISONI, Laurent ; 20, rue du
Point Central, 59200 TOURCOING (FR). LEMAIRE-SE-
MAIL, Betty ; 33, rue de la Barre, 59800 LILLE (FR). GI-
RAUD, Frédéric ; 22, rue Charles Péguy, 59700 MARCQ-
EN-BAROEUL (FR).

(22) Date de dépôt international :

30 avril 2018 (30.04.2018)

(25) Langue de dépôt :

français

(74) Mandataire : CABINET NONY ; 11 rue Saint-Georges,
75009 PARIS (FR).

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

1753830 02 mai 2017 (02.05.2017) FR

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR,
KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,(71) Déposants : CENTRE NATIONAL DE LA RE-
CHERCHE SCIENTIFIQUE [FR/FR] ; 3 rue Michel
Ange, 75794 PARIS CEDEX 16 (FR). ECOLE CEN-
TRALE DE LILLE [FR/FR] ; Cité Scientifique, 59650

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR GENERATING TACTILE PATTERNS

(54) Titre : PROCEDE ET DISPOSITIF DE GENERATION DE MOTIFS TACTILES

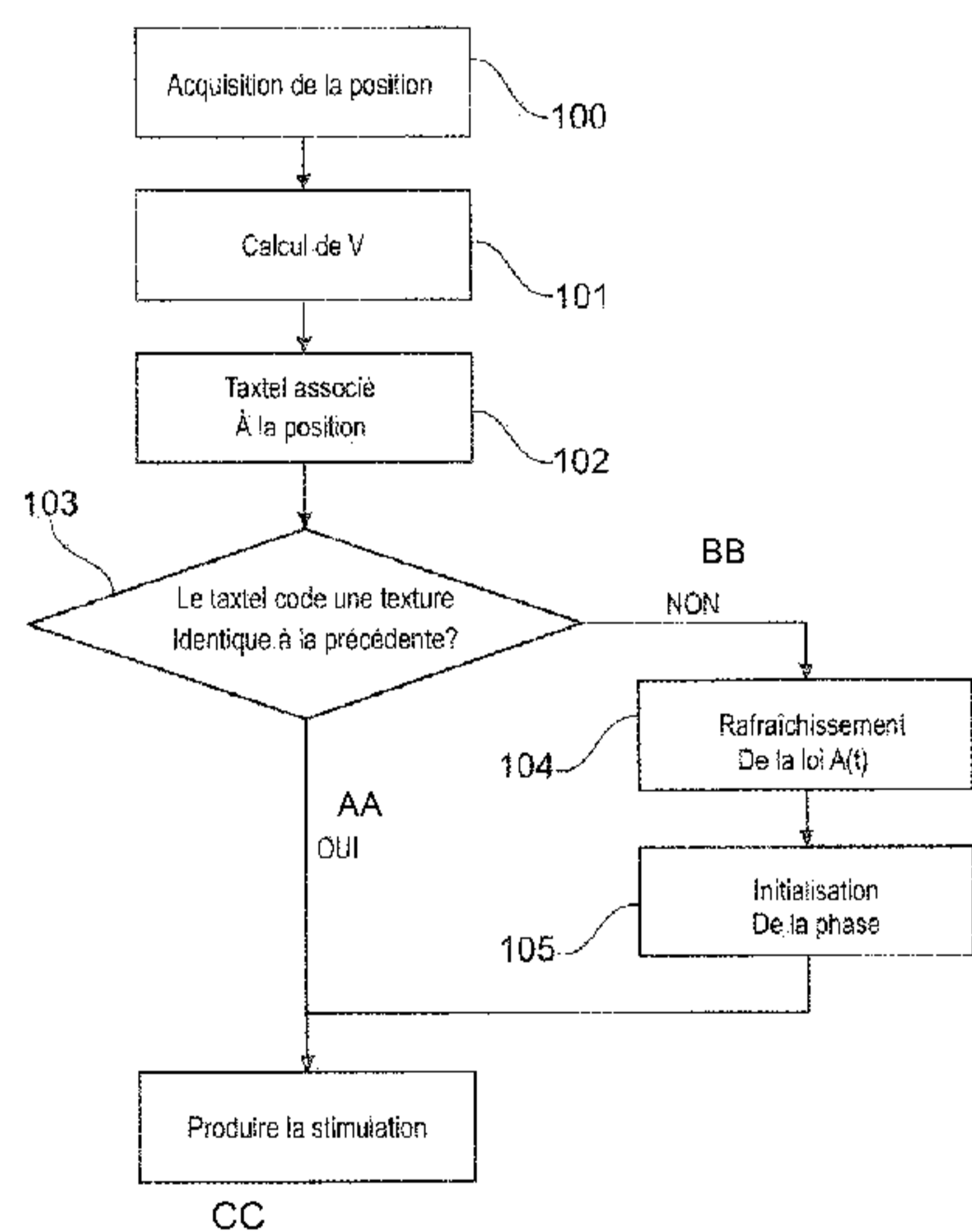


Fig. 9

- 100 Acquire position
101 Calculate V
102 Taxtel associated with the position
103 Does the taxtel code an identical texture to the previous texture ?
104 Refresh the law A(t)
105 Initialize the phase
AA YES
BB NO
CC Produce stimulation

(57) Abstract: Method for generating at least one tactile pattern with a tactile feedback device (70) having an active space within which a user can move his finger (F) in order to feel the tactile pattern, the perception of the pattern being caused by the modulation of the mechanical excitation of the pulp of the finger by an exciter element, the method comprising the steps consisting in: - detecting (100) the position of the finger (F) in the active space; - calculating (101) the speed of the finger, - determining (102) for each detected position of the finger an associated taxtel within a predefined grid of taxtels, each taxtel having an associated texture value which depends on the tactile pattern to be reproduced, each taxtel being of larger dimension less than or equal to 8 mm, - generating (103, 104, 105) as a function of the texture value associated with this taxtel a control signal for the exciter element, this excitation signal being dependent on the speed of the finger at least for the densest tactile patterns to be reproduced.

(57) Abrégé : Procédé pour générer au moins un motif tactile avec un dispositif à retour tactile (70) ayant un espace actif au sein duquel un utilisateur peut déplacer son doigt (F) pour ressentir le motif tactile, la perception du motif étant provoquée par la modulation de l'excitation mécanique de la pulpe du doigt par un élément excitateur, le procédé comportant les étapes consistant à : - détecter (100) la position du doigt (F) dans l'espace actif; - calculer (101) la vitesse du doigt, - déterminer (102) pour chaque position du doigt détectée un taxtel associé au sein d'une grille de taxtels prédéfinie, chaque taxtel ayant une valeur de texture associée qui dépend du motif tactile à reproduire, chaque taxtel étant de plus grande dimension inférieure ou égale à 8 mm, - générer (103, 104, 105) en fonction de la valeur de texture associée à ce taxtel un signal de commande de l'élément excitateur, ce signal d'excitation étant dépendant de la vitesse du doigt au moins pour les motifs tactiles les plus denses à reproduire.

WO 2018/202609 A1 

MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

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

PROCEDE ET DISPOSITIF DE GENERATION DE MOTIFS TACTILES

La présente invention concerne un procédé et un dispositif de génération de motifs tactiles, notamment pour l'authentification d'un utilisateur par mot de passe.

5 L'usage des systèmes tactiles 2D est omniprésent dans le monde d'aujourd'hui, où le principal moyen d'interaction est la pression d'un doigt sur l'écran d'un appareil, par exemple un smartphone ou une tablette.

La capacité des interfaces 2D à rendre différentes sensations tactiles est assez limitée actuellement, et repose principalement sur la vibration de l'ensemble du dispositif,
10 ce qui limite leurs capacités de rendu tactile.

La demande EP 1 956 466 présente une interface tactile vibrante comportant une surface de contact et des transducteurs faisant vibrer la surface de contact à l'aide d'ondes stationnaires.

La demande FR 2 975 197 divulgue une interface tactile vibrante et un écran
15 d'affichage mettant en œuvre une telle interface.

La demande US 2012/0223880 propose un système de génération d'effets haptiques dynamiques en réponse à des signaux d'entrée qui peuvent être des signaux provenant de capteurs (de position, de pression, de proximité...) ou des signaux tactiles envoyés par la surface tactile au processeur responsable de la génération des effets
20 haptiques. Ces effets peuvent être affichés à l'utilisateur sur les dispositifs haptiques sous une forme vibrotactile. La taille de la grille d'affichage est modifiée en fonction de la vitesse du doigt.

La demande US 2016/0328019 décrit pour sa part un dispositif électronique à surface tactile divisée en sous-surfaces où sont générées des vibrations à partir d'éléments
25 de vibration. Cette génération s'effectue en fonction de la position et de la vitesse du doigt.

La demande US 2015/0138109 divulgue un écran tactile ayant une unité de pavé tactile détectant la position du doigt de l'utilisateur, une unité de calcul de la vitesse qui détermine la vitesse du mouvement du doigt à chaque position détectée, une unité de paramétrage de régions qui compare la vitesse avec une valeur seuil afin de placer une
30 région de réaction sur l'écran par rapport à la position détectée et une unité de contrôle de vibration qui estime si le doigt est positionné à l'intérieur de la région de réaction.

Egalement, le développement de dispositifs de réalité virtuelle 3D est bien connu. On utilise un casque qui immerge l'utilisateur dans un monde virtuel.

Dans le cas de dispositifs 3D, il est possible d'associer au casque de réalité virtuelle des dispositifs capables de détecter la position de la main dans l'espace, et de
5 produire sur la pulpe des doigts de l'utilisateur une information tactile, par exemple sous la forme d'une pression localisée. Ces dispositifs haptiques peuvent prendre la forme d'un exosquelette, d'un gant de réalité virtuelle ou autre.

Dans le domaine de l'haptique, peu de technologies sont compatibles avec les techniques d'acquisition de position capacitives utilisées dans nombre d'écrans tactiles 2D;
10 parmi elles, on trouve les techniques de modulation de friction, à savoir l'électro-adhésion et les vibrations ultrasoniques.

L'électro-adhésion augmente la friction entre le doigt et une surface par attraction électrostatique locale créée par la mise sous haute tension de cette surface.

Les vibrations ultrasoniques permettent de réduire localement le frottement en
15 fonction de l'état vibratoire de la surface explorée.

Une stratégie classique pour reproduire des textures sur une surface plane à travers une modulation de friction repose sur la comparaison d'une position détectée du doigt avec une carte préexistante définissant les motifs tactiles à reproduire en fonction de la position, une telle carte étant qualifiée de « carte de friction ».

20 Il est possible d'introduire le concept de « contrôle par position » pour décrire cette stratégie qui détermine la valeur de l'amplitude des vibrations comme une fonction de la position absolue du doigt au sein d'une carte de friction donnée.

La technique de contrôle par position s'appuie, pour reproduire des textures, sur la précision et la bande passante du système d'acquisition de la position du doigt.

25 Différentes solutions ont été proposées pour améliorer la bande passante, telles que des solutions optiques comme proposé dans le chapitre du livre édité par la société Springer intitulé « A high-fidelity surface-haptic device for texture rendering on bare finger » par M. Wiertlewski et al.

D'autres solutions ont été proposées, reposant sur la détection d'une force,
30 comme décrit dans l'article « A tactile input device with programmable friction » par M. Amberg et.al, ACM 2011.

Ainsi, un système d'acquisition de la position du doigt, bruité ou à faible bande passante, ne permet pas de générer un motif tactile avec une résolution aussi élevée que souhaitable. Par exemple, un écran tactile capacitif ayant une fréquence d'acquisition de 50 Hz est seulement capable de reproduire une grille tactile de 1 mm de période, pour une
5 vitesse de déplacement du doigt sur l'écran de 25 mm/s.

L'approche dite de « contrôle par texture » consiste à définir un motif haptique qui dépend de la vitesse du doigt, cette dernière étant mise à jour à chaque cycle d'acquisition, e.g. à une fréquence de rafraîchissement de 50 Hz pour un écran tactile capacitif.

10 En implémentant la technique de contrôle par texture, il est possible de reproduire toute la bande passante d'un signal tactile périodique avec un capteur de position capacitif, grâce à la dérivée limitée de la fonction de vitesse pour une position échantillonnée. Toutefois, l'inconvénient de cette technique est l'erreur dans la phase spatiale du signal, cette erreur étant d'autant plus importante que la période spatiale est
15 grande.

Les deux approches présentées ci-dessus de « contrôle par position » et « contrôle par texture » sont détaillées dans l'article intitulé « Texture rendering strategies with a high fidelity capacitive visual-haptic friction control device » publié par la société d'édition Springer en 2016.

20 Il existe ainsi un besoin pour perfectionner encore les interfaces tactiles et notamment augmenter les capacités de rendu de ces interfaces.

L'invention vise à répondre à ce besoin et elle y parvient grâce à un procédé pour générer au moins un motif tactile avec un dispositif à retour tactile ayant un espace actif au sein duquel un utilisateur peut déplacer son doigt pour ressentir le motif tactile, la
25 perception du motif étant provoquée par la modulation de l'excitation mécanique de la pulpe du doigt par un élément excitateur, le procédé comportant les étapes consistant à :

- détecter la position du doigt dans l'espace actif;
- calculer la vitesse du doigt,
- déterminer pour chaque position du doigt détectée un taxtel associé au sein

30 d'une grille de taxtels prédéfinie, chaque taxtel ayant une valeur de texture associée qui dépend du motif tactile à reproduire, chaque taxtel étant de plus grande dimension inférieure ou égale à 8 mm,

- générer en fonction de la valeur de texture associée à ce taxtel un signal de commande de l'élément excitateur, ce signal d'excitation étant dépendant de la vitesse du doigt au moins pour les motifs tactiles les plus denses à reproduire.

5 On peut ainsi avantageusement contrôler l'excitation en fonction du motif tactile à reproduire, avec un contrôle de l'excitation selon la position du doigt pour une densité faible du motif tactile à reproduire et un contrôle de l'excitation tenant compte de la vitesse du doigt pour une densité élevée du motif tactile à reproduire.

De préférence, le motif tactile qui est généré est périodique dans la direction de déplacement du doigt.

10 La densité d'un motif tactile est définie comme étant la fréquence spatiale du motif dans la direction de déplacement du doigt. Ainsi, le motif de densité élevée présente une fréquence spatiale plus grande que le motif de faible densité.

15 Une densité de fréquence spatiale inférieure ou égale à $0,125 \text{ mm}^{-1}$ peut correspondre à un motif de densité faible. Un motif de densité élevée peut correspondre à un motif de fréquence spatiale supérieure à $0,125 \text{ mm}^{-1}$.

Grâce à l'invention, les deux techniques de contrôle de position et de texture sont combinées en une seule technique hybride, palliant les inconvénients des deux techniques et alliant leurs avantages.

20 La reconnaissance des textures par l'utilisateur peut se faire avec un taux d'erreur inférieur à celui obtenu avec exclusivement l'une des deux techniques, pour différentes vitesses du doigt.

De préférence, la modulation de l'excitation mécanique de la pulpe du doigt s'effectue par la modulation du frottement du doigt sur une surface à retour tactile via la modulation d'une excitation vibratoire et/ou électrique de la surface.

25 De préférence, l'excitation de la surface est vibratoire et la modulation du frottement se fait par la modulation d'une vibration ultrasonique. Dans ce cas, la modulation du frottement se fait par la réduction du coefficient de frottement apparent en mettant en vibration la surface à retour tactile.

30 L'excitation de la surface peut encore être électrique, et la modulation du frottement se fait, dans le cas de l'électro-adhésion, par l'augmentation du coefficient de frottement apparent en attirant le doigt sur la surface à retour tactile par la création de forces électrostatiques en mettant la surface sous haute tension.

La surface à retour tactile peut se superposer au moins partiellement à un écran. Ce dernier peut avantageusement être utilisé pour présenter une représentation graphique d'un motif tactile généré et afficher des informations en lien avec le ou les motifs tactiles générés. Ces informations peuvent être des caractères alphanumériques et/ou des couleurs et/ou des logos et/ou des traits, notamment sous forme de trame. En variante, la surface tactile ne se superpose à aucun écran.

L'information affichée peut être une trame dont les traits sont représentatifs de la densité du motif tactile correspondant. Des traits fins et rapprochés sont représentatifs d'un motif tactile de densité élevée tandis que des traits larges et espacés sont représentatifs d'un motif tactile de plus faible densité.

L'affichage sur l'écran peut être mis en œuvre conjointement à la génération d'un motif tactile, dans diverses applications, et notamment dans des applications où il est souhaitable de pouvoir entrer discrètement des informations, par exemple à des fins d'identification.

La surface à retour tactile a, de préférence, une pluralité de régions distinctes dans chacune desquelles un motif tactile est susceptible d'être généré. Ainsi, il est possible de générer des codes tactiles composés de plusieurs motifs distincts que l'utilisateur peut percevoir lors d'un même balayage de la surface à retour tactile. Par exemple, on génère sur la surface tactile deux motifs tactiles de densités différentes, que l'utilisateur ressent successivement lorsqu'il balaye avec son doigt la surface tactile dans une même direction. Chaque motif peut être généré dans une région respective, en fonction de la région où se situe le doigt.

Dans un exemple de mise en œuvre du procédé, on détermine si un taxtel correspondant à une position nouvellement détectée du doigt code une texture identique à celle du taxtel associé à la position du doigt précédemment détectée, et dans la négative on procède à un rafraîchissement du signal de commande.

Le signal de commande peut être tel que l'amplitude de la stimulation $A(t)$ de la pulpe du doigt soit de la forme :

$$A(t) = B_1 \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sin \left(2\pi \frac{\int v dt}{PS_1} + \Phi_1 \right) \right) + C_1 \quad (1)$$

avec B1 et C1 des constantes permettant de régler l'amplitude des variations de la stimulation et son niveau moyen, t le temps, v la vitesse du doigt estimée, Φ_1 la phase de la texture, et PS1 <8mm la période spatiale de la texture.

Lors dudit rafraîchissement du signal de commande, la relation (1) peut être
5 rafraîchie pour devenir :

$$A(t) = B_2 \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sin \left(2\pi \frac{\int v dt}{PS_2} + \Phi_2 \right) \right) + C_2 \quad (2)$$

avec B₂ et C₂ des constantes permettant de régler l'amplitude des variations de la stimulation et son niveau moyen.

La valeur de phase Φ_2 peut être initialisée à une valeur telle que la grandeur A(t) soit continue au passage du taxtel précédent au nouveau ou être choisie nulle.

10 L'invention a encore pour objet, selon un autre de ses aspects, un dispositif pour générer au moins un motif tactile, notamment pour la mise en œuvre d'un procédé selon l'invention tel que défini ci-dessus, comportant :

- un dispositif à retour tactile ayant un espace actif au sein duquel un utilisateur peut déplacer son doigt pour ressentir le motif tactile, la perception du motif
15 étant provoquée par la modulation de l'excitation mécanique de la pulpe du doigt, et
- des moyens pour contrôler l'excitation de la surface.

Le dispositif pour générer au moins un motif tactile, notamment pour la mise en œuvre d'un procédé tel que défini ci-dessus, peut notamment comporter :

- un dispositif à retour tactile ayant un espace actif au sein duquel un
20 utilisateur peut déplacer son doigt pour ressentir le motif tactile, la perception du motif étant provoquée par la modulation de l'excitation mécanique de la pulpe du doigt par un élément excitateur, et des moyens pour :

- détecter la position du doigt dans l'espace actif;
- calculer la vitesse du doigt,
- 25 - déterminer pour chaque position du doigt détectée un taxtel associé au sein d'une grille de taxtels prédéfinie, chaque taxtel ayant une valeur de texture associée qui dépend du motif tactile à reproduire, chaque taxtel étant de plus grande dimension inférieure ou égale à 8 mm,

- générer en fonction de la valeur de texture associée à ce taxtel un signal de commande de l'élément excitateur, ce signal d'excitation étant dépendant de la vitesse du doigt au moins pour les motifs tactiles les plus denses à reproduire.

5 Les caractéristiques décrites ci-dessus en lien avec le procédé valent également pour un tel dispositif.

L'invention a encore pour objet, selon un autre de ses aspects, une interface comprenant :

- une surface à retour tactile sur laquelle un utilisateur peut déplacer son doigt pour percevoir au moins un motif tactile, la perception du motif étant provoquée par la modulation du frottement du doigt sur la surface via la modulation d'une excitation vibratoire et/ou électrique de la surface;
- 10 - un écran tactile présentant au moins une représentation graphique d'un motif tactile susceptible d'être généré,
- au moins un moyen de sélection permettant à un utilisateur de l'interface de sélectionner une représentation graphique de ce qui est perçu.

15 Une telle interface convient tout particulièrement à l'entrée d'informations de manière discrète par l'utilisateur, puisqu'un observateur de l'interface ne peut savoir ce que ressent l'utilisateur qui déplace son doigt sur celle-ci.

De préférence, l'écran tactile présente plusieurs représentations graphiques de motifs tactiles susceptibles d'être générés. Ainsi, un observateur de l'interface ne peut savoir à quelle représentation graphique correspond un motif tactile généré.

La surface à retour tactile et l'écran tactile peuvent être séparés, ce qui peut faciliter la construction de l'interface.

25 Le moyen de sélection est de préférence affiché sur l'écran, par exemple sous la forme d'une touche de validation et/ou d'au moins une touche de navigation.

Selon une caractéristique avantageuse, la surface à retour tactile a une pluralité de régions distinctes dans chacune desquelles un motif tactile est susceptible d'être généré. Par exemple, la surface à retour tactile présente deux régions adjacentes dans lesquelles deux motifs tactiles différents peuvent être générés. Cela permet à l'utilisateur de percevoir différents codes formés à partir des motifs tactiles générés, en balayant de son doigt lesdites régions.

30

De préférence, une représentation graphique a autant de régions distinctes que la surface à retour tactile, chacune de ces régions exprimant notamment la présence ou l'absence de motif tactile généré et la nature, par exemple dense ou éparse, du motif qui est généré. Par exemple, chaque représentation graphique comporte deux régions dans
5 lesquelles deux motifs distincts sont affichés, correspondant à deux motifs tactiles respectifs. Cela permet d'augmenter le nombre de combinaisons entre motifs tactiles et donc facilite l'entrée d'informations à l'aide de l'interface.

Une présence de motif tactile est avantageusement représentée par un ensemble de traits plus ou moins larges et plus ou moins espacés les uns des autres. En particulier,
10 deux représentations graphiques différentes peuvent avoir des fréquences spatiales de trame qui diffèrent de la même façon que les motifs tactiles correspondants ; autrement dit, un motif tactile épars pourra correspondre à une trame avec des traits larges et espacés, soit une fréquence spatiale faible, tandis qu'un motif tactile plus dense pourra être représenté
15 par une trame avec des traits fins et plus rapprochés, donc une fréquence spatiale plus élevée. Les traits sont de préférence disposés transversalement, ou mieux perpendiculairement, à la direction de déplacement du doigt.

L'interface peut être configurée pour permettre à son utilisateur, suite à la reconnaissance du motif tactile perçu, de sélectionner via ledit au moins un moyen de sélection une représentation graphique affichée sur l'écran de l'interface.

20 Dans un exemple de mise en œuvre, on affiche sur l'écran plusieurs éléments de codage d'information, par exemple sous la forme de caractères, notamment de chiffres, et l'on associe à chaque élément de codage d'information une représentation graphique d'un motif tactile correspondant, notamment avec deux régions distinctes pouvant exprimer des combinaisons de trames différentes ou identiques ou l'absence de motif
25 tactile. Ainsi, on peut afficher plusieurs éléments de codage et pour chacun une représentation graphique de motifs tactiles qui lui est propre. Par exemple, un élément de codage est associé à deux trames fines et denses, et un autre élément de codage à une trame à traits fins et à une trame à traits larges. Un motif tactile correspondant à l'un des éléments de codage d'information est généré aléatoirement. L'utilisateur peut explorer tactilement la
30 surface tactile pour reconnaître le motif et savoir à quel élément de codage il correspond. L'interface permet de naviguer entre les éléments de codage d'information jusqu'à celui que l'on cherche à sélectionner. Lors de cette navigation, le motif tactile correspondant à

l'élément de codage d'information en cours de sélection est généré sur la surface tactile, alors que l'affichage de l'écran ne change pas. L'utilisateur peut ainsi faire défiler successivement sur la surface tactile les motifs tactiles tout en se déplaçant par la pensée sur l'écran d'un élément de codage à un autre, jusqu'à atteindre le prochain élément de
5 codage à sélectionner. Il peut alors actionner le moyen de sélection.

L'invention a également pour objet, selon un autre de ses aspects, un procédé permettant à un utilisateur d'entrer des informations, en mettant en œuvre l'interface selon l'invention ci-dessus, comprenant :

a) la génération sur la surface à retour tactile d'au moins un motif tactile à
10 percevoir par un utilisateur de l'interface; et

b) la détection d'une sélection par l'utilisateur d'une représentation graphique affichée sur l'écran de l'interface.

De préférence, l'étape a) s'effectue selon le procédé de génération de motifs tactiles selon l'invention, tel que défini plus haut.

15 Ce procédé comprend avantageusement la comparaison entre la sélection effectuée et des données attendues.

Ce procédé comprend de préférence la génération d'une information d'authentification de l'utilisateur sur la base du résultat de la comparaison.

De préférence, ce procédé met en œuvre l'interface décrite ci-dessus ayant pour
20 moyens de sélection au moins une touche de navigation et/ou une touche de validation.

L'utilisateur peut appuyer sur la touche de navigation pour passer de la perception d'un motif tactile à un autre. Puis, l'utilisateur peut valider la sélection en appuyant sur la touche de validation.

Par ailleurs, dans le cas de la modulation du frottement du doigt via une
25 modulation d'une excitation vibratoire, notamment ultrasonique, les dalles vibrantes connues servant à réaliser les surfaces à retour tactile sont réalisées avec une plaque sur une face de laquelle sont fixés des transducteurs piézo-électriques.

Ces derniers comportent un matériau piézo-électrique disposé entre des couches conductrices servant d'électrodes. L'accessibilité de la couche située du côté de la
30 plaque est rendue difficile par sa fixation à celle-ci, ce qui rend la connexion plus complexe.

Il existe par conséquent un besoin pour faciliter la fabrication de telles dalles, et l'invention atteint ce but, selon un autre de ses aspects, grâce à une dalle à retour tactile comportant :

- une plaque définissant une surface de contact ; et
- 5 - au moins un transducteur piézoélectrique comportant un matériau piézoélectrique disposé entre deux couches électriques conductrices, dont l'une est fixée à la plaque,

ladite dalle étant caractérisée par le fait que la couche électrique conductrice opposée à celle fixée à la plaque est interrompue pour former deux électrodes
10 d'alimentation du transducteur.

Ainsi, il n'est plus nécessaire d'alimenter la couche électrique conductrice servant à la fixation sur la plaque, et la fabrication de la dalle s'en trouve simplifiée.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, la couche interrompue l'est dans une zone correspondant à un nœud de vibration.

15 La longueur d'une électrode d'alimentation est de préférence voisine d'une demi longueur d'onde de la vibration générée, étant de préférence comprise entre 0,9 et 1 fois la demi longueur d'onde.

De préférence, la plaque précitée est en un matériau sélectionné parmi :

- le verre ou un autre matériau transparent;
- 20 - un matériau opaque, notamment un métal, par exemple du cuivre ou de l'aluminium.

Cette dalle à retour tactile convient tout particulièrement à la réalisation de l'interface telle que définie plus haut.

25 L'invention pourra être mieux comprise à la lecture qui va suivre, de la description détaillée d'exemples non limitatifs de mise en œuvre de celle-ci, et à l'examen du dessin annexé, sur lequel :

- les figures 1 et 2 représentent, de façon schématique et partielle, un exemple de dispositif de génération de vibrations avec et sans la dalle à retour tactile respectivement ;
- 30 - la figure 3 est une coupe transversale schématique et partielle de la partie excitatrice de la dalle à retour tactile ;
- les figures 4 et 5 illustrent la mise en vibration de la dalle à retour tactile ;

- la figure 6 est une vue analogue à la figure 4 d'une dalle à retour tactile selon l'état de l'art ;

- la figure 7 illustre de façon schématique un exemple de contrôle par position et de contrôle par texture ;

5 - la figure 8a représente un dispositif 3D porté par un utilisateur ;

- les figures 8b et 8c sont des schémas en blocs d'une chaîne de contrôle selon un exemple de mise en œuvre de l'invention utilisant un dispositif haptique 3D et un système tactile 2D respectivement;

- la figure 9 illustre un exemple d'algorithme de contrôle de l'excitation ; et

10 - la figure 10 illustre un exemple d'interface de génération de motifs tactiles et d'identification d'un utilisateur selon l'invention.

La figure 1 représente un exemple de dispositif 1 selon l'invention, comportant un boîtier 10 ayant un corps 11, fermé supérieurement par une dalle à retour tactile 20 comportant une plaque 21 définissant une surface de contact, équipée d'un écran tactile
15 sous-jacent 24.

La dalle à retour tactile 20 est connectée à un circuit électronique 18 disposé à l'intérieur du boîtier 10 et visible sur la figure 2, laquelle représente le dispositif 1 de la figure 1 sans la dalle.

Le circuit électronique 18 peut comporter, comme illustré, une carte
20 électronique 19, par exemple du type « banana PI », comportant un port de sortie communiquant avec des circuits spécialisés dans le contrôle tactile de la dalle 20, référencés 22 et 23. Le circuit 22 est par exemple un microcontrôleur spécialisé et le circuit 23 une interface de puissance pilotée par le circuit 22 et disposant de sorties permettant d'alimenter avec la puissance nécessaire des transducteurs piézo-électriques 25, visibles
25 sur la figure 1 et disposés par exemple selon une rangée de chaque côté de l'écran 24. La dalle 20 peut comporter comme illustré deux rangées de transducteurs piézo-électriques 25 sur sensiblement toute la hauteur de l'écran.

L'écran 24 est un écran tactile à détection capacitive de la position du doigt. Ainsi, le circuit électronique 18 peut connaître l'emplacement où l'utilisateur appuie sur la
30 dalle tactile et générer en fonction de la localisation du doigt les vibrations correspondant aux motifs tactiles à reproduire, grâce aux transducteurs 25.

On peut utiliser, le cas échéant, un ou plusieurs des transducteurs 25, non pas comme générateurs de vibrations, mais comme capteurs de vibrations de façon à ajuster le signal qui est envoyé aux transducteurs 25 utilisés comme générateurs, afin d'affiner le contrôle de ces derniers. Ces capteurs permettent d'asservir l'amplitude de la vibration à une consigne, en compensant les perturbations venant entre autres de la pression exercée par le doigt.

On a représenté isolément en coupe à la figure 3 un transducteur 25 fixé sur la plaque 21 de la dalle vibrante 20, sous laquelle l'écran tactile 24 est disposé.

Le transducteur 25 comporte une âme 31 en un matériau piézo-électrique et deux couches 27, 29 électriquement conductrices sur ses faces opposées, notamment des couches métalliques qui permettent d'assurer l'alimentation électrique du transducteur 25 et de solliciter électriquement l'âme 31 en matériau piézo-électrique. En variante, lorsque le transducteur 25 est utilisé comme capteur, les couches conductrices permettent de récupérer une tension générée par les contraintes mécaniques appliquées à l'âme 31.

Conformément à un aspect de l'invention, la couche inférieure 27 par laquelle le transducteur 25 est fixé sur la plaque 21 s'étend continûment sous toute l'âme 31, tandis que la couche supérieure est interrompue en 33 de façon à former deux électrodes 34 et 35 qui servent à l'alimentation électrique du transducteur 25.

La zone d'interruption 33 se situe sensiblement au niveau d'un nœud de vibration comme on peut le voir sur la figure 4, qui illustre la déformation de la plaque de substrat 21 lors de l'excitation des transducteurs 25.

Les transducteurs 25 créent tout le long de la plaque de substrat 21, comme on peut le voir à la figure 5, des ondes stationnaires.

Chaque électrode 34 et 35 présente de préférence une longueur, mesurée dans l'axe Y de propagation des vibrations, c'est-à-dire parallèlement aux grands côtés de l'écran dans l'exemple illustré, qui vaut sensiblement une demi-longueur d'onde λ .

On a représenté sur la figure 6 pour comparaison une disposition connue des transducteurs sur la plaque. Selon cette disposition, on utilise des transducteurs disposés par paires de part et d'autre d'un nœud de vibration, les transducteurs étant alimentés électriquement en opposition de phase, avec l'inconvénient de devoir alimenter chacun des transducteurs au niveau de la couche conductrice qui forme l'électrode fixée sur la plaque.

La plaque 21 est par exemple en verre, ou lorsque l'écran est déporté, peut être en un matériau opaque.

La fixation de l'écran 24 sous la plaque 21 peut s'effectuer par exemple à l'aide de zones adhésives. Les vibrations stationnaires générées à l'aide des transducteurs 25 créent une déformation de la plaque 21, représentée schématiquement à la figure 5, avec formation de ventres et de nœuds de vibrations le long de la plaque 21.

Le circuit électronique 18 module l'amplitude de ces vibrations en fonction de la position et/ou de la vitesse de déplacement du doigt de l'utilisateur sur celle-ci, comme cela sera expliqué plus loin.

10 Ainsi, lorsqu'un motif tactile doit être généré, l'amplitude de vibration est modulée en fonction du temps, tandis que lorsqu'aucun motif ne doit être généré, l'amplitude de vibration est constante ou nulle.

Les nœuds de vibration de la plaque 21 étant localisés au même endroit quelle que soit l'amplitude de vibration de la plaque 21, on profite avantageusement de la présence de ces nœuds pour assurer la fixation de la dalle 20 sur l'écran 24 grâce à un adhésif disposé localement sous les nœuds de vibration entre la plaque 21 et l'écran 24. Cet adhésif est par exemple disposé sous la forme de bandes minces et étroites, l'adhésif étant par exemple un film mince double face adhésif.

La fréquence d'excitation des transducteurs 25 dépend des dimensions de la dalle tactile 20, et de la longueur d'onde des vibrations générées. Cela conduit par exemple à une fréquence d'excitation aux alentours de 60 kHz.

On a représenté sur la figure 7 par des bandes sombres 61 des premières zones de la dalle à retour tactile 20 qui génèrent une perception, par l'utilisateur déplaçant son doigt F selon une direction D, de surfaces présentant une rugosité élevée par opposition aux bandes blanches 62 qui sont perçues comme des surfaces glissantes par le doigt F. Pour générer la surface rugueuse au sein d'une bande sombre, l'amplitude des vibrations est par exemple nulle tandis qu'au sein d'une bande blanche, l'amplitude est non nulle. L'ensemble des premières zones qui alternent avec les deuxièmes zones constitue un motif tactile de fréquence spatiale $1/\alpha$.

30 On a schématisé sur la figure 7 par des points P1 les frontières de perception par l'utilisateur du passage d'une première zone à une deuxième zone ou l'inverse. De ce fait, lorsque l'utilisateur déplace son doigt F selon la direction D et qu'il passe d'une

deuxième zone à une première zone, il perçoit une résistance au déplacement de son doigt du fait de l'augmentation de la rugosité et inversement lorsqu'il passe de la première zone à la deuxième zone.

5 Le dispositif 1 est agencé de telle sorte que lorsque le doigt F se déplace lentement sur la dalle 20 dans la direction D, le contrôle des vibrations s'effectue par position, c'est-à-dire que l'on pilote l'amplitude des vibrations de la dalle uniquement en fonction de la position absolue du doigt. L'amplitude est alors modulée de façon à ce que lorsque l'on détecte que la position du doigt correspond à l'arrivée à la frontière entre une bande glissante et une bande rugueuse, l'amplitude des vibrations augmente pour générer
10 la sensation d'une zone glissante et lorsque l'on détecte que le doigt quitte la zone glissante, l'amplitude des vibrations est ramenée à 0. La détection de la position du doigt F s'effectue par exemple grâce à l'information fournie par l'écran tactile 24, mais la position du doigt F pourrait être détectée autrement encore, par exemple par un capteur optique approprié.

15 Selon un aspect de l'invention, le contrôle de vibration de la dalle à retour tactile 20 tient compte également de la vitesse de déplacement du doigt F sur celle-ci. En effet, lorsque la densité du motif tactile devient plus élevée, c'est-à-dire que les bandes de la figure 7 deviennent plus fines et rapprochées, il devient difficile de détecter avec une bonne résolution la position absolue du doigt F compte-tenu de la bande passante et de la
20 précision de détection de cette position. Dans ce cas, on effectue un contrôle par texture, avec modulation du frottement du doigt sur la surface à retour tactile en fonction de la vitesse du doigt de façon à faire en sorte que l'utilisateur perçoive une fréquence de changement de glissant à rugueux qui soit la même que dans le cas du contrôle par position. La phase du signal tactile n'a alors plus d'importance.

25 L'approche utilisée et décrite ci-après permet de gérer les deux types de motifs tactiles, à savoir peu dense et dense. Cette approche est avantageusement mise en œuvre pour générer plusieurs motifs au sein de régions respectives de la dalle à retour tactile 20.

Une texture étant définie selon l'invention par un signal tactile caractérisé par une période spatiale inférieure à 8 mm, on y associe ce qu'on appelle un « taxtel », c'est-à-dire un petit élément de chemin parcouru par le doigt où la phase du signal tactile n'a pas
30 d'importance. La longueur maximale d'un taxtel est inférieure à 8mm.

On définit pour le dispositif 1 un pavage de taxtels, par exemple carrés ou rectangulaires, dont la diagonale est inférieure à 8mm, par exemple des carrés de taille 5 x 5mm.

Le dispositif 1 permet de générer un ou plusieurs motifs tactiles à des emplacements prédéfinis de la plaque 21. Le ou les motifs à générer sont par exemple mémorisés au sein de grilles (encore appelées « cartes ») de taxtels, qu'on a illustrées schématiquement aux figures 8b et 8c par un bloc 41. Chaque taxtel code une texture. Les taxtels sont liés les uns aux autres par une notion de phase. En particulier, le passage d'un taxtel à un autre, lorsqu'ils sont associés à une même texture, assure la continuité de la phase au sein de la texture-On conserve ainsi la phase relative d'un taxtel à un autre, mais non la phase absolue, liée à la position, de la texture.

Le dispositif 1 détecte la position Px du doigt, ce qui correspond à l'étape 100 à la figure 9, et sélectionne le taxtel correspondant, associé à la position, à l'étape 102. La vitesse du doigt peut être estimée à l'étape 101.

L'opération de sélection du taxtel est schématisée par le bloc 42 sur les figures 8b et 8c.

Le taxtel code une texture qui dépend de la vitesse V du doigt, ce que l'on a schématisé par le bloc 40 sur les figures 8b et 8c.

Si l'on prend l'exemple d'un dispositif 2D dont la surface est décomposée en taxtels, la relation liant l'amplitude A(t) de la stimulation de la pulpe du doigt à effectuer en fonction de la vitesse est par exemple donnée à l'équation 1 :

$$A(t) = B_1 \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sin \left(2\pi \frac{\int v dt}{PS_1} + \Phi_1 \right) \right) + C_1 \quad (1)$$

avec B₁ et C₁ des constantes permettant de régler l'amplitude des variations de la stimulation et son niveau moyen, t le temps, v la vitesse du doigt estimée et Φ₁ la phase de la texture, et PS₁ <8mm la période spatiale de la texture. Il est à noter que $\int v dt$ ne représente pas la position du doigt, car la vitesse estimée v est entachée d'erreurs. A chaque nouvelle acquisition de la position du doigt, la vitesse est estimée, et elle permet de déterminer le taxtel dans lequel se trouve le doigt.

Deux cas sont à considérer, comme illustré par le bloc 103 à la figure 9 :

- le doigt se trouve sur un taxtel associé à la même texture que précédemment : la relation $A(t)$ demeure inchangée, et la phase Φ_1 garde la même valeur,

- le doigt se trouve sur un taxtel associé à une autre texture que précédemment : la relation (1) est rafraîchie à l'étape 104 pour devenir par exemple :

$$A(t) = B_2 \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sin \left(2\pi \frac{\int v dt}{PS_2} + \Phi_2 \right) \right) + C_2 \quad (2)$$

5 La valeur de phase Φ_2 est alors initialisée à ce moment là (étape 105), à une valeur que l'on juge convenable. Par exemple, on peut choisir la valeur de Φ_2 de telle sorte que la grandeur $A(t)$ soit continue au passage du taxtel ; on peut aussi décider de la choisir nulle. PS_2 est la période spatiale associée à la nouvelle texture.

10 Cette approche permet de reproduire des textures de densités faibles, sans changer l'algorithme tel que défini par l'équation 1. En effet, pour des textures de densité faible, c'est à dire plus grande que la dimension d'un taxtel, il suffit de définir des valeurs de B_1 et B_2 nulles ; la stimulation est alors constante (définie par C_1 et C_2) par zone de taxtels. Une texture périodique pourra être reproduite par l'alternance de ces zones. Automatiquement, le contrôle devient un contrôle en position.

15 Dans le cas d'un dispositif haptique 3D 90, l'amplitude $A(t)$ de la stimulation de la pulpe du doigt à effectuer est transmise au dispositif haptique 70, comme illustré à la figure 8b. Ce dispositif peut être porté par un utilisateur, par exemple sur son doigt, comme illustré à la figure 8a, à la manière d'un dé à coudre, ou encore sous forme d'un bras articulé ou d'un gant muni de capteurs de position qui communiquent à un appareil 80 les
20 mouvements de l'utilisateur. Le dispositif 70 est relié à l'appareil 80 mesurant la position et la vitesse du doigt et à un casque 75 de réalité virtuelle.

Dans le cas d'un système tactile 2D, comme illustré à la figure 8c, le dispositif 1 comporte une boucle à rétroaction 43 qui permet de générer les ondes stationnaires avec une amplitude qui est commandée par un signal 44 en fonction du motif à reproduire, en
25 vue de produire la stimulation de la pulpe recherchée. Le signal de commande de l'amplitude des vibrations s'effectue en fonction d'entrées que sont la position P_x du doigt dans la direction D et la vitesse V du doigt dans cette direction, comme expliqué précédemment. Le cas échéant, le signal dépend également de la force normale F_n d'appui du doigt, comme illustré à la figure 8c.

Le contrôle hybride tel qu'il vient d'être décrit peut trouver de nombreuses applications. Un exemple d'application va maintenant être décrit en référence à la figure 9 sur laquelle on a représenté une interface 3 pouvant servir à permettre à un utilisateur d'entrer un code de façon discrète.

5 La figure 10 illustre une interface 3 de génération de motifs tactiles selon l'invention. Cette interface 3 comprend une surface à retour tactile 60 sur laquelle un utilisateur peut déplacer un doigt pour percevoir un motif tactile, un écran 24 présentant des éléments de codage d'information 65, en l'occurrence des chiffres, associés à des représentations graphiques 47 de motifs tactiles susceptibles d'être générés et des moyens
10 de sélection 48, 51, 52 permettant à un utilisateur de l'interface de sélectionner une représentation graphique 47 de ce qui est perçu.

Dans l'exemple illustré, la surface à retour tactile 60 est divisée en deux régions distinctes 45 et 46 dans chacune desquelles un motif tactile est susceptible d'être généré.

15 Une représentation graphique 47 sur l'écran 24 a aussi deux régions distinctes 49, 50, chacune de ces régions exprimant une présence ou une absence de motif tactile généré.

Une présence de motif tactile est représentée par un ensemble de traits plus ou moins larges et plus ou moins espacés les uns des autres.

20 Pour un motif dense, comme celui associé au chiffre « 1 », les traits sont fins et rapprochés les uns des autres et pour un motif de faible densité, comme celui associé au chiffre « 4 », les traits sont larges et éloignés les uns des autres.

Par exemple, la représentation graphique 47 du motif associé au chiffre « 3 » correspond à un motif dense dans la région droite du demi-disque inférieur qui sera généré
25 dans la région droite 46 de la surface à retour tactile 60. Aucun motif ne sera généré dans la région gauche 45.

Dans cet exemple, les moyens de sélection sont la touche 48 « OK » permettant de valider un choix de l'utilisateur et les deux flèches 51 et 52 permettant à l'utilisateur de se déplacer d'un chiffre à un autre.

30 Le moyen de sélection peut aussi être, dans un autre exemple, un interrupteur, un clavier, une interface à reconnaissance gestuelle et/ou vocale, etc.

Le procédé permettant à l'utilisateur d'entrer des informations, mettant en œuvre l'interface 3, commence par l'étape a) de génération sur la surface à retour tactile 60 d'au moins un motif tactile à percevoir. Cette génération est de préférence aléatoire.

5 En fonction des sensations perçues et des représentations graphiques des motifs tactiles qu'il voit sur l'écran 24, l'utilisateur devine le chiffre dont il est question. Ce chiffre est le chiffre de départ à partir duquel il doit utiliser les flèches 51 et 52, pour aller vers le chiffre correspondant au premier chiffre de son code d'identification.

Ensuite, il valide sa sélection par la touche « OK ». L'étape b) du procédé consiste à détecter cette sélection.

10 L'utilisateur réitère la perception et la sélection jusqu'à saisie du code en entier.

Le procédé d'authentification comprend la comparaison entre la sélection effectuée et des données attendues préenregistrées dans une base de données.

15 Le procédé comprend également la génération d'une information d'authentification de l'utilisateur sur la base du résultat de la comparaison. Si la sélection effectuée est identique aux données attendues, l'utilisateur est authentifié.

Les étapes de comparaison et de génération d'une information d'authentification peuvent se faire soit après chaque sélection soit après saisie complète du code d'identification.

20 Par exemple, si le code d'identification est « 4256 » et le premier motif généré sur la surface à retour tactile correspond au chiffre « 3 », l'utilisateur doit se déplacer d'un cran avec la flèche de droite 51 pour arriver au chiffre « 4 » dont il pourra percevoir les motifs tactiles associés. Quand l'utilisateur valide sa sélection, l'interface 3 lui permet de continuer à saisir son code. Comme il se trouve sur le chiffre « 4 », il devra appuyer deux
25 fois sur la flèche de gauche 52 ou quatre fois sur la flèche de droite 51 pour arriver au chiffre « 2 » qui est l'information suivante à entrer, et ainsi de suite, jusqu'à saisie complète du code. Si cette saisie est correcte, l'utilisateur est authentifié.

Le procédé selon l'invention rend ainsi impossible l'interception visuelle et/ou auditive du code d'identification.

30 L'invention s'applique au domaine de l'haptique d'une façon générale, et en particulier à l'identification d'un utilisateur par un code notamment dans les lieux publics.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits.

Par exemple, la modulation du frottement peut se faire en modulant l'adhérence électrostatique entre le doigt et la surface par l'application d'un courant
5 électrique.

Dans le cas où le moyen de sélection est constitué d'une seule touche, l'interface peut générer d'une façon successive les motifs tactiles à percevoir par l'utilisateur. Celui-ci n'appuie alors sur la touche de sélection que lorsqu'il ressent le motif tactile dont la représentation graphique est à sélectionner.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour générer au moins un motif tactile avec un dispositif à retour tactile (70) ayant un espace actif au sein duquel un utilisateur peut déplacer son doigt (F) pour ressentir le motif tactile, la perception du motif étant provoquée par la modulation de l'excitation mécanique de la pulpe du doigt par un élément excitateur, le procédé comportant les étapes consistant à :
- détecter (100) la position du doigt (F) dans l'espace actif;
 - calculer (101) la vitesse (v) du doigt,
 - déterminer (102) pour chaque position du doigt détectée un taxtel associé au sein d'une grille de taxtels prédéfinie, chaque taxtel ayant une valeur de texture associée qui dépend du motif tactile à reproduire, chaque taxtel étant de plus grande dimension inférieure ou égale à 8 mm,
 - générer (103, 104, 105) en fonction de la valeur de texture associée à ce taxtel un signal de commande de l'élément excitateur, ce signal d'excitation étant dépendant de la vitesse du doigt au moins pour les motifs tactiles les plus denses à reproduire.
2. Procédé selon la revendication 1, la modulation de l'excitation mécanique de la pulpe du doigt s'effectuant par la modulation du frottement du doigt (F) sur une surface à retour tactile (60) via la modulation d'une excitation vibratoire et/ou électrique de la surface (60).
3. Procédé selon la revendication précédente, la modulation du frottement se faisant par électro-adhésion ou par vibration ultrasonique.
4. Procédé selon l'une des deux revendications précédentes, la surface à retour tactile (60) se superposant au moins partiellement à un écran (24).
5. Procédé selon la revendication précédente, l'écran (24) présentant une représentation graphique (47) d'un motif tactile généré.
6. Procédé selon l'une des deux revendications précédentes, l'écran (24) affichant des informations en lien avec les motifs tactiles générés.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, la surface à retour tactile (60) ayant une pluralité de régions distinctes (45, 46) dans chacune desquelles un motif tactile est susceptible d'être généré.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel on détermine si un taxtel correspondant à une position nouvellement détectée du doigt code une texture identique à celle du taxtel associé à la position du doigt précédemment détectée, et dans la négative on procède à un rafraîchissement du signal de commande.

5 9. Procédé selon la revendication 8, le signal de commande étant tel que l'amplitude de la stimulation $A(t)$ de la pulpe du doigt soit de la forme :

$$A(t) = B_1 \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sin \left(2\pi \frac{\int v dt}{PS_1} + \Phi_1 \right) \right) + C_1 \quad (1)$$

avec B_1 et C_1 des constantes permettant de régler l'amplitude des variations de la stimulation et son niveau moyen, t le temps, v la vitesse du doigt estimée, Φ_1 la phase de la texture, et $PS_1 < 8\text{mm}$ la période spatiale de la texture.

10 10. Procédé selon les revendications 8 et 9, dans lequel lors dudit rafraîchissement du signal de commande, la relation (1) est rafraîchie pour devenir :

$$A(t) = B_2 \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sin \left(2\pi \frac{\int v dt}{PS_2} + \Phi_2 \right) \right) + C_2 \quad (2)$$

avec B_2 et C_2 des constantes permettant de régler l'amplitude des variations de la stimulation et son niveau moyen

15 et dans lequel la valeur de phase Φ_2 est initialisée à une valeur telle que la grandeur $A(t)$ soit continue au passage du taxtel précédent au nouveau ou est choisie nulle.

11. Dispositif (1, 3, 90) pour générer au moins un motif tactile, notamment pour la mise en œuvre d'un procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant :

20 - un dispositif à retour tactile ayant un espace actif 3D ou 2D au sein duquel un utilisateur peut déplacer son doigt (F) pour ressentir le motif tactile, la perception du motif étant provoquée par la modulation de l'excitation mécanique de la pulpe du doigt, et des moyens (18) pour :

- détecter la position du doigt (F) dans l'espace actif;
- calculer la vitesse du doigt,

- déterminer pour chaque position du doigt détectée un taxtel associé au sein d'une grille de taxtels prédéfinie, chaque taxtel ayant une valeur de texture associée qui dépend du motif tactile à reproduire, chaque taxtel étant de plus grande dimension inférieure ou égale à 8 mm,

5 - générer en fonction de la valeur de texture associée à ce taxtel un signal de commande de l'élément excitateur, ce signal d'excitation étant dépendant de la vitesse du doigt au moins pour les motifs tactiles les plus denses à reproduire.

12. Dispositif selon la revendication précédente, dans lequel le dispositif à retour tactile est un dispositif portable par l'utilisateur, tel qu'une pince de doigt ou un
10 gant, ayant un espace actif 3D, la perception du motif étant provoquée par la modulation de l'excitation mécanique de la pulpe du doigt par un élément excitateur tel qu'un électro-aimant.

13. Dispositif selon la revendication 11, sous forme d'une interface (3), comprenant :

15 - un dispositif à retour tactile ayant un espace actif 2D sous forme d'une surface à retour tactile (60) sur laquelle un utilisateur peut déplacer son doigt (F) pour ressentir au moins un motif tactile, la perception du motif étant provoquée par la modulation de l'excitation mécanique de la pulpe du doigt sur la surface à retour tactile (60) via la modulation d'une excitation vibratoire et/ou électrique de la surface (60);

20 - un écran tactile (24) présentant au moins une représentation graphique (47) d'un motif tactile susceptible d'être généré,

- au moins un moyen de sélection (48 ;51 ;52) permettant à un utilisateur de l'interface (3) de sélectionner une représentation graphique (47) de ce qui est perçu.

14. Dispositif selon la revendication précédente, la modulation de l'excitation
25 mécanique de la pulpe du doigt s'effectuant par la modulation du frottement du doigt sur la surface à retour tactile (60).

15. Dispositif selon l'une des revendications 13 ou 14, l'écran tactile (24) présentant plusieurs représentations graphiques (47) de motifs tactiles susceptibles d'être
générés.

30 16. Dispositif selon l'une des revendications 13 à 15, la surface à retour tactile (60) et l'écran tactile (24) étant séparés.

17. Dispositif selon l'une des revendications 13 à 16, ledit au moins un moyen de sélection (48 ;51 ;52) étant affiché sur l'écran (24).

18. Dispositif selon l'une des revendications 13 à 17, la surface à retour tactile (60) ayant une pluralité de régions distinctes (25, 27) dans chacune desquelles un motif tactile est susceptible d'être généré.

19. Dispositif selon l'une des revendications 13 à 18, une représentation graphique (47) ayant autant de régions distinctes (49, 50) que la surface à retour tactile (60), chacune de ces régions exprimant une présence ou une absence de motif tactile généré.

20. Dispositif selon l'une des revendications 13 à 19, une présence de motif tactile étant représentée par un ensemble de traits plus ou moins larges et plus ou moins espacés les uns des autres.

21. Dispositif selon l'une des revendications 13 à 20, les traits étant disposés transversalement, ou mieux perpendiculairement, à la direction de déplacement du doigt (F).

22. Dispositif selon l'une des revendications 13 à 21, ledit au moins un moyen de sélection étant une touche de validation (48) et/ou au moins une touche de navigation (51 ;52).

23. Dispositif selon l'une des revendications 13 à 22, étant configuré pour afficher sur l'écran plusieurs éléments de codage d'information (65), notamment sous forme de caractères.

24. Dispositif selon l'une des revendications 13 à 23, étant configuré pour générer aléatoirement au moins un motif tactile correspondant à l'un des éléments de codage d'information (65) sur la surface à retour tactile (60).

25. Dispositif selon l'une des revendications 23 ou 24, étant configuré pour permettre à l'utilisateur de naviguer entre les éléments de codage d'information (65) jusqu'à celui qu'il cherche à sélectionner.

26. Dispositif selon l'une des revendications 23 ou 24, étant configuré pour permettre à l'utilisateur, suite à la reconnaissance du motif tactile perçu, de sélectionner, via ledit au moins un moyen de sélection, l'élément de codage d'information (65) correspondant.

27. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 26, la surface à retour tactile (60) ou au moins une de ses régions distinctes (25, 27) étant une dalle vibrante (20) à retour tactile comportant :

- une plaque (21) définissant une surface de contact ; et

5 - au moins un transducteur piézoélectrique (25) comportant un matériau piézoélectrique (31) disposé entre deux couches électriques conductrices (27, 29), dont l'une (27) est fixée à la plaque de substrat (21),

la couche (29) opposée à celle fixée à la plaque de substrat (21) étant interrompue pour former deux électrodes d'alimentation (34, 35) du transducteur (25).

10 28. Dispositif selon la revendication précédente, la couche interrompue (29) de la dalle vibrante (20) étant interrompue dans une zone (33) correspondant à un nœud de vibration.

29. Dispositif selon l'une des deux revendications précédentes, la longueur d'une électrode d'alimentation de la dalle vibrante (20) étant voisine d'une demi-longueur
15 d'onde de la vibration générée.

30. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 27 à 29, la plaque (21) de la dalle (20) étant en un matériau sélectionné parmi :

- le verre ou un autre matériau transparent; et

- un matériau opaque, notamment un métal.

20 31. Procédé permettant à un utilisateur d'entrer des informations, en mettant en œuvre le dispositif sous forme d'interface (3) selon l'une quelconque des revendications 13 à 30, comprenant :

25 a) la génération sur la surface à retour tactile (60) d'au moins un motif tactile à percevoir par un utilisateur de l'interface (3) à l'aide du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10; et

b) la détection d'une sélection par l'utilisateur d'une représentation graphique (47) affichée sur l'écran (24) de l'interface (3).

32. Procédé selon la revendication précédente, comprenant la comparaison entre la sélection effectuée et des données attendues.

30 33. Procédé selon la revendication précédente, comprenant la génération d'une information d'authentification de l'utilisateur sur la base du résultat de la comparaison.

34. Procédé selon l'une quelconque des revendications 31 à 33 et mettant en œuvre le dispositif sous forme d'interface (3) selon la revendication 22, l'utilisateur appuyant sur ladite au moins une touche de navigation (51 ;52) pour passer de la perception d'un motif tactile à un autre.

5 35. Procédé selon l'une quelconque des revendications 31 à 34 et mettant en œuvre le dispositif sous forme d'interface (3) selon la revendication 22, l'utilisateur validant la sélection en appuyant sur la touche de validation (48).

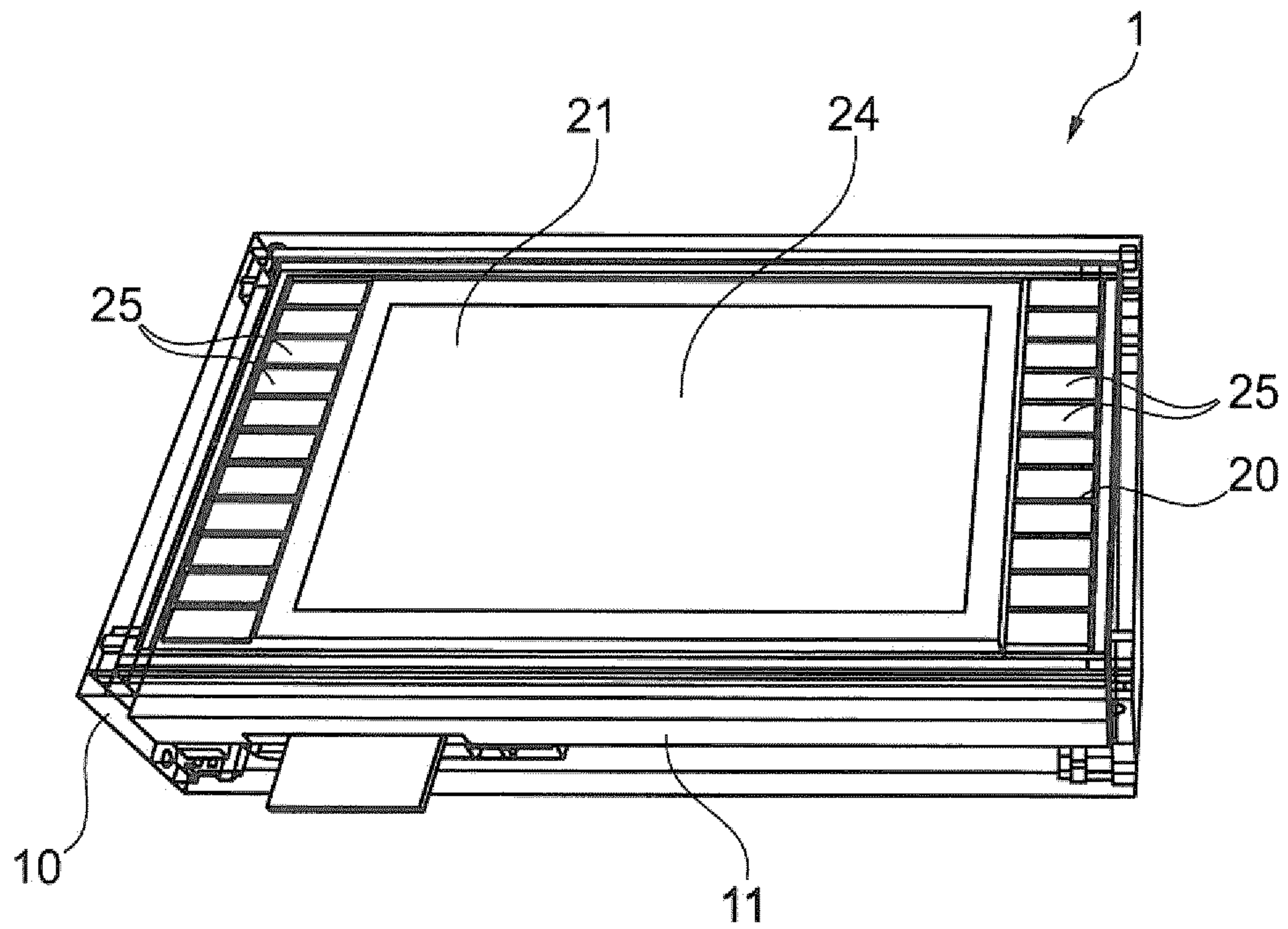


Fig. 1

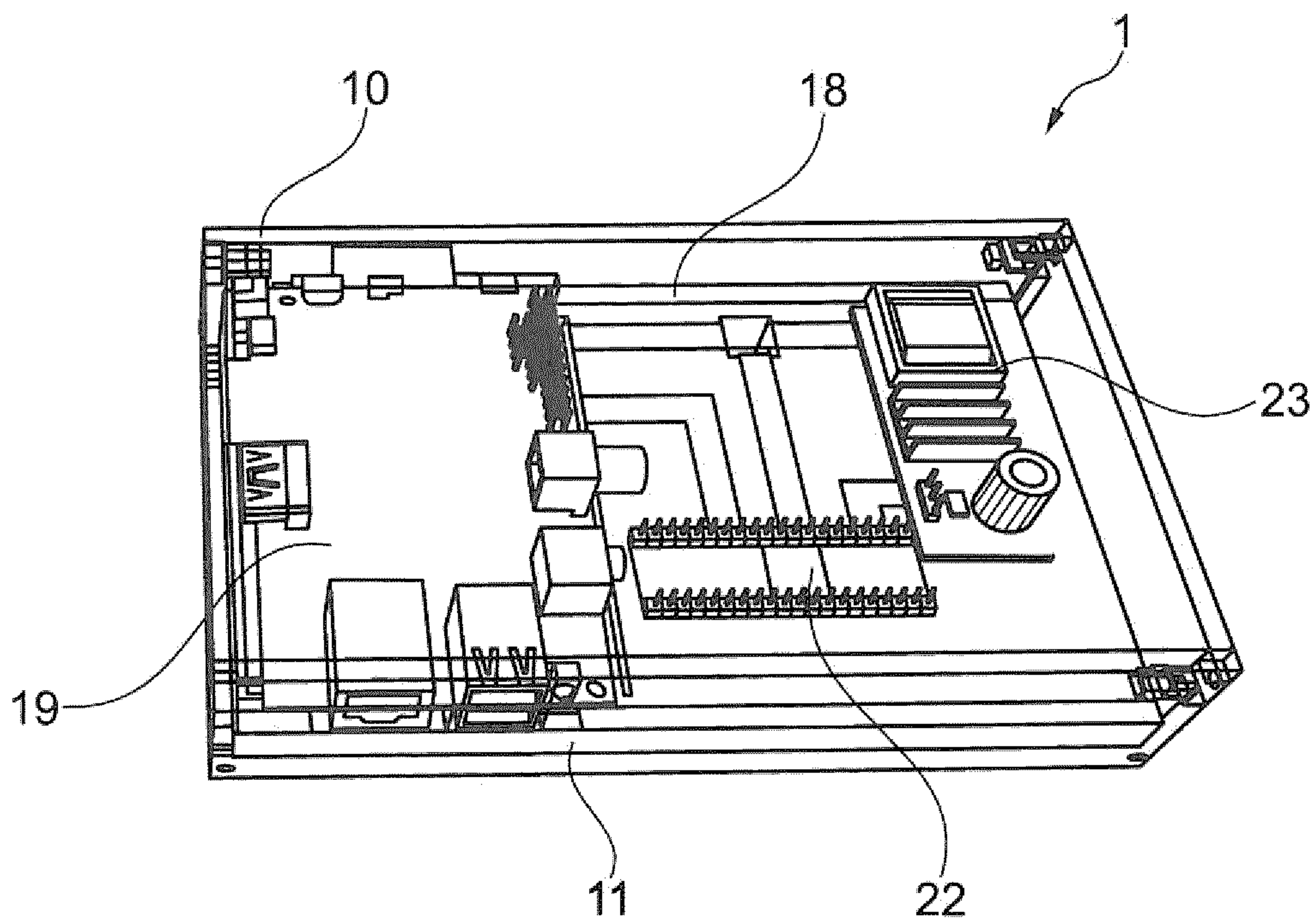


Fig. 2

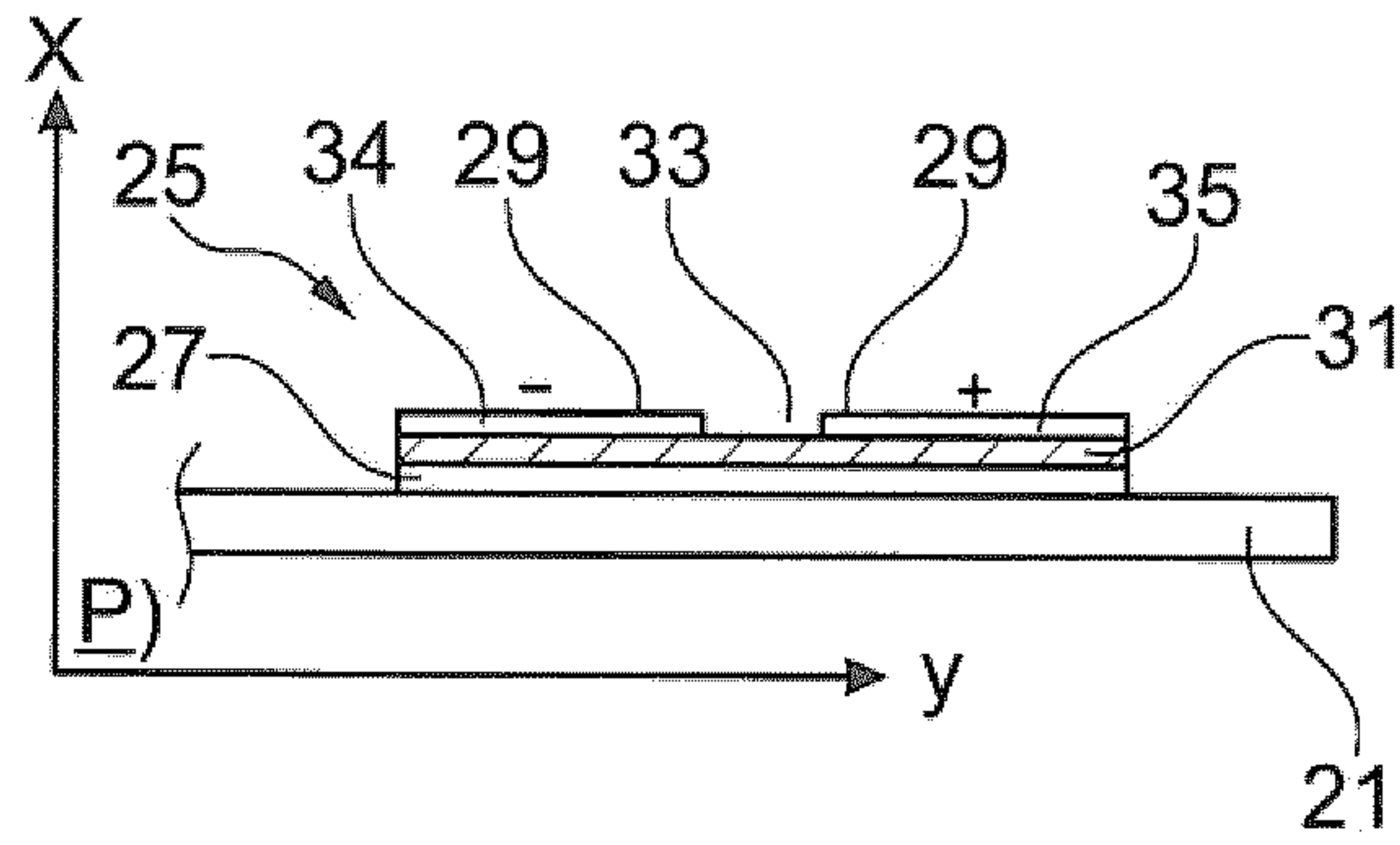


Fig. 3

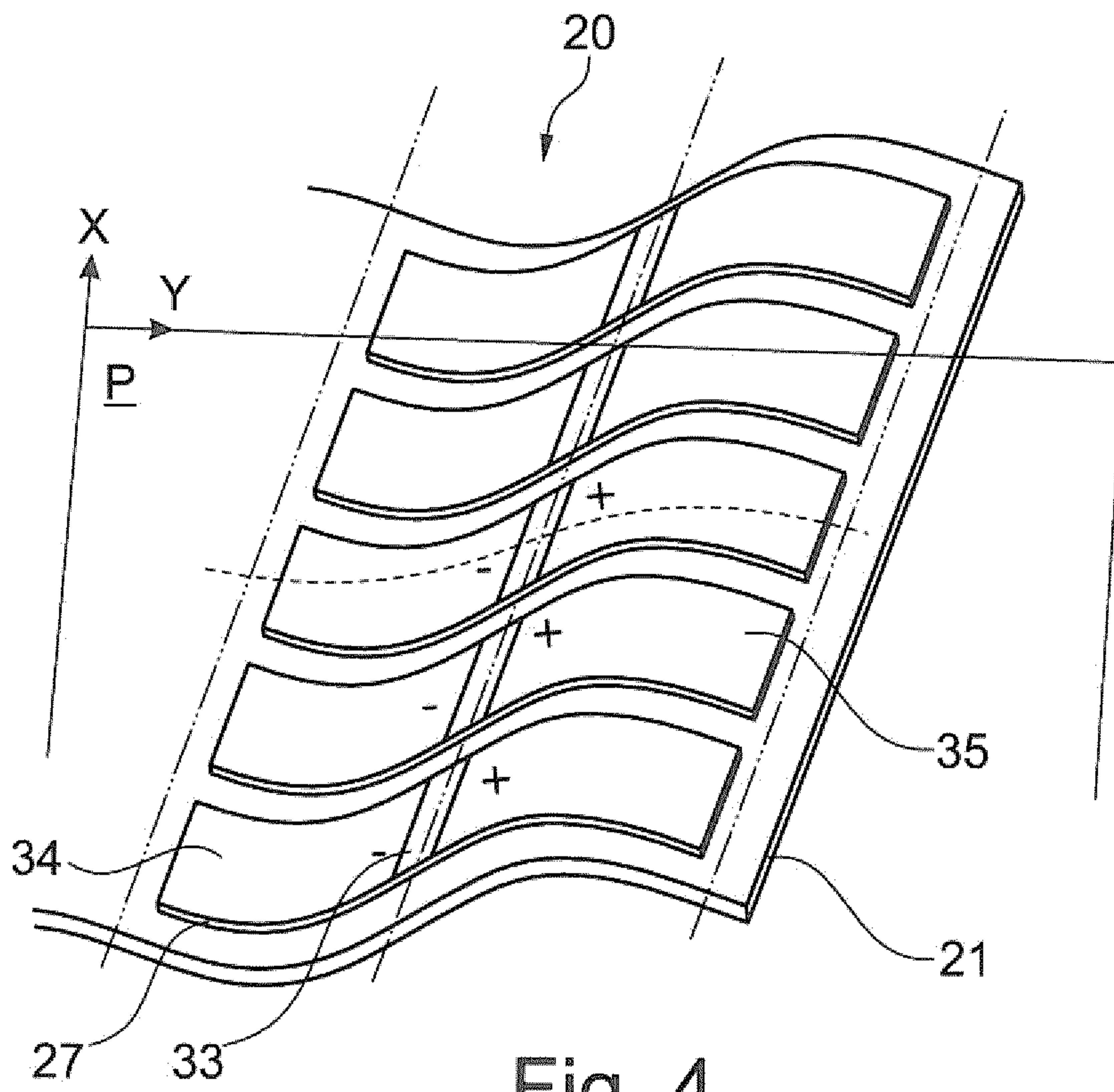


Fig. 4

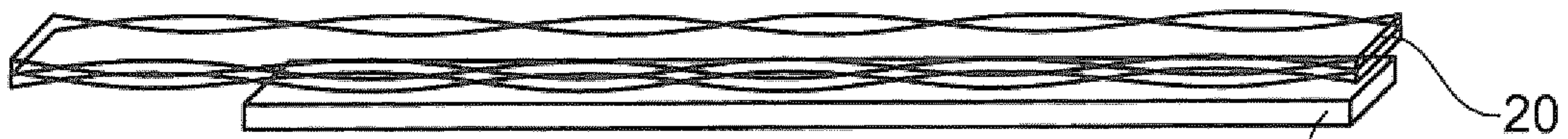


Fig. 5

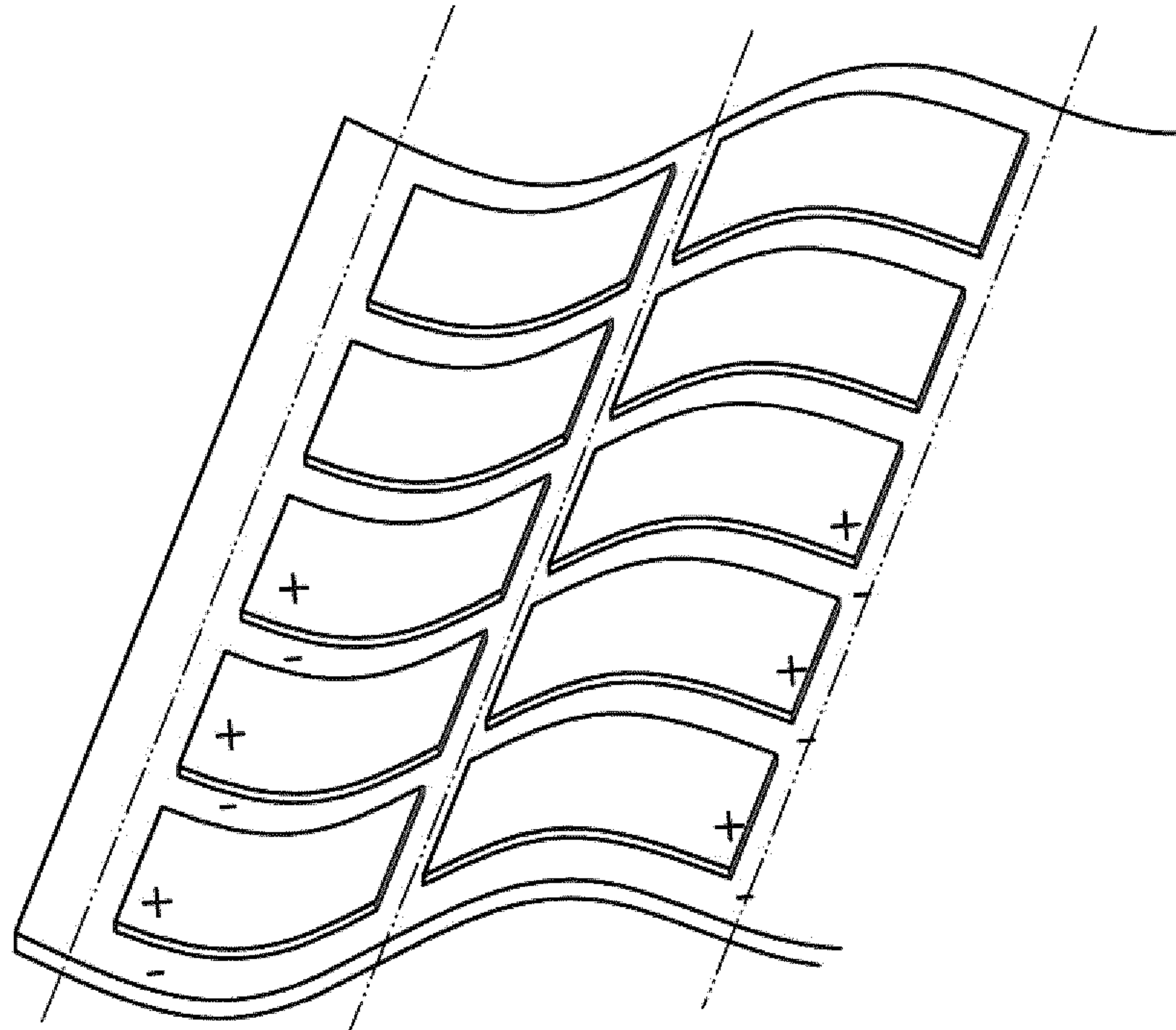


Fig. 6
ETAT DE L'ART

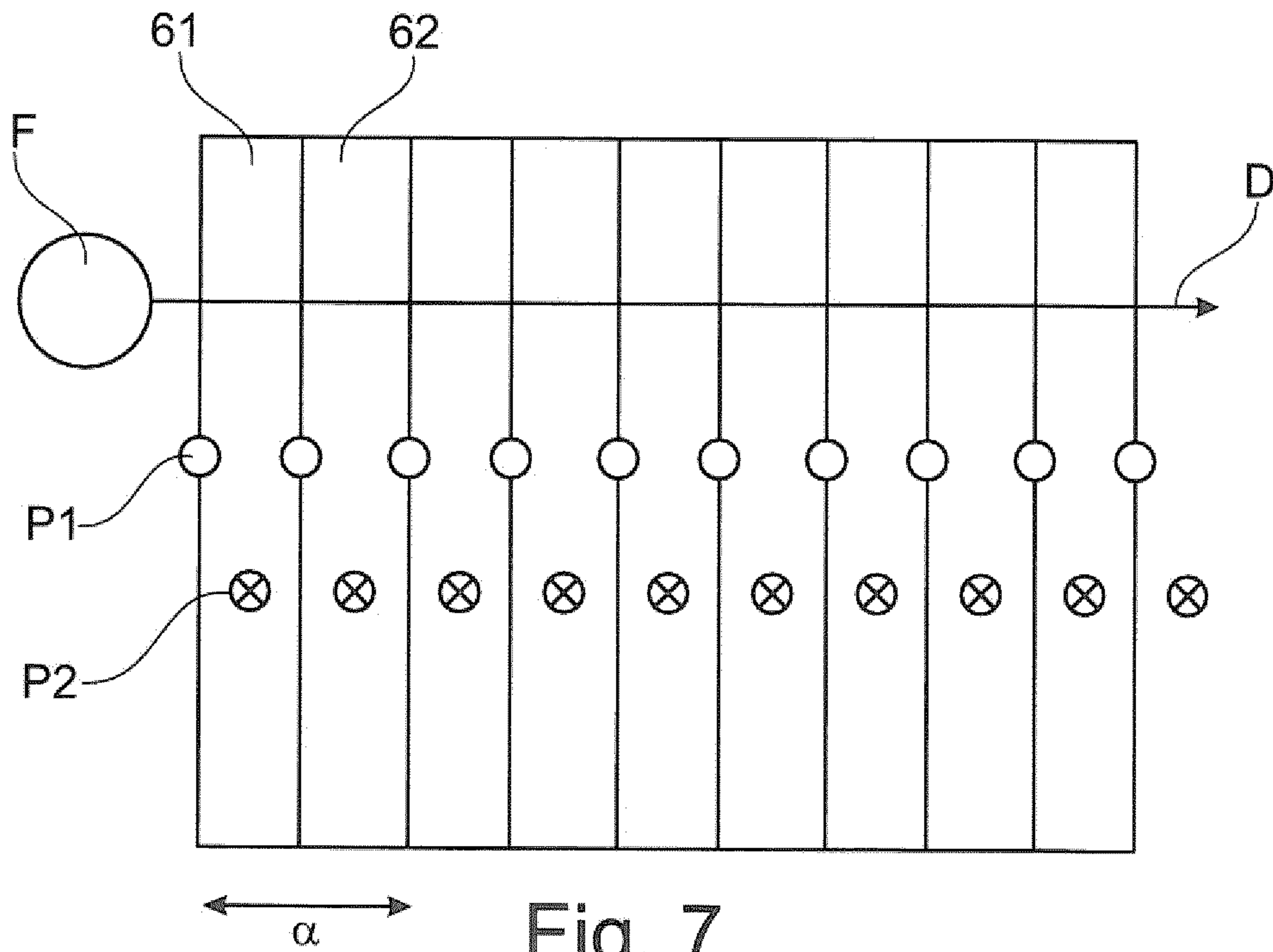


Fig. 7

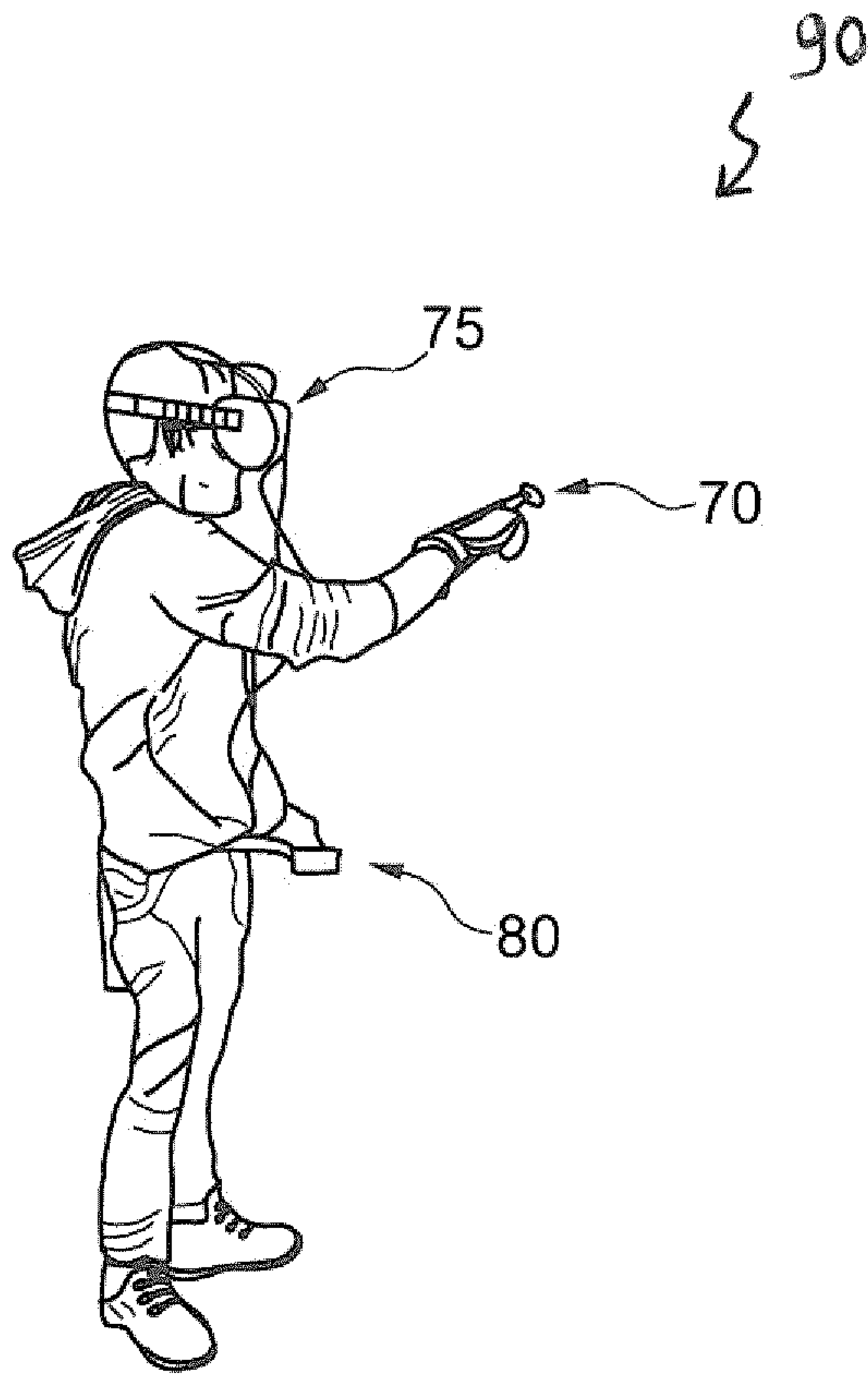


Fig. 8a

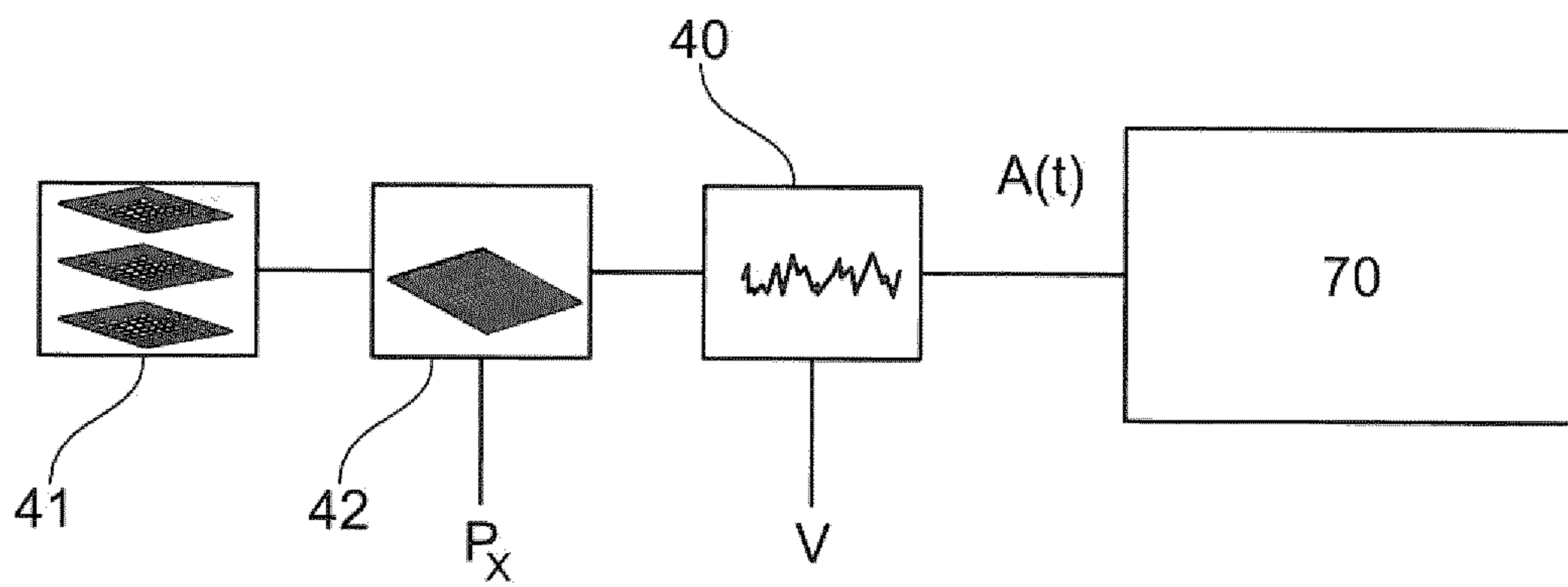


Fig. 8b

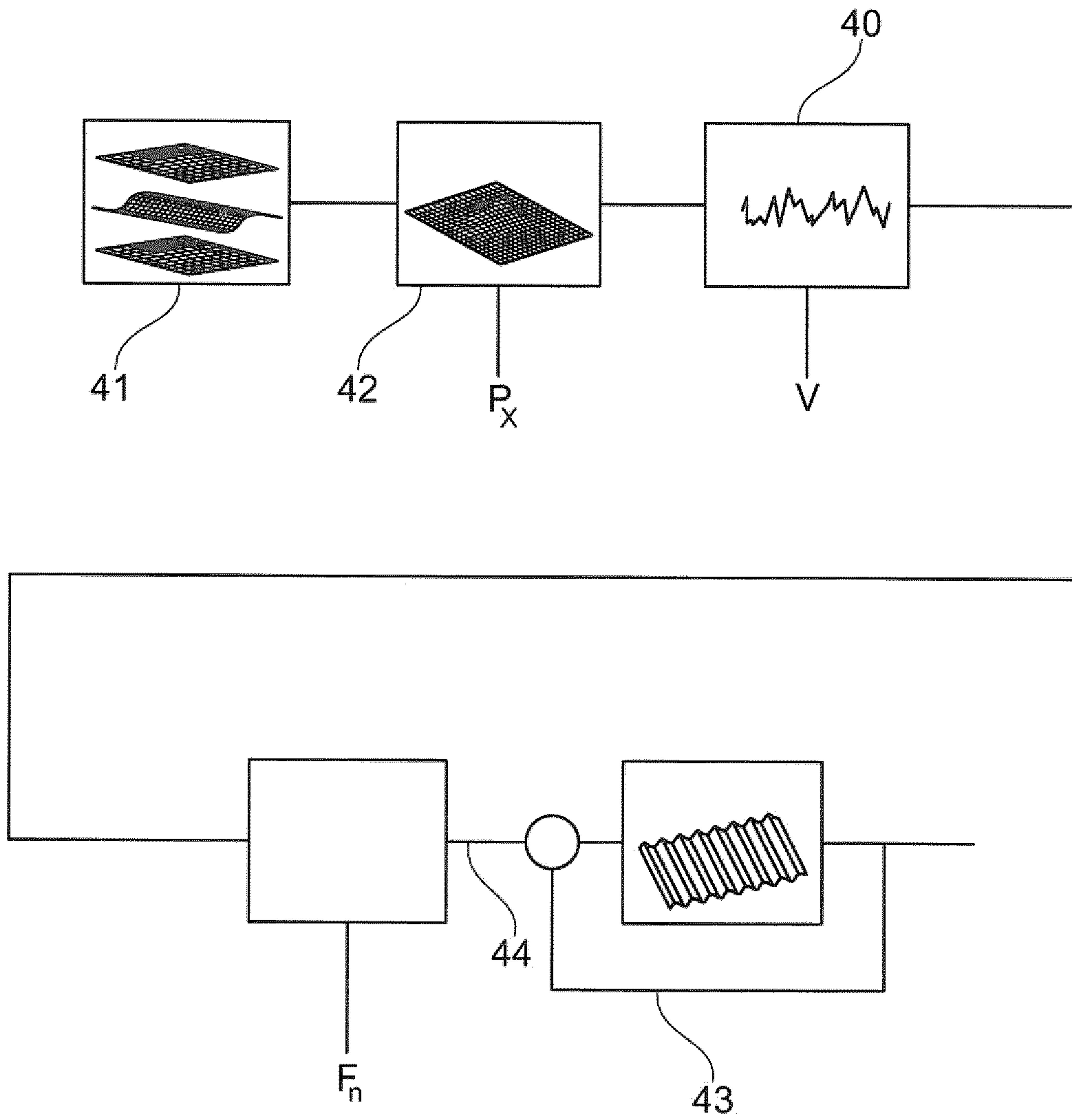


Fig. 8c

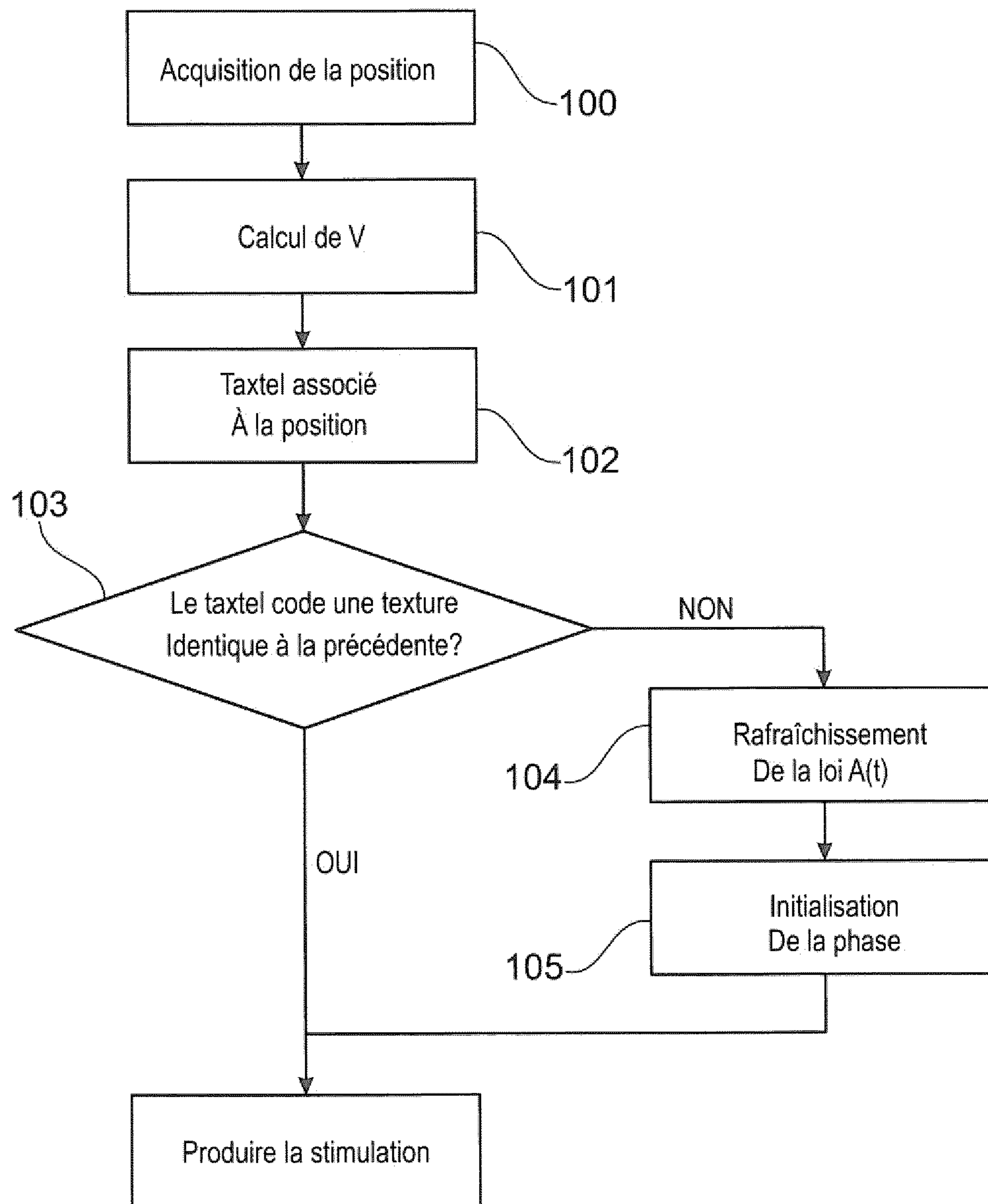


Fig. 9

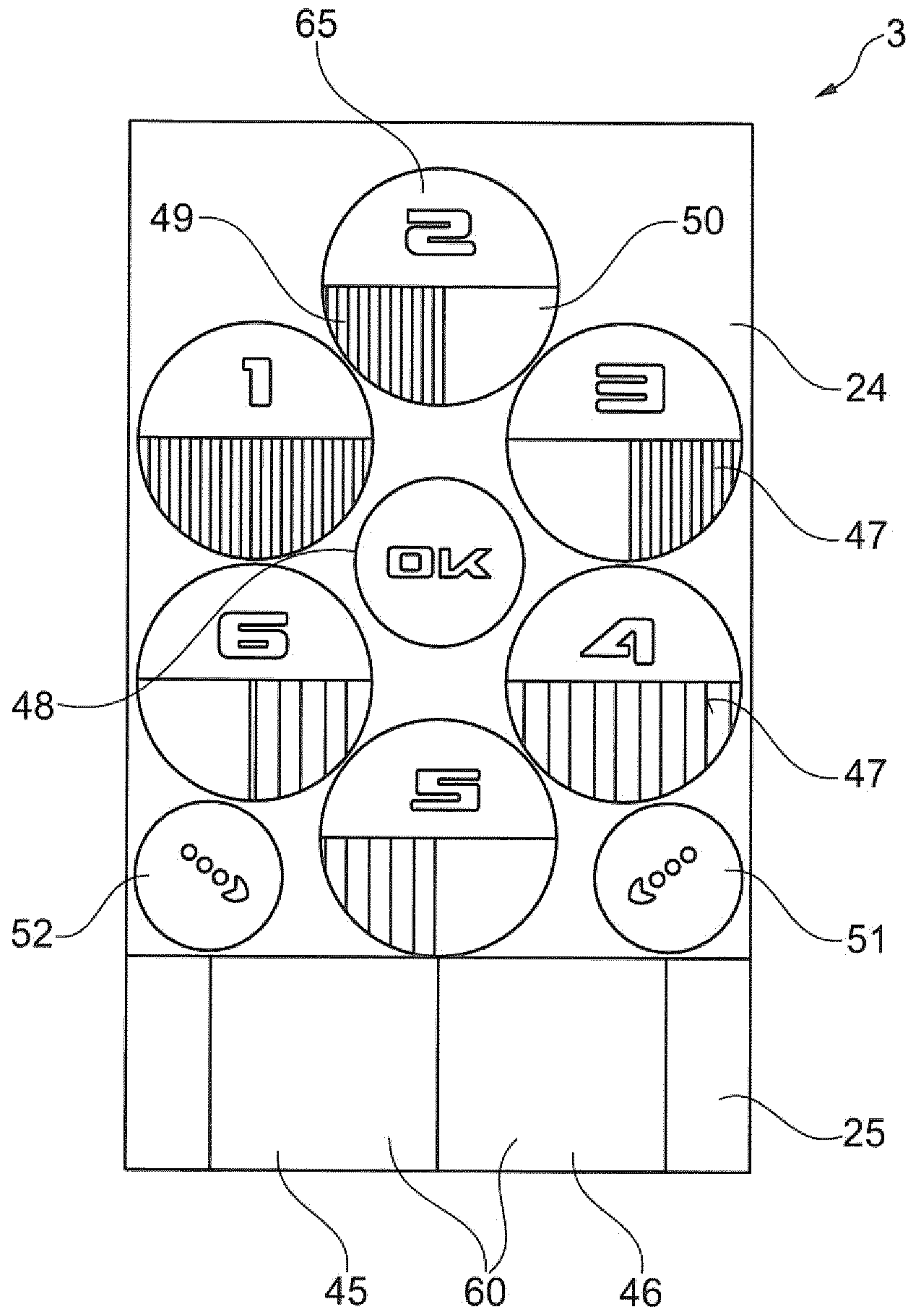


Fig. 10

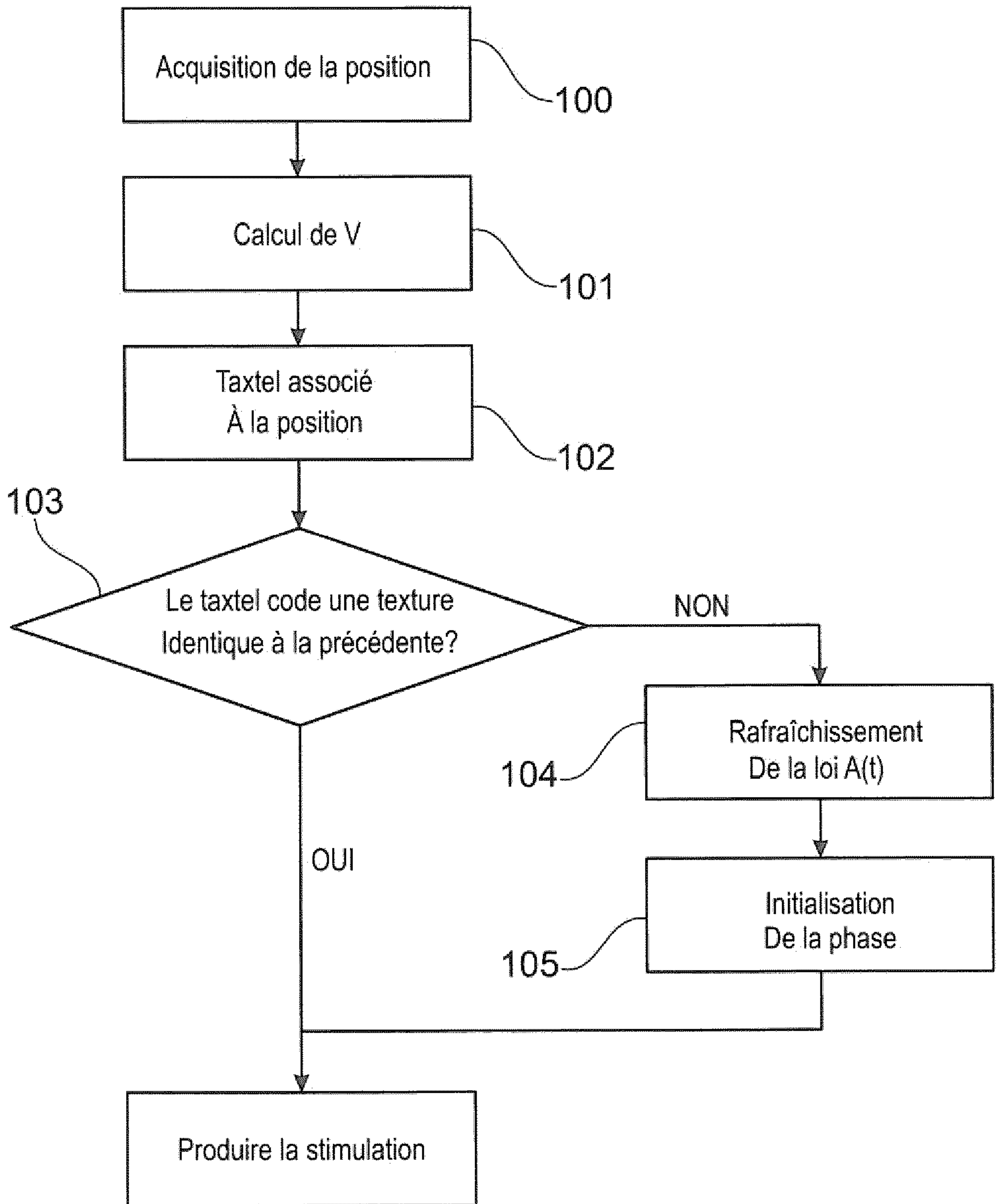


Fig. 9