

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

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2023/218155 A1**

(43) Date de la publication internationale  
16 novembre 2023 (16.11.2023)

(51) Classification internationale des brevets :  
G09B 23/28 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2023/050695

(22) Date de dépôt international :  
15 mai 2023 (15.05.2023)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
FR2204583 13 mai 2022 (13.05.2022) FR

(71) Déposant : VIRTUALISURG [FR/FR] ; WeWork - 33,  
rue La Fayette, 75009 Paris (FR).

(72) Inventeurs : LORENT BOURDO, Tom ; c/o VIRTUALISURG, WeWork - 33, rue La Fayette, 75009 Paris (FR). MIGNAN, Nicolas ; c/o VIRTUALISURG, WeWork - 33, rue La Fayette, 75009 Paris (FR).

(74) Mandataire : ICOSA ; 83 avenue Denfert-Rochereau, 75014 Paris (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH,

(54) Title: TRAINING PLATFORM

(54) Titre : PLATEFORME D'ENTRAÎNEMENT

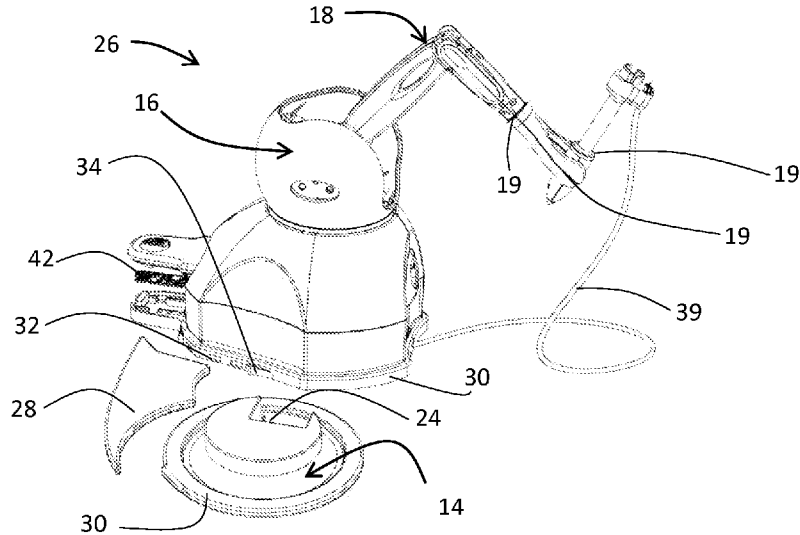


FIG. 1

(57) Abstract: The present invention relates to a surgical training platform comprising a display unit for displaying the virtual environment, a calibration module (14) connected to the display unit, a training module (16) with a haptic controller (18), a control system configured to identify the different modules, analyze the data related to the movement(s) of each tool connected to the haptic controller, generate the virtual environment, and interface each virtual surgical element with a corresponding real element. The set of modules are configured to be reversibly attached to each other in a known configuration, each haptic controller including a connection system configured to reversibly mechanically connect a surgical training tool, each haptic controller being additionally configured to measure each movement in space of the surgical training tool once connected to the haptic controller. The control system further comprises a system for recognizing the tool.



WO 2023/218155 A1

TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS,  
ZA, ZM, ZW.

**(84) États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (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, ME, 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).

**Déclarations en vertu de la règle 4.17 :**

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17(iv))*

**Publiée:**

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

---

**(57) Abrégé :** La présente invention concerne une plateforme d'entraînement chirurgical comprenant un dispositif d'affichage pour afficher l'environnement virtuel, un module de calibration (14) connecté au dispositif d'affichage, un module d'entraînement (16) avec un contrôleur haptique (18), un système de contrôle configuré pour identifier les différents modules, analyser les données liées au(x) mouvement(s) de chaque outil connecté au contrôleur haptique, générer l'environnement virtuel, interfacier chaque élément chirurgical virtuel avec un élément réel correspondant. L'ensemble des modules sont configurés pour être fixés les uns aux autres de manière réversible dans une configuration connue, chaque contrôleur haptique comporte un système de connexion configuré pour connecter mécaniquement, de manière réversible, un outil chirurgical d'entraînement, chaque contrôleur haptique étant, en outre, configuré pour mesurer chaque mouvement dans l'espace de l'outil chirurgical d'entraînement une fois celui-ci connecté au contrôleur haptique. Le système de contrôle comporte en outre un système de reconnaissance de l'outil.

## PLATEFORME D'ENTRAÎNEMENT

### DOMAINE DE L'INVENTION

[0001] La présente invention concerne une plate-forme modulaire de formation chirurgicale. La présente invention se situe donc dans le domaine des outils, méthodes et matériels d'éducation et d'enseignement. Plus particulièrement, l'invention concerne un dispositif d'entraînement à un acte chirurgical, destiné à la formation des chirurgiens.

### ÉTAT DE LA TECHNIQUE

10 [0002] À ce jour, la plupart des formations chirurgicales sont réalisées en conditions réelles, sur des patients, par le biais d'un compagnonnage chirurgical. Cette méthode nécessite des ressources humaines importantes, présente des contraintes matérielles élevées et peut générer un stress important pour l'étudiant qui peut entraîner des difficultés de concentration et/ou de mémorisation.

15 [0003] Des alternatives existent, comme par exemple le *Pelvitainer EoSim SurgTrac*<sup>®</sup> ou certaines sessions sur animaux. Cependant, ces formations/méthodes ne sont accessibles qu'à un petit nombre d'internes en chirurgie et présentent un certain nombre de limites évidentes : le *Pelvitainer* est une simple boîte dans laquelle on insère des trocars et une caméra avec la possibilité de pratiquer des sutures sur des matériaux inertes  
20 comme de la mousse. Le modèle animal présente des problèmes évidents en termes de qualité de formation car les similarités/corrélations anatomiques avec l'homme sont limitées. Le modèle animal pose également des problèmes éthiques.

[0004] Le but de la présente invention est donc de fournir un dispositif d'entraînement sûr, pratique, précis, réaliste, facile à utiliser et facilement disponible, permettant de  
25 donner à tout étudiant en chirurgie une chance de s'entraîner dans un environnement sûr sans aucun risque de se blesser, de blesser un patient ou un animal.

## RÉSUMÉ

[0005] Cette invention concerne donc une plateforme d'entraînement chirurgical modulaire configurée pour interfacer un environnement virtuel comprenant au moins un élément chirurgical virtuel, la plateforme d'entraînement comprenant un dispositif d'affichage de réalité virtuelle configuré pour afficher, à un utilisateur, l'environnement virtuel, un module de calibration connecté au dispositif d'affichage de réalité virtuelle, au moins un module d'entraînement, chaque module d'entraînement comportant un contrôleur haptique, un système de contrôle configuré pour identifier les différents modules connectés entre eux, générer l'environnement virtuel, interfacer chaque élément chirurgical virtuel mobile de l'environnement virtuel avec un élément réel correspondant. L'invention se caractérise en ce que l'ensemble des modules sont configurés pour être fixés les uns aux autres de manière réversible dans une configuration connue. La présente invention se caractérise également en ce que chaque contrôleur haptique comporte un système de connexion configuré pour connecter mécaniquement, de manière réversible, un outil chirurgical d'entraînement, chaque contrôleur haptique étant, en outre, configuré pour mesurer chaque mouvement dans l'espace de l'outil chirurgical d'entraînement une fois celui-ci connecté au contrôleur haptique. La présente invention se caractérise également en ce que le système de contrôle comporte en outre un système de reconnaissance de l'outil chirurgical d'entraînement configuré pour obtenir une information d'identification spécifique à l'outil chirurgical d'entraînement connecté, et communiquer l'information d'identification au système de contrôle, de manière à ce que le système de contrôle reconnaisse chaque outil chirurgical d'entraînement connecté au contrôleur haptique. L'invention se caractérise aussi en ce que le système de contrôle génère une image virtuelle de chaque outil chirurgical d'entraînement connecté au contrôleur haptique. L'invention se caractérise aussi en ce que le système de contrôle est configurée pour recevoir et analyser les données liées au(x) mouvement(s) de chaque outil chirurgical d'entraînement connecté au contrôleur haptique, et reproduire chaque mouvement de l'outil chirurgical d'entraînement connecté au contrôleur haptique en un mouvement virtuel correspondant de son image virtuelle dans l'environnement virtuel. L'invention se caractérise finalement en ce que chaque mouvement virtuel est rendu visible à l'utilisateur par le dispositif d'affichage.

[0006] Ainsi, la solution permet d'atteindre l'objectif précité. En particulier, la plateforme selon la présente invention étant modulaire, les différents modules composant la plateforme de contrôle haptique des éléments de chirurgie virtuelle peuvent être facilement interfacés entre eux. Cette modularité permet en outre d'adapter la plateforme aux différents exercices chirurgicaux proposés, en ajoutant et en retirant des éléments de celle-ci. Elle permet également d'adapter la plateforme aux préférences de l'utilisateur ; par exemple, si l'utilisateur est gaucher, le module de calibration peut être placé à droite pour ne pas gêner ses mouvements. La liberté de disposition des outils chirurgicaux correspond également davantage à la réalité de l'exercice opératoire. En effet, en conditions réelles, le praticien peut placer ses outils comme il le souhaite pour faciliter son travail.

[0007] La connexion physique permet l'identification des différents modules et/ou la transmission d'informations sur le mouvement des éléments haptiques.

[0008] L'information d'identification spécifique peut être une tension mesurée au niveau d'un pont diviseur de tension spécifique à l'outil chirurgical connecté. En variante, l'information d'identification spécifique peut être contenue dans un composant électronique telle qu'une puce électronique.

[0009] La plateforme selon l'invention peut comprendre une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises séparément les unes des autres ou combinées entre elles :

- le système de contrôle peut comporter :
  - o une unité de mesure configurée pour :
    - identifier les outils chirurgicaux d'entraînement et/ou les modules connectés,
    - récolter les données de mouvement de l'outil chirurgical d'entraînement connecté,
  - o une unité centrale configurée pour :
    - générer l'environnement virtuel,
    - recevoir et analyser les données liées au(x) mouvement(s) de chaque outil chirurgical d'entraînement connecté,

- interfacier chaque élément chirurgical virtuel mobile de l'environnement virtuel avec un outil chirurgical d'entraînement correspondant,
- l'unité de mesure peut faire partie du module d'entraînement,
- 5 - chaque module peut comprendre une base présentant une forme spécifique, les formes des différentes bases des différents modules étant complémentaires les unes des autres, de manière à obtenir un emboîtement stable et adapté des différents modules entre eux,
- le système de connexion du contrôleur haptique peut permettre de connecter au  
10 moins deux outils chirurgicaux d'entraînement différents,
- le système de connexion peut comprendre au moins un connecteur à verrouillage de type clé-serrure configuré pour être fixé au contrôleur haptique et à tout outil chirurgical d'entraînement de manière à assurer leur connexion amovible,
- le système de connexion peut comprendre un premier connecteur fixé au  
15 contrôleur haptique et configuré pour coopérer de manière amovible avec un second connecteur correspondant fixé à l'outil chirurgical d'entraînement,
- le contrôleur haptique du module d'entraînement peut comprendre un robot à bras pivotant, le robot à bras pivotant présentant une extrémité libre destinée à coopérer avec le système de connexion,
- 20 - le système de contrôle peut en outre être configuré pour générer un signal de retour permettant au contrôleur haptique de générer un retour haptique lorsqu'au moins deux éléments virtuels interagissent dans l'environnement virtuel.

[0010] La présente invention a également pour objet un kit d'entraînement chirurgical comprenant une plateforme modulaire d'entraînement chirurgical selon l'une quelconque  
25 des caractéristiques techniques listées ci-dessus et au moins un outil chirurgical d'entraînement configuré pour être connecté au contrôleur haptique de la plateforme.

**BRÈVE DESCRIPTION DES FIGURES**

[0011] L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, caractéristiques et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement à la lecture de la description explicative détaillée qui suit, de modes de réalisation de l'invention donnés à titre d'illustration, d'exemples purement illustratifs et non limitatifs, en référence aux dessins annexés :

- **La figure 1** est une vue globale en perspective d'une plate-forme démontée selon la présente invention,
- **La figure 2** est une vue globale en perspective d'une plateforme démontée selon la présente invention, représentée avec deux outils chirurgicaux d'entraînement différents chacun pouvant être connecté à la plateforme,
- **La figure 3** est une vue similaire à la figure 2 sous un angle différent,
- **La figure 4A** est une vue en perspective d'une plateforme d'entraînement montée selon l'invention, connectée à un outil chirurgical d'entraînement, comportant un seul module d'entraînement,
- **La figure 4B** est une vue en perspective d'une plateforme d'entraînement montée selon l'invention, comportant deux modules d'entraînement, connectée à deux d'entraînement chirurgical,
- **La figure 5** est une vue en perspective d'un kit selon la présente invention, manipulé par un utilisateur selon un premier mode de réalisation,
- **La figure 6** est une vue en perspective d'un kit selon la présente invention, manipulé par un utilisateur selon un deuxième mode de réalisation,
- **La figure 7** est une vue explosée d'un module d'entraînement,
- **La figures 8A** est une vue en perspective d'un élément de calibration associé au dispositif d'affichage selon l'invention,
- **La figure 8B** est une vue en perspective du module de calibration,
- **La figure 9A** est une vue en perspective d'un connecteur de contrôleur haptique selon l'invention,
- **La figure 9B** est une vue en perspective d'un connecteur d'outil chirurgical d'entraînement selon l'invention,
- **La figure 10** est une vue en perspective d'un outil d'entraînement chirurgical,

- **La figure 11** est une vue en perspective d'un exemple d'environnement virtuel selon l'invention,
- **La figure 12** est une vue en perspective d'un exemple de module anatomique selon l'invention,
- 5 - **La figure 13** est une vue en perspective d'un exemple de module de rangement selon l'invention,
- **Les figures 14A et 14B** sont des vues en perspectives d'un exemple d'un module d'outillage complémentaire selon l'invention.

### DESCRIPTION DÉTAILLÉE

10 [0012] Comme visible sur les figures 5 et 6, la présente invention concerne une plateforme d'entraînement chirurgical modulaire 10 configurée pour interfacier un environnement virtuel 100 comprenant au moins un élément chirurgical virtuel mobile 102 (voir figure 11). Cet environnement virtuel comprend également un patient virtuel 104 et différents éléments de décors 106. Ainsi, un utilisateur manipulant la plateforme  
15 modulaire 10 interagit avec l'environnement virtuel 100 dans lequel toutes sortes d'opérations chirurgicales sont possibles.

[0013] Comme notamment visible sur les figures 1 et 5, la plateforme modulaire 10 selon la présente invention comprend :

- un dispositif d'affichage de réalité virtuelle 12 configuré pour montrer/afficher, à  
20 l'utilisateur, l'environnement virtuel 100,
- un module de calibration 14 connecté au dispositif d'affichage virtuel 12, configuré pour aligner l'environnement virtuel 100 sur la réalité physique d'un utilisateur manipulant la plateforme 10 selon la présente invention,
- au moins un module d'entraînement 16, chaque module d'entraînement  
25 comportant un contrôleur haptique 18,
- un système de contrôle 20.

[0014] Dans certains modes de réalisation, la plateforme modulaire 10 peut en outre comprendre un ou plusieurs modules facultatifs 21, 23, 25 :

- au moins un module anatomique 21 (voir figure 12),

- au moins un module d'outillage complémentaire 23 (voir figures 14A et 14B),
- au moins un module de rangement 25 (voir figure 13).

**[0015]** Dans le cadre de la présente invention, le dispositif d'affichage 12 fait le lien entre les différents modules d'entraînement 16, les éventuels modules anatomiques 21, d'outillage complémentaire 23, de rangement 25 (modules facultatifs 21, 32, 25) et l'environnement virtuel 100. En effet, le(s) module(s) d'entraînement 16 et les éventuels modules facultatifs 21, 23, 25 est/sont le(s) seul(s) élément(s) manipulé(s) par l'utilisateur et le rendu de ces manipulations n'est visible que dans l'environnement virtuel 100.

**[0016]** De manière générale, dans la présente demande, la notion de module désigne un élément fonctionnel indépendant formant un objet clairement délimité et défini, dissociable des autres éléments fonctionnels indépendants qui eux aussi, forment chacun un objet clairement délimité et défini. Chaque module peut ainsi être considéré comme une entité autonome d'un point de vue fonctionnel, c'est-à-dire que chaque module assure une fonctionnalité spécifique et est conçu pour l'assurer directement lors de sa connexion avec le module d'entraînement 16 directement ou indirectement. Chaque module se suffit ainsi mécaniquement à lui-même pour effectuer la fonction pour laquelle il est conçu, même si chaque module nécessite d'être alimenté en courant pour être utilisable et que les modules ne fonctionnent qu'une fois connectés les uns aux autres. Chaque module 14, 16, 21, 23, 25 est composé de différentes pièces ou éléments, par exemple en plastique, assemblées entre elles, de manière à constituer cette unité autonome.

**[0017]** Dans certains modes de réalisation de la plateforme d'entraînement 10, on peut trouver deux, ou plus, modules d'entraînements 16 et chacun de ces modules d'entraînement 16 peut fonctionner sans l'autre. Ceci est également vrai pour les éventuels modules anatomiques 21, d'outillage complémentaire 23, de rangement 25.

**[0018]** Chaque module d'entraînement 16 est ainsi une entité autonome comportant plusieurs pièces ou éléments en plastique (ou fait d'autre matériel) assemblées entre elles. Ces pièces peuvent être imprimées en 3D. L'ensemble de ces pièces et éléments sera décrit au fur et à mesure de la présente description, en relation avec les différentes fonctionnalités et technicités de la console 10 selon la présente invention.

[0019] Le module de calibration 14 sera détaillé plus bas dans la présente description.

[0020] L'au moins un module anatomique 21 est une entité autonome selon la définition ci-dessus représentant et/ou reconstituant en 3D tout ou partie d'une partie anatomique d'un patient. Chaque module anatomique 21 est conçu de manière à permettre un retour tactile et même, selon les modes de réalisation, un retour haptique, quand l'utilisateur interagit avec celui-ci. Chaque module anatomique 21 peut comprendre un ou plusieurs éléments fabriqués en silicone, par exemple. Chaque module anatomique 21 permet de donner l'illusion, à l'utilisateur, d'interagir avec une partie anatomique externe ou interne d'un patient. Par exemple, il peut être intéressant, dans le cas d'une simulation de chirurgie esthétique au niveau des lèvres d'un patient, que l'utilisateur puisse également interagir avec une reproduction du nez, dudit patient. Ceci permet à l'utilisateur de mieux se repérer sur la simulation de visage du patient opéré. Dans d'autres modes de réalisations, l'au moins un module anatomique 21 permet de matérialiser un organe proche de la zone à opérer.

[0021] Dans certains modes de réalisation, l'au moins un module anatomique 21 peut être positionné de manière à altérer, limiter et/ou gêner les mouvements de l'utilisateur lorsque celui-ci interagi avec le contrôleur haptique 18 d'un module d'entraînement 16. Cette gêne permet de renforcer le réalisme lors de l'utilisation de la console 10. L'au moins un module anatomique 21 peut, également, être positionné au-dessus d'un module d'entraînement 16 et simuler la peau d'un patient.

[0022] L'au moins un module d'outillage complémentaire 23 peut comprendre tout ou partie d'un outillage susceptible d'être présent dans un bloc opératoire ou tout ou partie d'un outil chirurgical nécessaire lors d'une intervention chirurgicale spécifique mais qui n'intervient pas directement sur le corps du patient de la simulation, comme par exemple :

- la molette de régulation d'un injecteur de gaz lors d'une vérification post intervention laparoscopique, ou
- la seringue servant à injecter un liquide par cathéter dans le corps d'un patient, etc. (voir figures 14A et 14B)

[0023] L'au moins un module de rangement 25 sera détaillé plus loin.

[0024] Ainsi, chaque élément chirurgical virtuel mobile 102 et chaque mouvement virtuel de chacun de ces éléments chirurgicaux virtuels mobiles 102 présents dans l'environnement virtuel 100 est rendu visible à l'utilisateur par le dispositif d'affichage 12.

5 [0025] Plus particulièrement, le dispositif d'affichage 12 (visible en figures 5 et 6) peut être un élément fixe dans l'espace (tel un écran) ou un élément mobile dans l'espace, par exemple, configuré pour être porté par l'utilisateur pendant l'opération de chirurgie. Le dispositif d'affichage 12 peut comporter plusieurs afficheurs, permettant à plusieurs utilisateurs de visualiser l'environnement virtuel 100. Les différents afficheurs peuvent  
10 être mobiles ou fixes. Plus précisément, comme visible sur les figures 5 et 6, le système d'affichage 12 peut être un écran posé sur une surface à proximité ou à distance des différents modules 14, 16, 21, 23, 25. Dans un autre mode de réalisation, le dispositif d'affichage 12 peut être un casque de réalité virtuelle, ajustable à l'utilisateur et pouvant fournir un retour audio. Plus particulièrement, il peut s'agir d'un casque HP reverb®  
15 possédant deux écrans d'une résolution de 2160x2160 pixels. Chaque écran a une fréquence d'affichage de 90 Hz. Le dispositif d'affichage 12 est relié au système de contrôle 20 de préférence par un câble (par exemple un câble *displayport* ou *hdmi*).

[0026] De manière connue en soi, le dispositif d'affichage 12 est associé à un outil de calibration mobile 22 (voir figure 8B). L'outil de calibration mobile 22 peut prendre la  
20 forme d'une manette classique comme par exemple illustré en figure 8B mais il peut aussi prendre une forme différente.

[0027] Le module de calibration 14 est, comme tous les autres modules de cette invention, une pièce indépendante représentée en figure 8A. Comme visible sur la figure 8B, le module de calibration 14 comporte une empreinte 24 complémentaire de l'outil de calibration mobile 22. Ainsi, le module de calibration 14 permet de positionner l'outil de calibration mobile 22 associé au dispositif d'affichage 12 à une distance connue et fixe  
25 du module d'entraînement 16, en particulier du contrôleur haptique 18 de celui-ci (voir figure 4A). Le module de calibration 14 est de préférence en plastique. Il est préférentiellement imprimé en 3D. De même que pour les modules d'entraînement 16, le  
30 module de calibration 14 peut comporter des aimants, comme il sera expliqué en détail

plus bas. Le module de calibration 14 peut également être muni d'un connecteur électrique permettant la connexion d'un circuit électronique d'identification du module de calibration 14 par le système de contrôle 20. On utilise pour cela le même dispositif comportant un pont diviseur de tension que celui utilisé pour le connecteur clé-serrure du contrôleur haptique 18, qui sera décrit un peu plus bas. L'identification des différents modules sera détaillée plus loin.

[0028] Le contrôleur haptique 18 permettant de connaître la position et l'orientation relative d'un objet qui y est rattaché (voir plus bas), on obtient alors la position et l'orientation de cet objet par rapport à l'outil de calibration mobile 22. Dans le cas où le dispositif d'affichage 12 est un dispositif mobile configuré pour être porté par l'utilisateur, le module de calibration 14 permet en outre de localiser l'utilisateur par rapport au module d'entraînement 16 et aux éventuels modules anatomiques 21, d'outillage complémentaire 23, de rangement 25. Par ailleurs, la position de l'outil de calibration mobile 22 par rapport au dispositif d'affichage 12 étant connue, on peut alors connaître la position et l'orientation de l'objet connecté au contrôleur haptique 18 par rapport à l'utilisateur qui porte le dispositif d'affichage 12 (voir figures 5 et 6).

[0029] De même, les différents modules d'entraînement 16 connectés entre eux ou au module de calibration 14 et les éventuels modules facultatifs 21, 23, 25 peuvent être positionnés et localisés par le dispositif d'affichage 12, étant donné qu'une fois les différents modules 14, 16, 21, 23, 25 connectés entre eux, ils sont tous à une distance fixe et connue du module de calibration 14 et donc de l'outil mobile de calibration 22 (voir figures 4A et 4B). La possible identification des différents modules 16, 21, 23, 25 à travers un système électronique ou informatique (voir plus bas) peut permettre de connaître cette distance de manière « *plug and play* ». Ainsi, l'outil de calibration mobile 22 associé au dispositif d'affichage 12 sert de référence de calibration pour chaque module d'entraînement, donc de chaque contrôleur haptique 18 et donc de chacun des éléments physiques manipulés par l'utilisateur de la plateforme 10.

[0030] Dans la présente demande, la notion de « *plug and play* » décrit une action simple, n'impliquant qu'un nombre limité de gestes, de préférence un seul. Une connexion « *plug and play* » décrit ainsi une connexion qui se fait d'un seul geste.

[0031] Un choc (mouvement brusque de l'utilisateur ou une erreur de manipulation, par exemple) peut entraîner un déplacement intempestif du ou des modules(s) d'entraînement 16 (ou éventuels modules facultatifs 21, 23, 25) et donc du module de calibration 14 qui y est connecté, par rapport au système d'affichage 12. Ceci peut mener à une rupture de calibration entre l'environnement virtuel 100 et la position de l'utilisateur. Ceci peut être évité par l'utilisation d'un système électronique comportant un accéléromètre permettant, d'une part, de détecter ce type de mouvements intempestifs et, d'autre part, d'adapter le positionnement numérique de l'environnement virtuel 100 à la nouvelle position du module de calibration 14 avec l'outil de calibration mobile 22.

10 [0032] Les différents modules d'entraînement 16 peuvent être connectés entre eux, de manière à former une console de pilotage 26 (voir figure 4B). La console de pilotage 26 comprend ainsi au moins un module d'entraînement 16 (voir figure 2). La console de pilotage 26 peut également comporter un ou plusieurs des modules facultatifs 21, 23, 25. Les différents modules 16, 21, 23, 25 de la console de pilotage 26 sont connectés, 15 directement ou indirectement entre eux. Plus particulièrement, l'ensemble des modules 14, 16, 21, 23, 25 sont configurés pour être fixés les uns aux autres de manière réversible dans une configuration connue (voir figures 4A et 4B). Ceci permet la modularité de la plateforme 10 selon l'invention.

[0033] Le(s) module(s) d'entraînement 16 (et les éventuels modules facultatifs 21 ? 23, 20 25) formant la console de pilotage 26 peuvent être soit connectés directement les uns aux autres, soit connectés entre eux au moyen de modules d'espacement 28 (voir figures 4A et 4B). Les modules d'espacements 28 sont préférentiellement en plastique et sont préférentiellement réalisées par impression 3D, en dépôt de couche ou en frittage. Selon d'autres modes de réalisations, ils peuvent être fabriqué par moulage ou autre procédé 25 ultérieurement. Les modules d'espacement 28 sont des pièces de connexion permettant de créer un espacement (donc un positionnement) connu entre les différents modules 14, 16, 21, 23, 25 de la plateforme 10. Chaque module d'espacement 28 au sein de la console de pilotage 26 présente une forme propre, qui peut être unique ou semblable à celle d'un autre module d'espacement 28 de la console de pilotage 26.

**[0034]** Chaque module de calibration 14 ou d'entraînement 16 ou facultatif 21, 23, 25 ou d'espacement 28 comprend à cet effet, une base 30 présentant une forme spécifique (voir figure 7). Les formes des différentes bases 30 des différents modules 14, 16, 21, 23, 25, 28 sont complémentaires les unes des autres, de manière à obtenir un emboîtement stable et adapté des différents modules 14, 16, 21, 23, 25, 28 entre eux. L'aspect connu des bases 30 des différents modules 14, 16, 21, 23, 25, 28 permet de déterminer facilement la position relative des modules 14, 16, 21, 23, 25, 28 dans l'espace. Dans certains modes de réalisation, un module d'espacement 28 permet de positionner différents modules 16, 21, 23, 25 de la console de pilotage 26 à différentes hauteurs. Plus précisément, l'au moins un module d'espacement 28 est configuré pour disposer deux modules 16, 21, 23, 25 sur des plans horizontaux distincts. Ceci permet de créer une console de pilotage 26 s'étendant selon les trois dimensions dans l'espace. De préférence, les modules de calibration 14, d'entraînement 16 et facultatifs 21, 23, 25 sont connectés entre eux au moyen des modules d'espacement 28 afin d'augmenter la stabilité de la console de pilotage 26 et de la plateforme 10 dans son ensemble lorsque celle-ci est assemblée.

**[0035]** Selon le mode de réalisation représenté en figures 1, 2, 7 et 8A, et celui présenté en figures 12, 13, 14B, la connexion physique des différents modules 14, 16, 21, 23, 25, 28 entre eux se fait au moyen un système d'emboîtement magnétique permettant l'emboîtement facile de différents modules 14, 16, 21, 23, 25, 28 entre eux. Plus précisément, chaque base 30 de chaque module 14, 16, 21, 23, 25, 28 comporte au moins un aimant 32 destiné à coopérer avec un aimant 32 correspondant d'une base 30 d'un module 14, 16, 21, 23, 25, 28 complémentaire, formant ainsi un point de connexion magnétique. Préférentiellement, les aimants 32 sont regroupés par trois à chaque point de connexion magnétique. Dans le cas de figure où les modules 16, 21, 23, 25 de la console de pilotage 26 et le module de calibration 14 sont reliés entre eux par des modules d'espacement 28, la polarité des aimants 32 est choisie de sorte que les modules d'espacement 28 et les autres modules (modules de calibration 14, modules d'entraînement 16 et modules facultatifs 21, 23, 25) s'attirent. La présence d'un système d'emboîtement magnétique permet de stabiliser l'emboîtement entre les différents modules 14, 16, 21, 23, 25, 28 et de limiter les désassemblages intempestifs en cas de maladresse de l'utilisateur ou de secousse involontaire.

[0036] La connexion physique peut, en outre, inclure un connecteur électronique 34 permettant la communication électronique entre les différents modules 14, 16, 21, 23, 25, 28 et le système de contrôle 20 (voir figures 1, 2, 7 et 8A et 12, 13, 14B). Optionnellement, dans le cas où les modules de calibration 14 et les modules d'entraînement 16 et facultatifs 21, 23, 25 sont reliés entre eux au moyen de modules d'espacement 28, chaque module d'espacement 28 peut accueillir au niveau de chaque point de connexion magnétique, en sus, un connecteur électronique 34 destiné à coopérer avec un connecteur électronique de la base 30 des modules de calibrations 14 et/ou d'entraînement 16 et/ou facultatifs 21, 23, 25. La communication électronique entre les différents modules 14, 16, 21, 23, 25, 28 est donc assurée, que les modules de calibration 14 et d'entraînement 16 et les éventuels modules facultatifs 21, 23, 25 soient reliés entre eux directement ou au moyen d'un module d'espacement 28. La communication électronique est également assurée entre les différents modules 14, 16, 21, 23, 25, 28 dans le cas où la console de pilotage 26 s'étend en 3D et que tous ses modules 16, 21, 23, 25 ne sont pas disposés sur le même plan. Cette communication électronique permet, notamment, le passage de courant.

[0037] Chaque connecteur électronique 34 peut être connecté à un câble pour relier le connecteur électronique du module connecté correspondant. Ces connecteurs électroniques 34 peuvent, par exemple, prendre la forme de connecteurs à pins sur ressort/pin rétractables. Dans certains modes de réalisation, chaque connecteur électronique 34 associé à un module d'entraînement 16 (ou un module facultatif 21, 23, 25) comporte par exemple, un pont diviseur de tension générant une tension spécifique à chaque module d'entraînement 16 (et chaque éventuel module facultatif 21, 23, 25). Ceci permet d'identifier chaque module d'entraînement 16 et chaque éventuel module facultatif 21, 23, 25 par la lecture de la tension générée par le pont diviseur de tension, dans le cas où cette identification a lieu de manière électronique. Dans d'autres modes de réalisation, le connecteur électronique 34 fait partie d'un circuit électronique plus complexe capable d'engager une communication numérique (par exemple répondant à la norme « UART »).

[0038] De nombreuses technologies permettant d'identifier des modules physiques connectés entre eux à l'aide de moyens électroniques existent, mais elles ne sont toutefois pas utilisées dans un cadre de réalité virtuelle pour l'éducation à la chirurgie.

[0039] En résumé, cette connexion électronique permet au système de contrôle 20 :

- 5 - l'identification des modules 14, 16, 21, 23, 25 par le système de contrôle 20, et/ou
- la transmission des informations de déplacement du contrôleur haptique 18 (voir plus bas).

[0040] Selon les modes de réalisation, cette connexion électronique peut comprendre un câble USB qui relie le contrôleur haptique 18 au système de contrôle 20. Ce câble peut  
10 être externe au module d'entraînement 16.

[0041] L'identification des différents modules 14, 16, 21, 23, 25, 28 par le système de contrôle 20 peut se faire selon deux modalités : par voie dite « électronique » (« hardware + software ») ou par voie dite « logicielle » (« software + directives »). La voie dite « électronique » sera détaillée plus bas et quelques exemples seront cités. L'identification  
15 des modules 14, 16, 21, 23, 25, 28 par voie dite « logicielle » se base sur la préprogrammation d'un logiciel du système de contrôle 20 et la direction de l'utilisateur lors du montage de la console de pilotage 26, par exemple au moyen d'un manuel de montage qui assigne une place précise à chaque module dans la console de pilotage 26. Ceci permet que le montage de la console de pilotage 26 par l'utilisateur place chaque  
20 module dans une position cohérente avec la préprogrammation du logiciel. Le logiciel comprend toutes les informations de connexion et de disposition des différents modules 14, 16, 21, 23, 25, 28 entre eux, et permet ainsi de cartographier la console de pilotage 26 et de correctement déchiffrer les informations récoltées et envoyer les bonnes informations au bon endroit.

25 [0042] Dans les deux cas, la connexion électronique que ce soit en permettant simplement la connexion des différents modules et le passage de courant ou en permettant, en plus, le transfert d'information, permet au système de contrôle 20 d'identifier les différents modules 14, 16, 21, 23, 25, 28 de la console de pilotage 26.

**[0043]** Dans le cas d'une identification par voie dite « électronique », le système de contrôle 20 comporte un microcontrôleur lui-même connecté électriquement, à travers les connecteurs 34 et potentiellement les modules d'espacements 28, aux modules de calibration 14 et d'entraînement 16 et aux éventuels modules facultatifs 21, 23, 25. Dans un premier mode de réalisation/fonctionnement, les différents modules de calibration 14 et/ou d'entraînement 16 et/ou facultatifs 21, 23, 25 intègrent un système diviseur de tension. Le microcontrôleur lit alors la tension et est capable d'identifier le(s) module(s) 14, 16, 21, 23, 25 qui répond(ent) par cette tension. Dans un mode de réalisation/fonctionnement alternatif, les modules de calibration 14 et/ou d'entraînement 16 et/ou facultatifs 21, 23, 25 comportent chacun une carte électronique 42 permettant une communication numérique avec le microcontrôleur du module d'entraînement 16. Ils s'identifient et sont capables d'échanger des informations concernant une action de l'utilisateur mais aussi un retour vers l'utilisateur du système de contrôle 20 (on peut imaginer par exemple un module qui s'illumine en rouge si une erreur est faite dans la manipulation).

**[0044]** Comme mentionné ci-dessus et comme visible en figures 1, 2 et 3, chaque module d'entraînement 16 comporte un contrôleur haptique 18.

**[0045]** Comme visible sur les figures 2 et 3. Chaque contrôleur haptique 18 comporte un système de connexion 35 configuré pour connecter mécaniquement, de manière réversible, un outil chirurgical d'entraînement 36.

**[0046]** Pour rendre le dispositif d'apprentissage de chirurgie par réalité virtuelle proposé par la plateforme 10 selon la présente invention plus immersif et plus réaliste il est intéressant que l'utilisateur puisse manipuler des outils physiques pour contrôler la simulation qui s'affiche dans le système d'affichage 12. De manière bien connue en soi, plus ces outils physiques sont proches de l'outil chirurgical original, plus la simulation est immersive.

**[0047]** Il est courant, lors d'une intervention chirurgicale, de devoir utiliser différents outils chirurgicaux. Ainsi la console de pilotage 26 peut comprendre au moins un module de rangement 25. Chaque module de rangement 25 présente une empreinte 360 d'un ou

plusieurs outils chirurgicaux d'entraînement 36 afin de pouvoir y ranger le ou les outils chirurgicaux d'entraînement 36 correspondants. Ainsi l'ensemble des outils chirurgicaux d'entraînement 36 nécessaires à l'utilisateur pour compléter la simulation chirurgicale sont rangés à proximité. Chaque empreinte 360 peut être munie d'un système de connexion destiné à interagir avec l'outil chirurgical d'entraînement 36 correspondant afin de permettre au système de contrôle 20 de localiser ledit outil chirurgical s'entraînement 36 lorsque celui-ci est rangé.

[0048] C'est pourquoi la présente invention fonctionne, en kit, avec une série d'outils chirurgicaux d'entraînement 36 (voir figure 2). Le kit d'entraînement chirurgical ainsi formé (voir figures 5 et 6), comprend donc une plateforme modulaire 16 d'entraînement chirurgical selon la présente invention et au moins un outil chirurgical d'entraînement 36 configuré pour être connecté au contrôleur haptique 18 de ladite plateforme 10. Le kit selon la présente invention peut comporter deux types d'outils chirurgicaux d'entraînement : les outils dit « simples » et les outils dit « complexes ». Les outils complexes sont des outils électronisés complexes qui intègrent un microcontrôleur capable de communiquer directement avec le système de contrôle 20.

[0049] Ces outils chirurgicaux d'entraînement 36, simples ou complexes, sont des outils chirurgicaux modifiés ou des copies de ceux-ci. La simulation permise par la plateforme 10 selon la présente invention, fait ainsi correspondre tout ou partie des actions physiques auxquelles ces objets sont soumis avec des comportements des jumeaux virtuels dans l'environnement virtuel 100 affiché par le dispositif d'affichage 12 (voir figures 5 et 6).

[0050] Comme visible dans le mode de réalisation illustré en figures 2 et 3, le contrôleur haptique 18 de chaque module d'entraînement 16 comprend un robot à bras pivotant, le robot à bras pivotant présentant une extrémité libre destinée à coopérer avec le système de connexion 35.

[0051] Le système de connexion 35 du contrôleur haptique 18 est universel, dans le sens où il permet de connecter au moins deux outils chirurgicaux d'entraînement 36 différents (voir figure 2).

[0052] Plus précisément le système de connexion 35 comprend au moins un connecteur à verrouillage 35a de type clé-serrure configuré pour être fixé au contrôleur haptique 18 et à tout outil chirurgical d'entraînement 36 de manière à assurer leur connexion amovible (voir figures 3, 9A et 9B). Les connecteurs 35a, 35b permettent aussi une transmission de la rotation selon l'axe de l'extrémité du contrôleur haptique 18 vers le module d'entraînement 16. Comme visible sur les figures 3, 4A et 4B le système de connexion 35 selon ce mode de réalisation, comprend deux connecteurs à verrouillage 35a, 35b de type clé-serrure : un premier connecteur 35a fixé au contrôleur haptique 18 et configuré pour coopérer de manière amovible avec un second connecteur 35b correspondant fixé à l'outil chirurgical d'entraînement 36. Les deux connecteurs 35a, 35b peuvent tous deux être fixés de manière réversible, soit au contrôleur haptique 18, soit à l'outil chirurgical d'entraînement 36. Les deux connecteurs 35a, 35b, sont obtenus par impression 3D, soit par dépôt de couche, soit par frittage. Sur l'exemple des figures 9A et 9B, la figure 9A représente le premier connecteur 35a (ici la serrure) du contrôleur haptique 18 et la figure 9B représente le deuxième connecteur 35b (ici la clé) destiné à coopérer avec l'outil chirurgical d'entraînement 36. La fixation du premier connecteur 35a sur le contrôleur haptique 18 peut se faire de plusieurs manières. Dans le cas de l'illustration 9A, une interface jack déjà présente originellement sur le contrôleur haptique 18 a été utilisée pour le fixer. Dans d'autres modes de réalisations, on pourrait envisager de coller le premier connecteur 35a où de s'adapter à un autre contrôleur haptique 18 en créant une forme d'interface spécifique à ce dernier. La fixation du deuxième connecteur 35b à l'outil chirurgical d'entraînement 36 se fait préférentiellement par collage. Il s'agit principalement de collage au niveau de la tige distale de l'outil chirurgical d'entraînement 36. On adapte le modèle 3D du deuxième connecteur 35b en ménageant, sur la face non visible sur la figure 9B, un perçage correspondant à l'extrémité de la tige distale 360 de l'outil chirurgical d'entraînement 36. Puis la tige distale est collée dans le deuxième connecteur 35b au moyen, par exemple, d'époxy. Ce procédé de fabrication n'est pas le seul qui est mis en œuvre. Selon des modes de réalisations alternatifs, on pourrait aussi imaginer imprimer en 3D une reproduction d'un outil chirurgical d'entraînement 36 dont le modèle contiendrait le deuxième connecteur 35b.

[0053] La connexion 35, de type clé serrure assure une contrainte de colinéarité selon l'axe X du connecteur 35a de l'extrémité libre du contrôleur haptique 18. Les deux connecteurs 35a, 35b (et donc l'outil chirurgical d'entraînement 36 et le contrôleur haptique 18) sont donc complètement contraints selon toutes les directions.

5 [0054] Afin de stabiliser la connexion réversible entre le contrôleur haptique 18 et l'outil chirurgical d'entraînement 36, le système de connexion 35 peut comporter, de chaque côté du système « clé-serrure » au moins un aimant 38 (voir figure 9A, 9B). De préférence, les aimants 38 utilisés, sont des aimants cubiques présentant une force d'aimantation de 1,1kg. Cette valeur permet à la fois une solidité de l'accrochage mais  
10 aussi une déconnexion facile de l'outil chirurgical d'entraînement 36, dans l'optique souhaité de créer une interface « *plug and play* ». En effet, les aimants 38 assurent une contrainte de contact entre les deux connecteurs 35a, 35b. Comme mentionné plus haut, Les deux connecteurs 35a, 35b sont complètement contraints selon toutes les directions, sauf la direction colinéaire à l'axe de l'extrémité du contrôleur haptique 18. L'aimantation  
15 permet donc de contraindre/maintenir la connexion également dans cette direction. Toutefois, la force de rupture de cette contrainte (et donc de rupture de la connexion « clé-serrure ») est plus faible selon l'axe X car la force des aimants 38 n'est pas très grande. Le résultat obtenu est donc que les deux connecteurs 35a, 35b se séparent en tirant sur l'outil chirurgical d'entraînement 36 de manière plus forte que ce qu'il faut pour entrainer le  
20 mouvement du contrôleur haptique 18. Ainsi, il faut donc maintenir le contrôleur haptique 18 pour parvenir à déconnecter l'outil chirurgical d'entraînement 36. La présence d'aimants 38 facilite la connexion et la déconnexion entre l'outil chirurgical d'entraînement et le contrôleur haptique 18. En effet, les aimants 38 permettent un geste de connexion/déconnexion simple (de type « *plug and play* ») sans vis ou glissière :  
25 l'utilisateur approche l'outil chirurgical d'entraînement 36 du contrôleur haptique 18 et celui-ci se connecte seul par l'action des aimants 38.

[0055] Le système de connexion 35 de type clé-serrure selon la présente invention dispose ainsi de trois fonctionnalités distinctes et complémentaires :

- il permet un accrochage facile et « *plug and play* » de l'outil chirurgical  
30 d'entraînement 36 à l'aide d'aimants 38,

- il permet de transmettre le mouvement en rotation selon un axe central au contrôleur haptique 18,
- il permet, dans certains cas, de connecter électriquement un outil chirurgical d'entraînement 36 module d'entraînement 16.

5 [0056] Le système de connexion 35 présente ainsi une composante électronique. Chacun des connecteurs 35a, 35b comporte ainsi une lumière, une gorge ou un creux 37 destiné à l'insertion d'un connecteur électrique (non représenté sur les figures 9A, 9B). Dans un mode de réalisation préférentiel ce connecteur électrique est un connecteur électrique JST mais d'autres types de connecteurs électriques peuvent être utilisés. De  
10 manière préférentielle, la partie mâle du connecteur électrique est insérée dans la lumière 37 du premier connecteur 35a fixé à l'extrémité du bras contrôleur haptique 18. Dans ce mode de réalisation, la partie femelle du connecteur électrique est insérée dans la lumière 37 du deuxième connecteur 35b de l'outil chirurgical d'entraînement 36. Ensuite, comme visible sur les figures 2 et 3, un câble 39 relie les pins du connecteur électrique au système  
15 de contrôle 20. Un autre avantage du système de connexion 35 selon la présente invention est la simplicité avec laquelle il est possible de changer l'outil chirurgical d'entraînement 36 au contrôleur haptique 18. Il est nécessaire que ce changement simple et rapide pour ne pas encombrer l'apprentissage de manipulations complexes. Il est donc nécessaire de proposer un dispositif « *plug and play* », comme le fait la présente invention.

20 [0057] Chaque contrôleur haptique 18 est, en outre, configuré pour mesurer chaque mouvement dans l'espace de l'outil chirurgical d'entraînement 36 une fois celui-ci connecté au contrôleur haptique 18. Chaque contrôleur haptique 18 est ainsi muni d'au moins un capteur de translation ou de rotation externe 19 fixé sur les différents éléments mobiles du contrôleur haptique 18 (voir figure 1), de manière à capter la position et  
25 l'orientation tri-dimensionnelle de tout objet connecté au contrôleur haptique 18 du module d'entraînement 16.

[0058] Deux catégories de mise en mouvement sont distinguables :

- ceux que l'on pourrait qualifier d'externes, communs à tous les outils chirurgicaux d'entraînement 36, et qui correspondent à la position et à l'orientation tri-dimensionnelle de l'outil chirurgical d'entraînement dans l'espace, et  
30

- ceux que l'on pourrait qualifier d'internes, spécifique à certains outils chirurgicaux d'entraînement 36 dits complexes, présentant un état en repos et au moins un état d'activation, tel que l'enfoncement une gâchette ou la rotation d'un élément et comportant une carte électronique embarquée.

5 [0059] Ces catégories correspondent aux deux types d'outils chirurgicaux d'entraînement compris dans le kit d'entraînement chirurgical selon la présente invention.

[0060] Le contrôleur haptique 18 selon la présente invention permet de mesurer les mouvements externes (mouvements dans l'espace) de chaque outil chirurgical d'entraînement 36 connecté.

10 [0061] Dans le cas des outils chirurgicaux d'entraînement 36 complexes, le système de connexion 35 peut également jouer un ou plusieurs autres rôles que l'identification de l'outil chirurgical d'entraînement 36 connecté a contrôleur haptique 18 :

- il peut permettre la récupération des informations sur le déplacement d'éléments propres de l'outil, comme l'action d'une gâchette, par exemple. Par ailleurs, et/ou
- 15 - il peut permettre l'alimentation de l'électronique interne de l'outil chirurgical d'entraînement 36 connecté au contrôleur haptique 18,
- il peut permettre une communication électronique entre l'outil chirurgical d'entraînement 36 et le module d'entraînement 16.

[0062] Comme la modularité de la plateforme 10 selon l'invention permet de connecter  
20 plusieurs modules d'entraînement 16 entre eux, au module de calibration 14 et au système de contrôle 20, la plateforme 10 permet ainsi de déterminer le positionnement dans l'espace de plusieurs outils chirurgicaux d'entraînement 36 connectés aux différents contrôleurs haptiques 18. Si la console de pilotage 26 comporte plusieurs modules d'entraînement 16, la plateforme 10 permet la détermination du positionnement de  
25 plusieurs outils chirurgicaux d'entraînement 36 simultanément, dès que ceux-ci sont connectés à un contrôleur haptique 18.

[0063] Le système de contrôle 20 de la plateforme 10 selon l'invention comporte en outre un système de reconnaissance 40 de chaque outil chirurgical d'entraînement 36. Le

système de reconnaissance 40 de l'outil chirurgical d'entraînement 36 étant configuré pour :

- lire la tension issue d'un pont diviseur de tension spécifique à chaque outil chirurgical d'entraînement 36,
- 5 - communiquer avec le système de contrôle 20, de manière à ce que le système de contrôle 20 reconnaisse chaque outil chirurgical d'entraînement 36 connecté au contrôleur haptique 18.

[0064] Il est en effet nécessaire d'identifier l'outil chirurgical d'entraînement 36 qui est connecté au contrôleur haptique 18 pour permettre au système de contrôle 20 de générer  
10 élément chirurgical virtuel mobile 102 correspondant dans l'espace virtuel 100.

[0065] Selon l'outil chirurgical d'entraînement 36 considéré, la plateforme 10 utilise une connexion sans fil et/ou une connexion électrique pour identifier l'outil chirurgical connecté (voir figure 3).

[0066] Dans le cas d'un outil chirurgical d'entraînement 36 simple, le système de  
15 reconnaissance 40 comprend un microcontrôleur 42 préférentiellement localisé dans la base 30 du module d'entraînement 16, comme visible sur la figure 7. Le microcontrôleur 42 est relié à l'outil chirurgical d'entraînement 36 au moyen du système de connexion 35, par le câble 39. Le système de reconnaissance 40, dans le cas d'un outil chirurgical d'entraînement simple comprend en outre, au niveau du système de connexion 35 entre  
20 l'outil 36 et le contrôleur haptique 18, un dispositif électronique tel qu'un pont diviseur de tension afin de permettre la reconnaissance de l'outil chirurgical d'entraînement 36.

[0067] Dans le cas d'un outil chirurgical d'entraînement complexe, le système de reconnaissance 40 du système de contrôle 20 récupère et analyse les informations issues du microcontrôleur de l'outil chirurgical d'entraînement 36 complexe. Dans ce cas, la  
25 communication sans fil suffit à l'identification.

[0068] Le système de contrôle 20 de la plateforme 10 est configuré pour :

- o identifier les différents modules 14, 16, 21, 23, 25, 28 connectés entre eux soit par voie dite électronique, soit par voie dite logicielle (comme détaillées ci-dessus),

- recevoir et analyser les données liées au(x) mouvement(s) de chaque outil chirurgical d'entraînement 36 connecté à un contrôleur haptique 18,
- générer l'environnement virtuel 100,
- interfacier chaque élément chirurgical virtuel mobile 102 de l'environnement virtuel 100 avec un élément réel correspondant.

[0069] Le système de contrôle 20 génère ainsi une image virtuelle de chaque outil chirurgical d'entraînement 36 connecté à contrôleur haptique 18.

[0070] Comme déjà mentionné plus haut, l'environnement virtuel 100 comporte également des éléments de décors 106 non déplaçables et/ou non manipulables. Il peut par exemple s'agir d'un écran d'endoscopie 108 ou d'une lampe qui peuvent être manipulés en virtuel par l'utilisateurs avec, par exemple, un clic sur un bouton pour les allumer. Ces éléments de décors 106 n'ont pas d'éléments réels correspondants.

[0071] En se basant sur les informations reçues du système de reconnaissance 40 et des informations collectées au niveau du contrôleur haptique 18, le système de contrôle 20 est configuré pour transformer/reproduire chaque mouvement dans l'espace de chaque outil chirurgical d'entraînement 36 connecté à un contrôleur haptique 18 de la console de pilotage 26 en un mouvement virtuel correspondant de son image virtuelle 102 dans l'environnement virtuel 100.

[0072] Dans le cas particulier d'une connexion avec un outil chirurgical d'entraînement 36 simple, le système de contrôle comporte :

- une unité de mesure (ou microcontrôleur 42) configurée pour :
  - identifier les outils 36 et/ou les modules 14, 16, 21, 23, 25 connectés,
  - récolter les données de mouvements propres (ou mouvements internes) de l'outil chirurgical d'entraînement 36 connecté,
- une unité centrale configurée pour :
  - générer l'environnement virtuel 100,
  - recevoir et analyser les données liées au(x) mouvement(s) de chaque outil chirurgical d'entraînement connecté,

- interfacier chaque outil chirurgical virtuel 102 de l'environnement virtuel 100 avec un élément réel correspondant, et éventuellement
- identifier les modules 14, 16, 21, 23, 25 connectés.

**[0073]** Dans ce cas particulier, comme illustré en figures 1 et 7, l'unité de mesure (ou  
5 microcontrôleur 42) fait partie du module d'entraînement.

**[0074]** Le système de contrôle 20 est en outre configurée pour générer un signal de retour permettant au contrôleur haptique 18 de générer à son tour un signal haptique correspondant, en fonction de ce qui se passe dans l'environnement virtuel 100.

**[0075]** Dans la présente demande, la notion de « signal haptique » est entendue comme  
10 un signal généré activement par la plateforme 10 selon la présente invention. Il est à différencier de la notion de « retour tactile » qui est un simple retour passif, généré automatiquement par le corps humain en réaction à la manipulation d'objets animés ou inanimés.

**[0076]** Ainsi, le système de contrôle 20 conduit le contrôleur haptique 18 à générer un  
15 retour haptique spécifique lorsque outil virtuel 102 correspondant à l'outil chirurgical d'entraînement 36 manipulé par l'utilisateur entre en contact avec un autre outil virtuel 102 ou un autre élément virtuel tel qu'un élément de décor 106, de l'environnement virtuel 100. Ceci permet d'accentuer l'aspect immersif de la simulation et de donner un sens de la réalité accru ; les interactions visibles dans l'environnement virtuel 100 sont  
20 également ressenties par l'utilisateur.

**[0077]** Dans certains modes de réalisations, certains éléments techniques de certains modules d'outillage complémentaire 23 ou de certains modules anatomiques 21 peuvent également être configurés pour produire un signal haptique en réponse à certains stimuli ou situations. Autrement dit, certains modules anatomique 21 et certains modules  
25 d'outillages complémentaires 23 sont configurés pour générer un signal haptique en réponse à une stimulation du système de contrôle 20 ou d'une action de l'utilisateur.

**[0078]** Comme déjà mentionné ci-dessus, la présente invention comprend également un kit formé par la plateforme 10 selon l'invention et un outil chirurgical d'entraînement 36.

Certains de ces outils chirurgicaux d'entraînement complexes 36, comme par exemple celui représenté en figure 10, comportent une tige distale 360 rotative. Ces outils 36 disposent ainsi d'une molette permettant la rotation de la tige distale 360 et donc de leur axe. Lorsque cette tige distale 360 est connecté au système de connexion 35, il est alors impossible, pour le système de contrôle 20 de mesurer/déterminer à la fois la position dans l'espace de l'outil chirurgical d'entraînement 36 et la rotation spécifique de la tige distale 360 : il faut en effet transmettre la rotation générale de l'outil chirurgical d'entraînement 36 par rapport à l'axe du contrôleur haptique 18 pour que son jumeau virtuel (outil virtuel 102) puisse être orienté similairement dans l'environnement virtuel 100 sans perdre la rotation spécifique de la tige distale 360 induite par le fonctionnement de l'outil chirurgical d'entraînement 36.

**[0079]** Pour résoudre ce problème, le système de connexion 35 présente un mode de réalisation particulier avec une pièce d'arche 45. La pièce d'arche 45, comme représenté en figure 10 permet la libre rotation d'une roue d'orientation de tige sur l'outil chirurgical d'entraînement 36 sans pour autant perdre l'information de l'orientation de l'outil 36 lui-même. La pièce d'arche 45 est fixée sur le corps préhensible de l'outil 36 d'une part et sur la tige distale 360 solidaire du deuxième connecteur 35b d'autre part. La tige distale 360 est coupée de manière que la partie sous la pièce d'arche 45 puisse être librement soumise à rotation sans conséquence sur la rotation au niveau du mécanisme clé serrure du système de connexion 35, à l'extrémité du contrôleur haptique 18.

**[0080]** La pièce d'arche 45 est préférentiellement imprimée à l'aide d'une imprimantes 3D par dépôt de couche, mais tout autre procédé de fabrication plastique peut être utilisé comme par exemple le frittage laser. La pièce d'arche 45 est préférentiellement conçue en deux parties pour pouvoir facilement être démontable, les deux parties sont assemblées au moyen de vis.

**[0081]** On constate ainsi que la plateforme 10 selon l'invention se construit autour du/des module(s) d'entraînement 16. Chaque module d'entraînement 16 est ainsi un élément central se trouvant à la convergence des différents éléments de la plateforme 10 selon la présente invention. Chaque module d'entraînement 16 s'organise, comme déjà mentionné, autour d'une base 30 qui permet de fixer les différents éléments :

- le microcontrôleur 42 et son câble de connexion 39 vers un système de connexion 35 destiné à connecter l'outil chirurgical d'entraînement 36 au système de contrôle 20,
- un contrôleur haptique 18 comportant un robot d'acquisition de mouvement tri-dimensionnel par repaire polaire,
- 5 - des aimants 34, 38, et, éventuellement
- un ou plusieurs connecteurs électrique (par exemple des connecteurs à pins rétractables comme vu ci-dessus).

[0082] Ces différents éléments réunis permettent, une fois connectés au dispositif  
10 d'affichage de réalité virtuelle 12, au moyen du module de calibration 14, de relier, dans un cadre de simulation d'intervention chirurgicale, la manipulation d'objets de chirurgie physiques à leurs jumeau virtuels dans une simulation en réalité virtuelle. La plateforme 10 permet un positionnement de ces objets dans l'espace et une identification des mouvements auxquels l'objet physique est soumis, permettant à un utilisateur de se  
15 rapprocher au maximum des ressentis induits par une intervention chirurgicale sans le soumettre à un stress ou danger évitables.

## REVENDICATIONS

1. Plateforme d'entraînement chirurgical modulaire (10) configurée pour interfacer un environnement virtuel (100) comprenant au moins un élément chirurgical virtuel mobile (102), la plateforme d'entraînement (10) comprenant :
- 5 - un dispositif d'affichage de réalité virtuelle (12) configuré pour afficher, à un utilisateur, l'environnement virtuel (100),
- un module de calibration (14) connecté au dispositif d'affichage de réalité virtuelle (12),
- au moins un module d'entraînement (16), chaque module d'entraînement (16) comportant un contrôleur haptique (18),
- 10 - un système de contrôle (20) configuré pour :
- o identifier les différents modules (14, 16) connectés entre eux,
  - o générer l'environnement virtuel (100),
  - o interfacer chaque élément chirurgical virtuel mobile (102) de l'environnement virtuel (100) avec un élément réel correspondant,
- 15 **caractérisée en ce que** l'ensemble des modules (14, 16) sont configurés pour être fixés les uns aux autres de manière réversible dans une configuration connue,
- en ce que** chaque contrôleur haptique (18) comporte un système de connexion (35) configuré pour connecter mécaniquement, de manière réversible, un outil chirurgical d'entraînement (36), chaque contrôleur haptique (18) étant, en outre, configuré pour mesurer chaque mouvement dans l'espace de l'outil chirurgical d'entraînement (36) une fois celui-ci connecté au contrôleur haptique (18),
- 20 **en ce que** le système de contrôle (20) comporte en outre un système de reconnaissance (40) de chaque outil chirurgical d'entraînement (36) configuré pour obtenir une information d'identification spécifique à l'outil chirurgical d'entraînement (36) connecté,
- 25 et communiquer l'information d'identification au système de contrôle (20), de manière à ce que le système de contrôle (20) reconnaisse chaque outil chirurgical d'entraînement (36) connecté au contrôleur haptique (18),
- en ce que** le système de contrôle (20) génère une image virtuelle de chaque outil chirurgical d'entraînement (36) connecté au contrôleur haptique (18),
- 30

**en ce que** le système de contrôle (20) est configurée pour recevoir et analyser les données liées au(x) mouvement(s) de chaque outil chirurgical d'entraînement (36) connecté au contrôleur haptique (18), et reproduire chaque mouvement de l'outil chirurgical d'entraînement (36) connecté au contrôleur haptique (18) en un mouvement virtuel correspondant de son image virtuelle dans l'environnement virtuel (100),

**en ce que** chaque mouvement virtuel est rendu visible à l'utilisateur par le dispositif d'affichage (12).

2. Plateforme d'entraînement chirurgical (10) selon la revendication précédente, dans laquelle le système de contrôle (20) comporte :

- 10 - une unité de mesure (42) configurée pour :
- o identifier les outils chirurgicaux d'entraînement (36) et/ou les modules (14, 16) connectés,
  - o récolter les données de mouvements de l'outil chirurgical d'entraînement (36) connecté,
- 15 - une unité centrale configurée pour :
- o générer l'environnement virtuel (100),
  - o recevoir et analyser les données liées au(x) mouvement(s) de chaque outil chirurgical d'entraînement (36) connecté,
  - o interfacier chaque élément chirurgical virtuel mobile (102) de
- 20 l'environnement virtuel (100) avec un outil chirurgical d'entraînement (36) correspondant.

3. Plateforme d'entraînement chirurgical (10) selon la revendication précédente, dans laquelle l'unité de mesure (42) fait partie du module d'entraînement (16).

4. Plateforme d'entraînement chirurgical (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle le système de contrôle (20) est en outre configuré pour générer un signal de retour permettant au contrôleur haptique (18) de générer un signal haptique lorsqu'au moins deux éléments virtuels (102, 104, 106) interagissent dans l'environnement virtuel (100).

5. Plateforme d'entraînement chirurgical (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comprend, en outre, au moins un module anatomique (21) configuré pour représenter ou reproduire tout ou partie d'une partie anatomique humaine.
- 5 6. Plateforme d'entraînement chirurgical (10) selon la revendication précédente, dans laquelle le module anatomique (21) est configuré pour générer un signal haptique en réponse à une stimulation du système de contrôle (20) ou d'une action de l'utilisateur.
7. Plateforme d'entraînement chirurgical (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comprend, en outre, au moins un module d'outillage complémentaire (23) configuré pour représenter ou reproduire tout ou partie d'un outillage susceptible d'être présent dans un bloc opératoire ou tout ou partie d'un outil chirurgical nécessaire lors d'une intervention chirurgicale mais n'intervenant pas directement sur le corps d'un patient.
- 10 8. Plateforme d'entraînement chirurgical (10) selon la revendication précédente, dans laquelle le module d'outillage complémentaire (23) est configuré pour générer un signal haptique en réponse à une stimulation du système de contrôle (20) ou d'une action de l'utilisateur.
9. Plateforme d'entraînement chirurgical (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comprend, en outre, un module de rangement (25) configuré pour permettre le rangement d'un ou plusieurs outils chirurgicaux d'entraînement (36).
- 20 10. Plateforme d'entraînement chirurgical (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comprend, en outre, au moins un module d'espacement (28) configuré pour connecter deux modules (16, 21, 23, 25) entre eux de manière indirecte.
- 25

11. Plateforme d'entraînement chirurgical (10) selon la revendication précédente, caractérisée en ce que l'au moins un module d'espacement (28) est configuré pour disposer deux modules (16, 21, 23, 25) sur des plans horizontaux distincts.
12. Plateforme d'entraînement chirurgical (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle chaque module (14, 16, 21, 23, 25, 28) comprend une base (30) présentant une forme spécifique, les formes des différentes bases (30) des différents modules (14, 16, 21, 23, 25, 28) étant complémentaires les unes des autres, de manière à obtenir un emboîtement stable et adapté des différents modules (14, 16, 21, 23, 25, 28) entre eux.
- 10 13. Plateforme d'entraînement chirurgical (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle le système de connexion (35) du contrôleur haptique (18) permet de connecter au moins deux outils chirurgicaux d'entraînement (36) différents.
- 15 14. Plateforme d'entraînement chirurgical (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle le contrôleur haptique (18) du module d'entraînement (16) comprend un robot à bras pivotant, le robot à bras pivotant présentant une extrémité libre destinée à coopérer avec le système de connexion (35).
- 20 15. Kit d'entraînement chirurgical comprenant une plateforme modulaire d'entraînement chirurgical (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes et au moins un outil chirurgical d'entraînement (36) configuré pour être connecté au contrôleur haptique (18) de la plateforme (10).



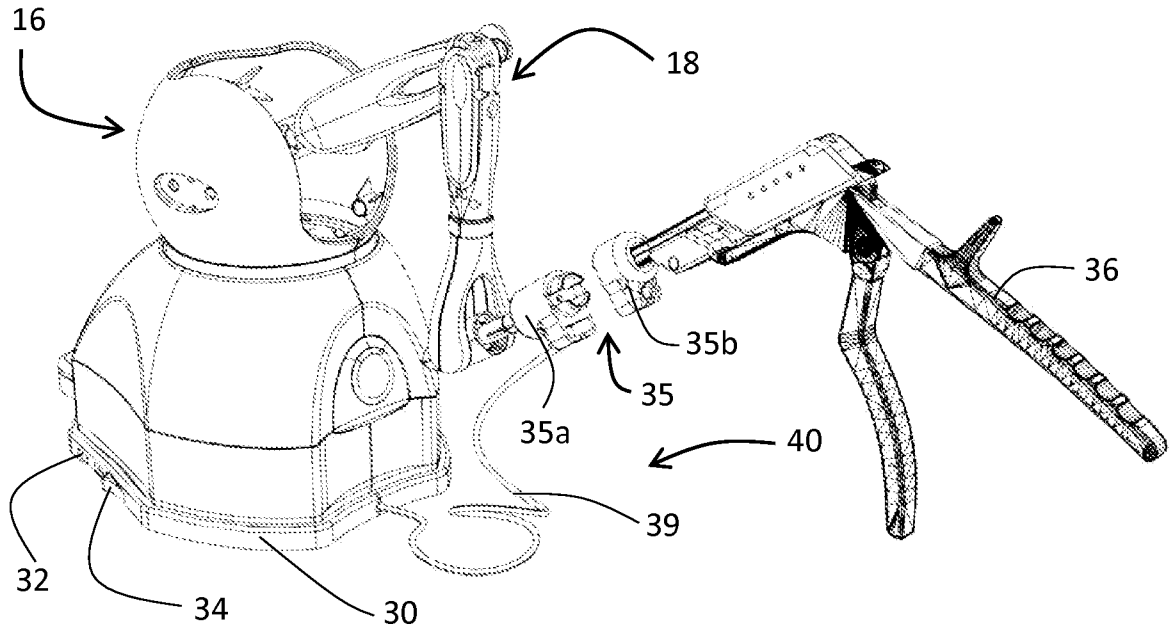


FIG. 3

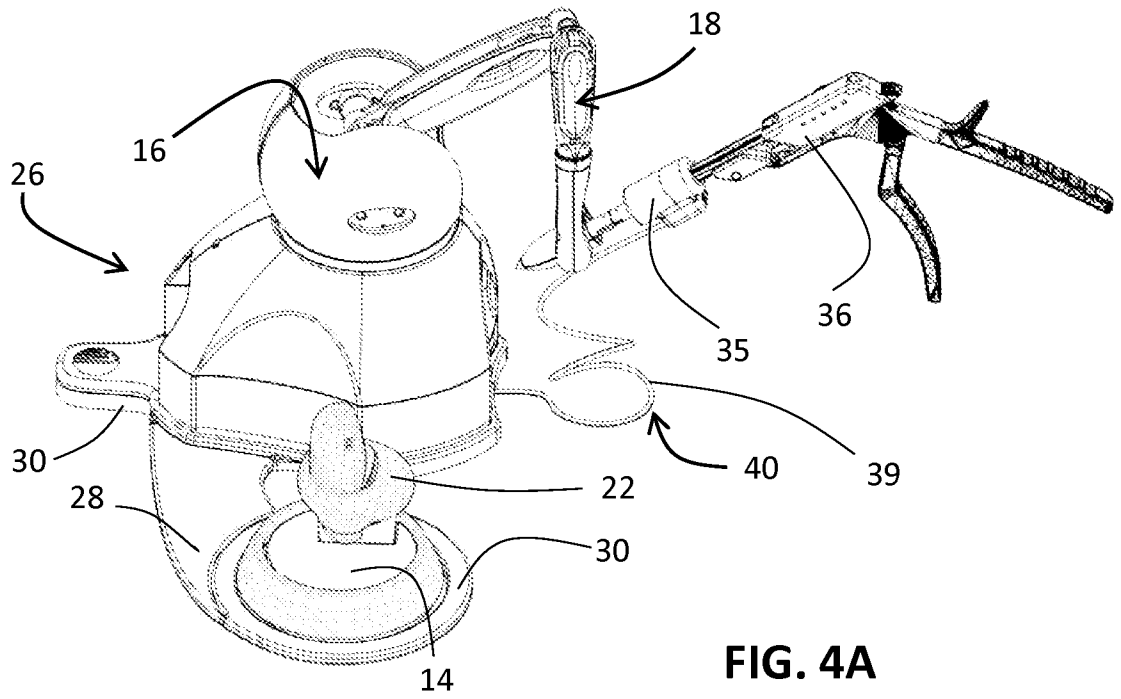


FIG. 4A

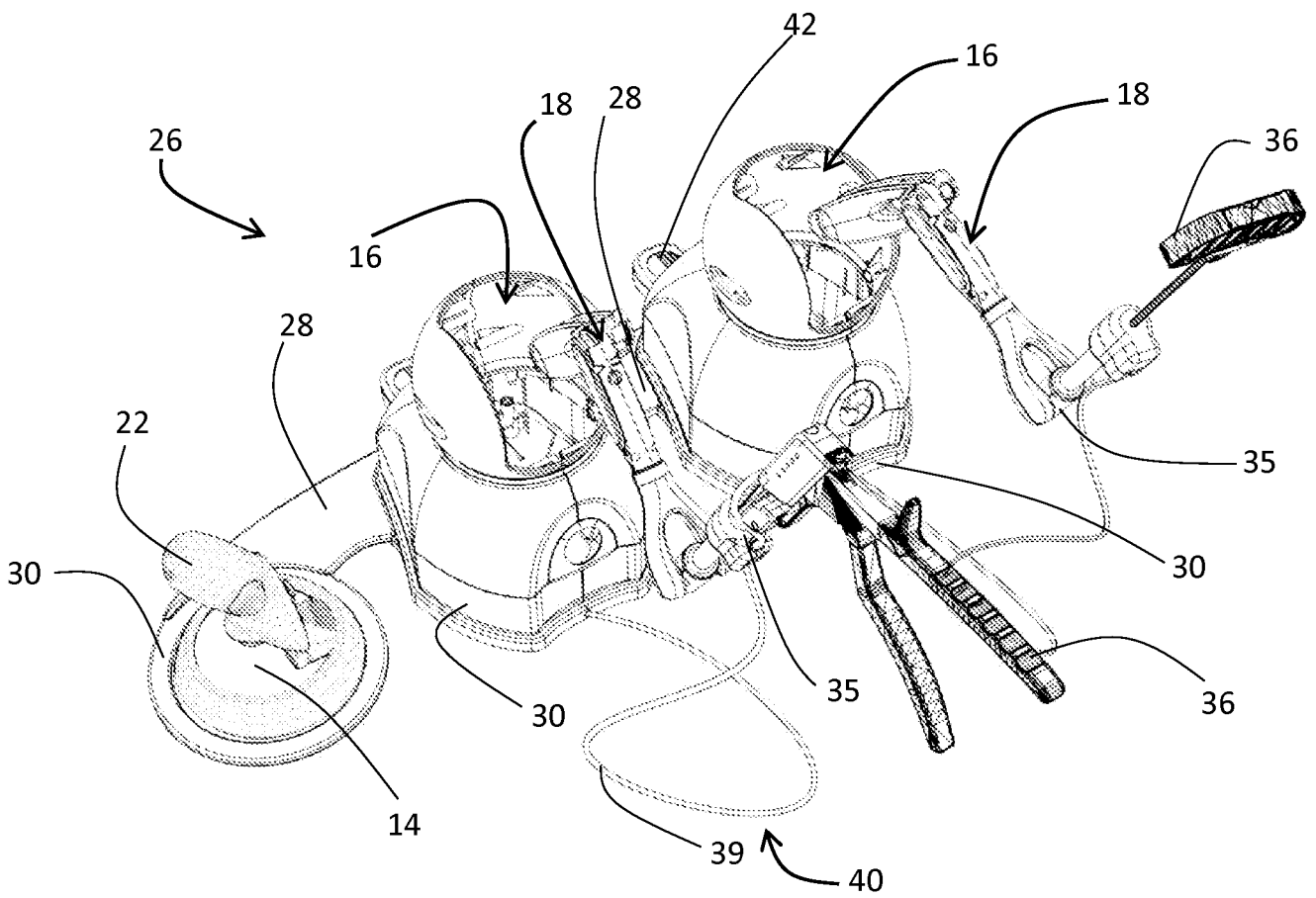


FIG. 4B

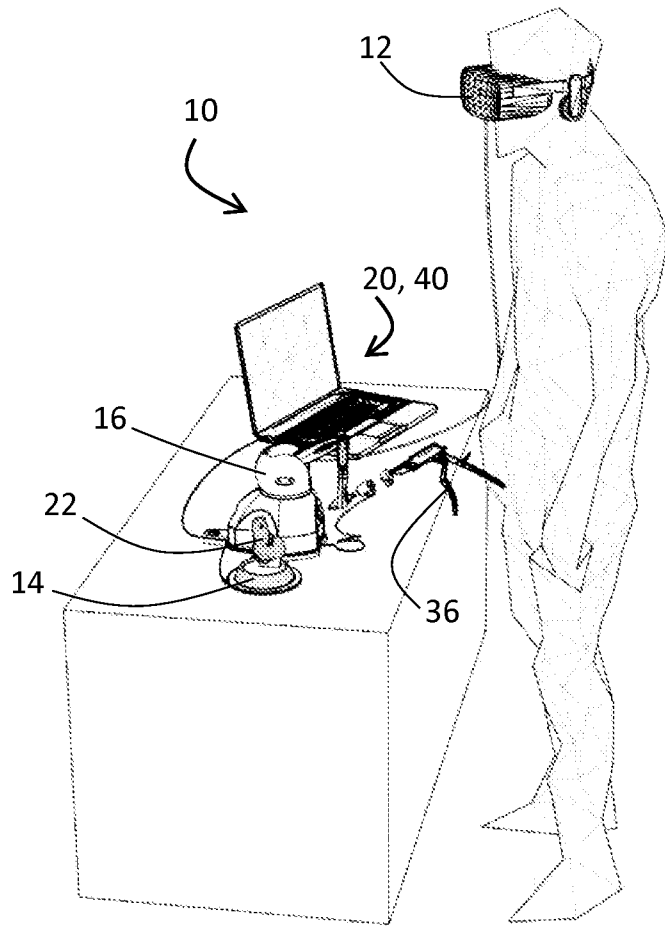


FIG. 5

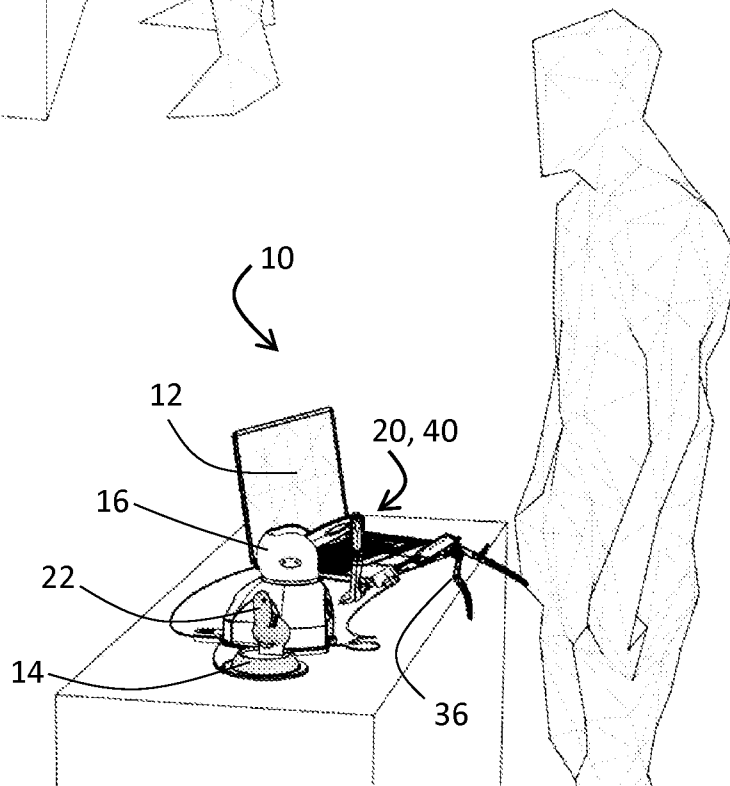


FIG. 6

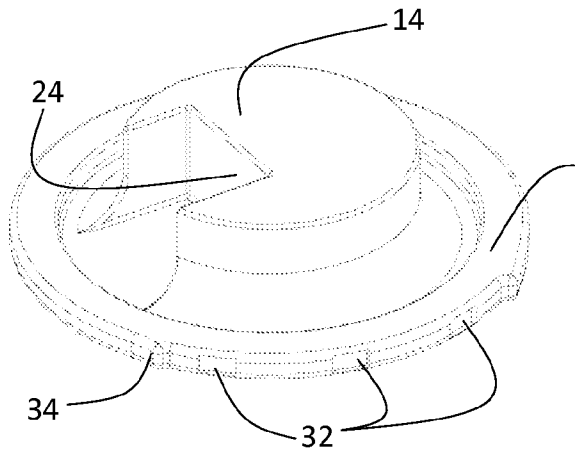
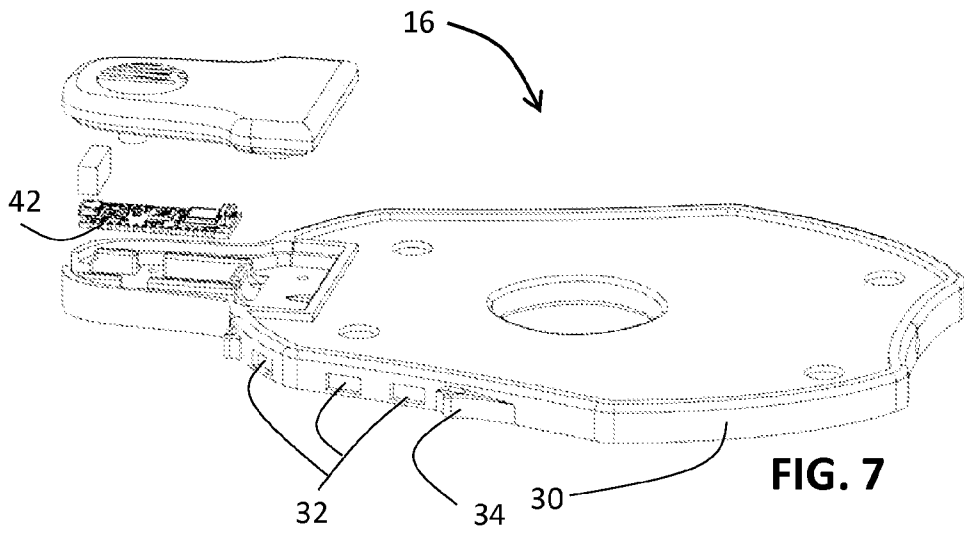


FIG. 8A

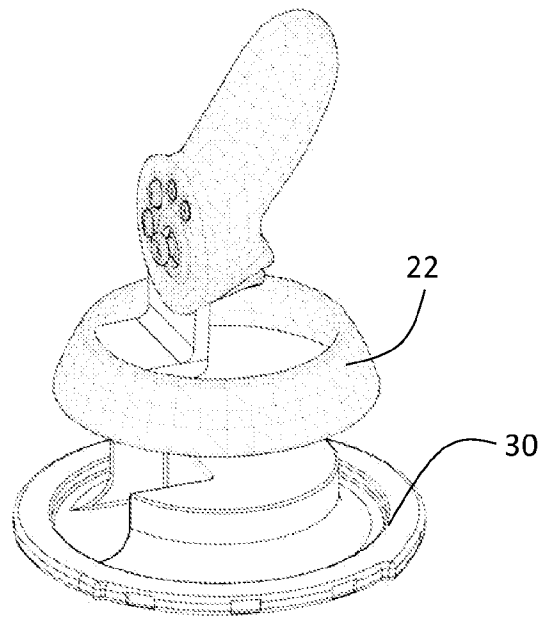


FIG. 8B

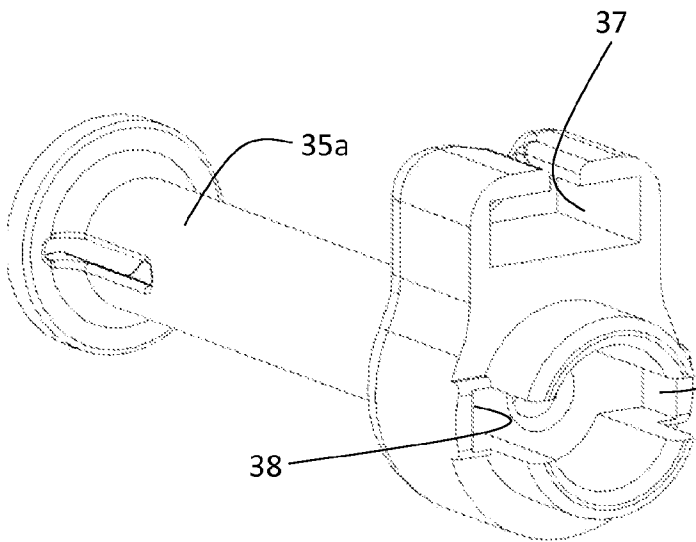


FIG. 9A

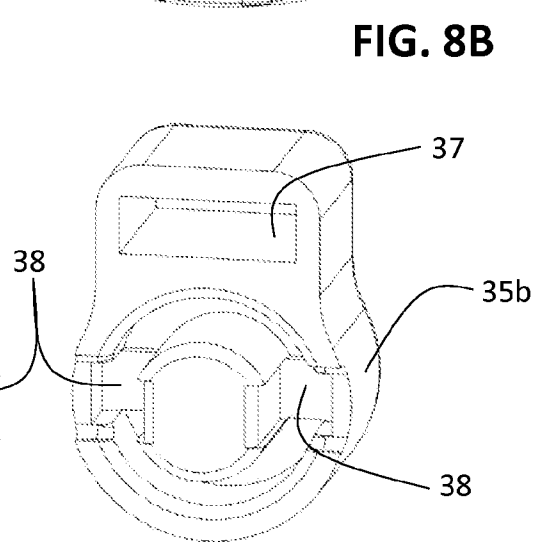


FIG. 9B

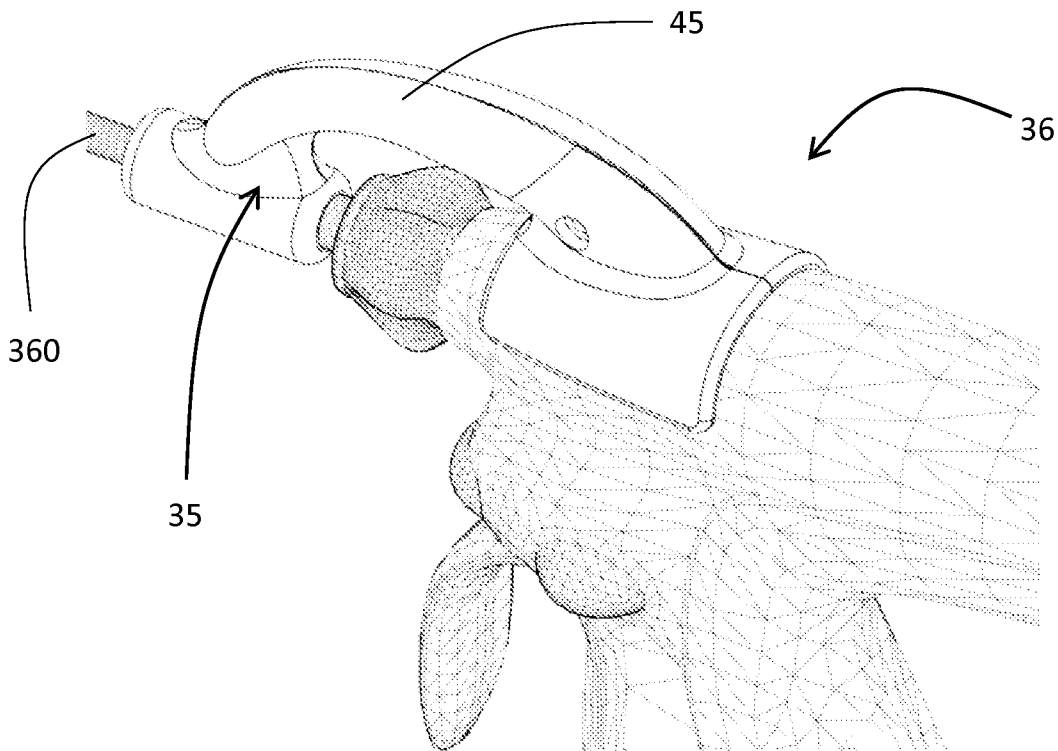


FIG. 10

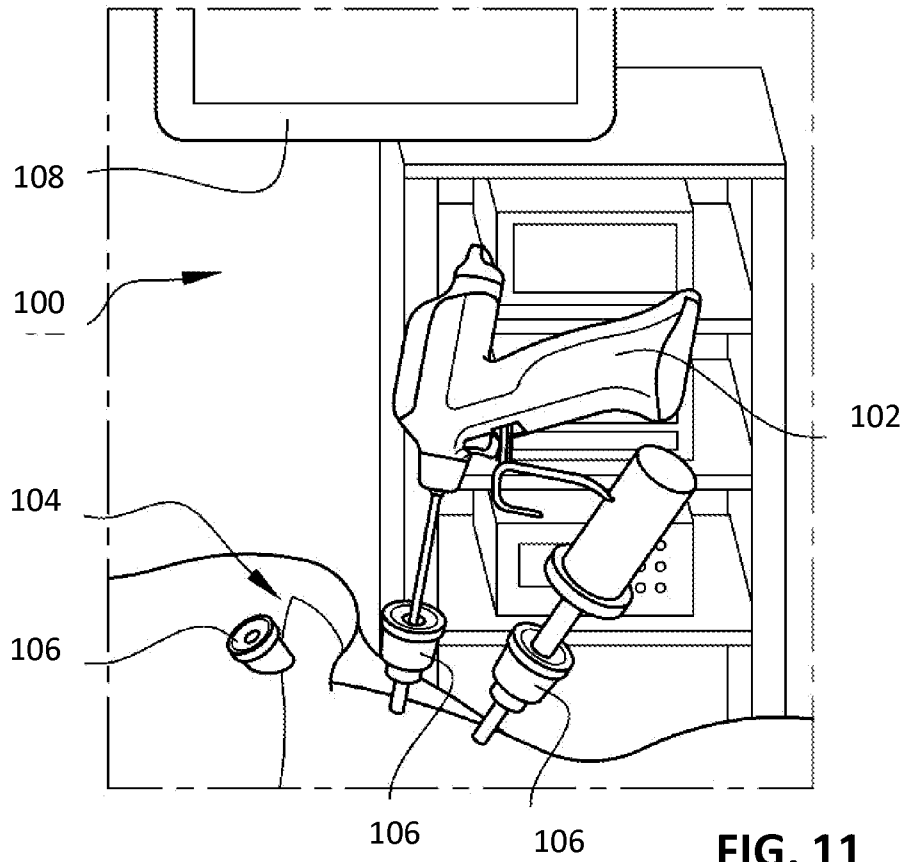


FIG. 11

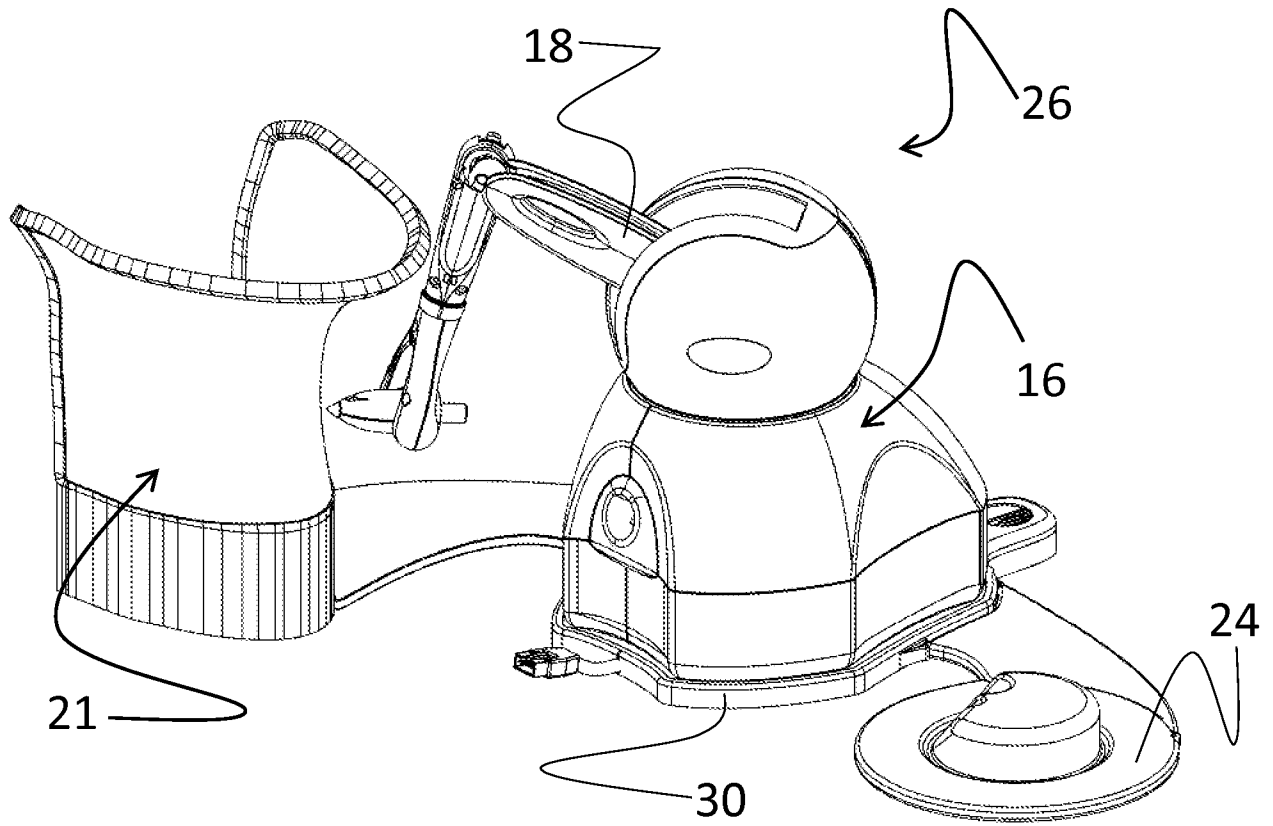


FIG. 12

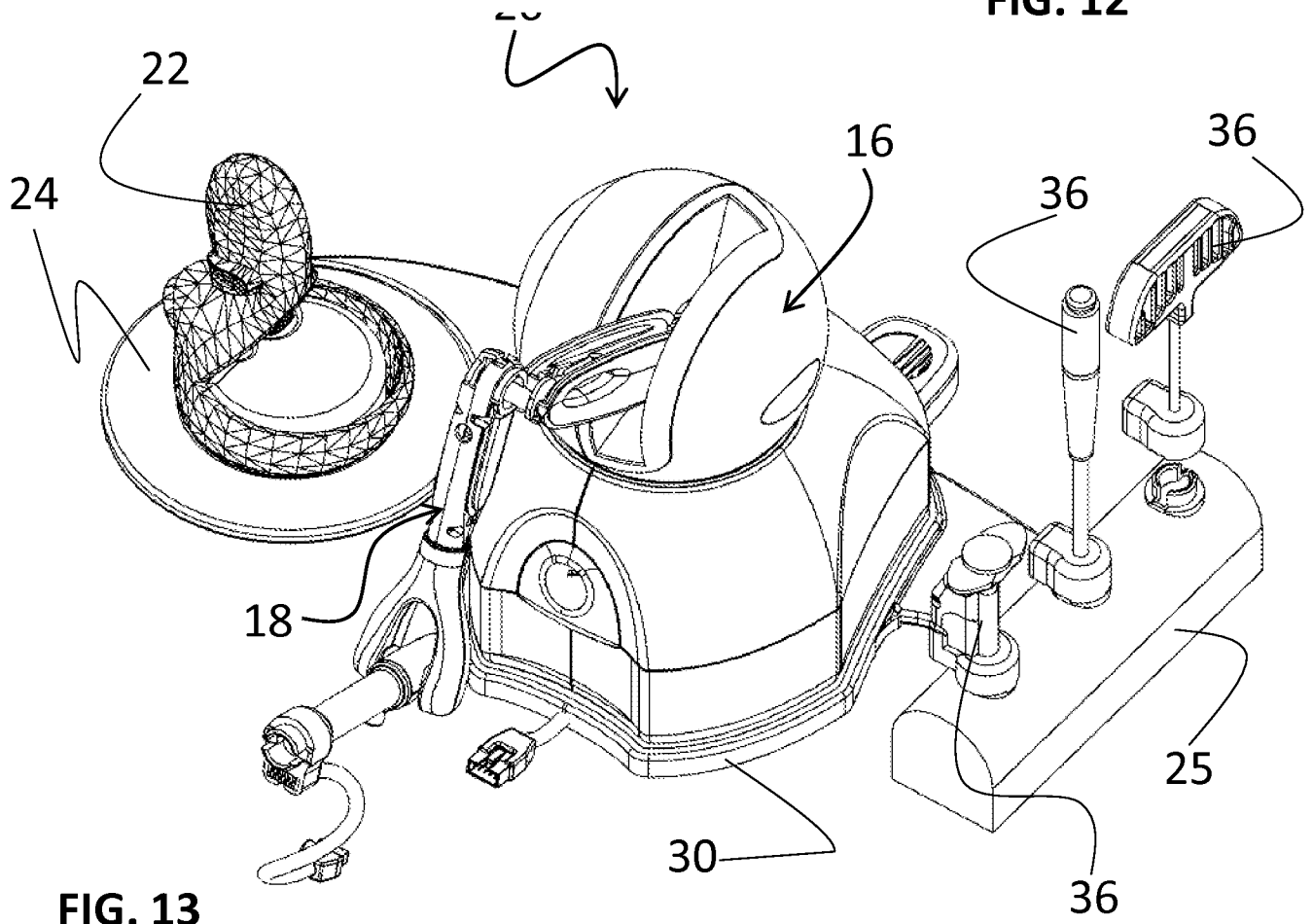


FIG. 13

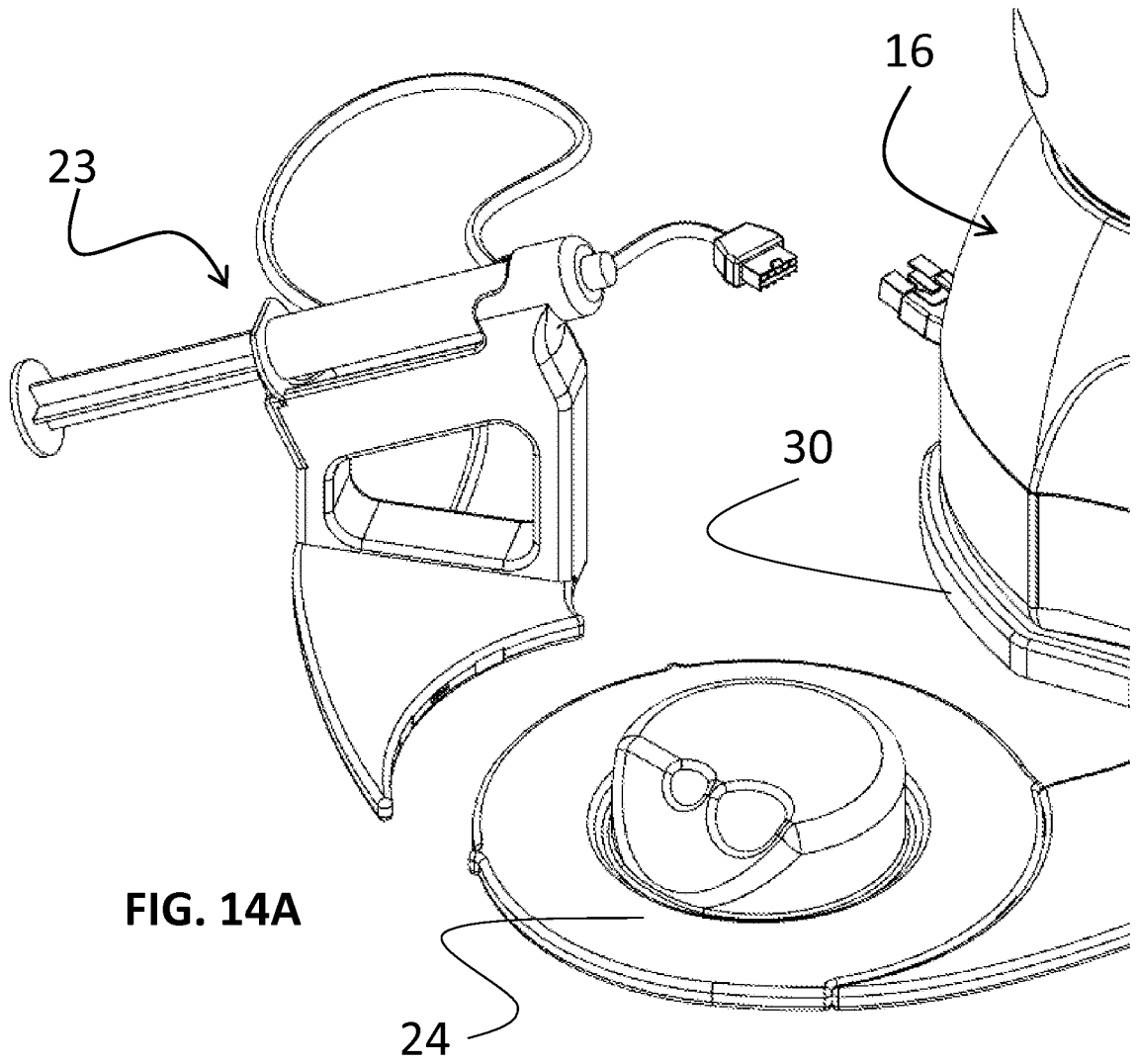


FIG. 14A

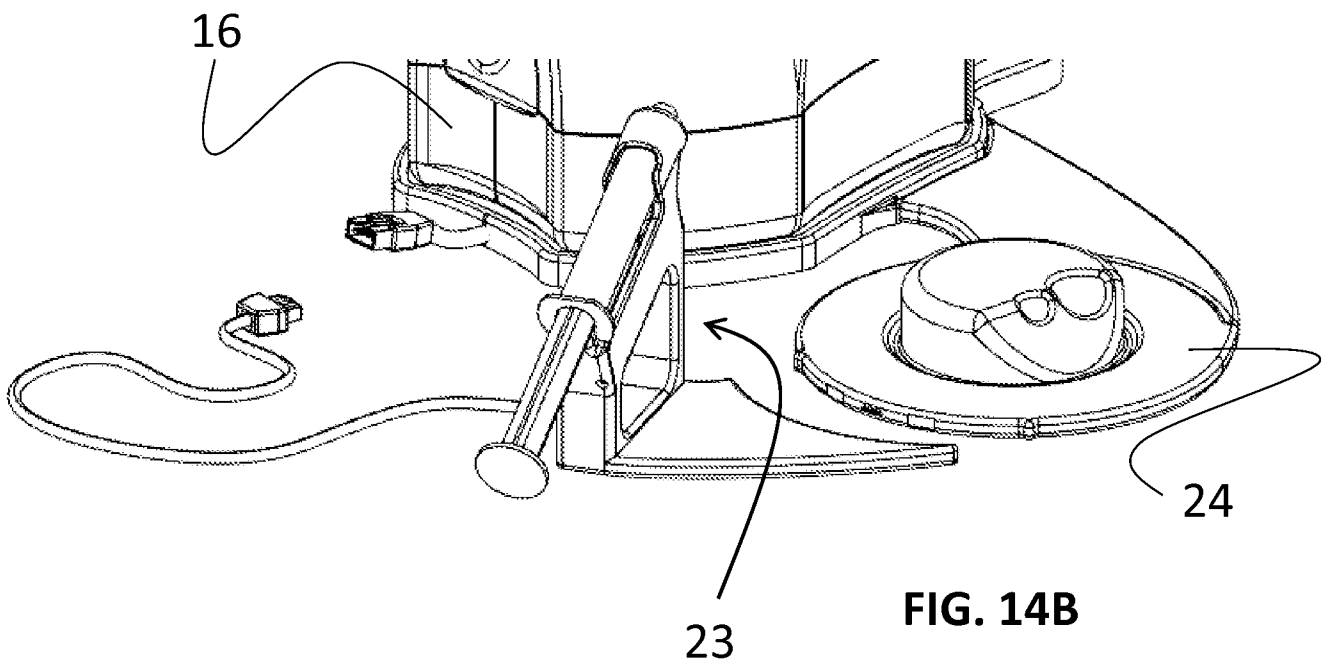


FIG. 14B

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/FR2023/050695**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>G09B 23/28</i> (2006.01)  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>  Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G09B  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2020186194 A1 (SMITH & NEPHEW INC [US]; SMITH & NEPHEW ORTHOPAEDICS AG [CH] ET AL.) 17 September 2020 (2020-09-17) paragraph [0003] - paragraph [0004] paragraph [0171] paragraph [0092] paragraph [0159] paragraphs [0053], [0069]; figure 1 paragraph [0037] - paragraph [0039] paragraph [0074] paragraph [0167] - paragraph [0168]	1-15
X	US 2019380792 A1 (POLTARETSKYI SERGII [FR] ET AL) 19 December 2019 (2019-12-19) paragraph [0164] paragraph [0444] paragraph [0456] paragraph [0459] paragraph [0462] paragraph [0593]	1-15
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search <b>25 July 2023</b>		Date of mailing of the international search report <b>01 August 2023</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Beaucé, Gaëtan</b>  Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/FR2023/050695**

<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 3482710 A1 (STRYKER CORP [US]) 15 May 2019 (2019-05-15) paragraph [0010] paragraph [0013] - paragraph [0018] paragraph [0054] paragraph [0063] - paragraph [0069] paragraph [0101] paragraph [0118]	1-15

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/FR2023/050695**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2020186194	A1	17 September 2020	CN	113473940	A	01 October 2021
				EP	3937825	A1	19 January 2022
				US	2022151705	A1	19 May 2022
				WO	2020186194	A1	17 September 2020
<hr/>							
US	2019380792	A1	19 December 2019	AU	2019289077	A1	28 January 2021
				AU	2019289081	A1	28 January 2021
				AU	2019289083	A1	28 January 2021
				AU	2019289084	A1	28 January 2021
				AU	2019289085	A1	28 January 2021
				CN	112566578	A	26 March 2021
				CN	112566579	A	26 March 2021
				CN	112566580	A	26 March 2021
				CN	112584789	A	30 March 2021
				CN	112584790	A	30 March 2021
				CN	112584791	A	30 March 2021
				EP	3809966	A2	28 April 2021
				EP	3810007	A1	28 April 2021
				EP	3810008	A2	28 April 2021
				EP	3810009	A1	28 April 2021
				EP	3810010	A1	28 April 2021
				EP	3810011	A2	28 April 2021
				EP	3810012	A1	28 April 2021
				EP	3810013	A1	28 April 2021
				EP	3810014	A1	28 April 2021
				EP	3810015	A1	28 April 2021
				EP	3810016	A1	28 April 2021
				EP	3810017	A1	28 April 2021
				EP	3810018	A1	28 April 2021
				EP	3810020	A1	28 April 2021
				EP	3810021	A1	28 April 2021
				JP	7247234	B2	28 March 2023
				JP	7271579	B2	11 May 2023
				JP	2021526940	A	11 October 2021
				JP	2021527536	A	14 October 2021
				US	2019380792	A1	19 December 2019
				US	2021085220	A1	25 March 2021
				US	2021093329	A1	01 April 2021
				US	2021093385	A1	01 April 2021
				US	2021093386	A1	01 April 2021
				US	2021093387	A1	01 April 2021
				US	2021093388	A1	01 April 2021
US	2021093389	A1	01 April 2021				
US	2021093390	A1	01 April 2021				
US	2021093391	A1	01 April 2021				
US	2021093392	A1	01 April 2021				
US	2021093395	A1	01 April 2021				
US	2021093410	A1	01 April 2021				
US	2021093413	A1	01 April 2021				
US	2021093414	A1	01 April 2021				
US	2021093415	A1	01 April 2021				

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/FR2023/050695**

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
		US 2021097880 A1	01 April 2021
		US 2021097886 A1	01 April 2021
		US 2021100620 A1	08 April 2021
		US 2021104325 A1	08 April 2021
		US 2021134467 A1	06 May 2021
		US 2021161613 A1	03 June 2021
		US 2021290319 A1	23 September 2021
		WO 2019245848 A1	26 December 2019
		WO 2019245849 A1	26 December 2019
		WO 2019245851 A1	26 December 2019
		WO 2019245852 A1	26 December 2019
		WO 2019245853 A1	26 December 2019
		WO 2019245854 A2	26 December 2019
		WO 2019245856 A1	26 December 2019
		WO 2019245857 A1	26 December 2019
		WO 2019245860 A1	26 December 2019
		WO 2019245861 A2	26 December 2019
		WO 2019245862 A1	26 December 2019
		WO 2019245864 A1	26 December 2019
		WO 2019245865 A1	26 December 2019
		WO 2019245866 A2	26 December 2019
		WO 2019245867 A1	26 December 2019
		WO 2019245868 A1	26 December 2019
		WO 2019245869 A1	26 December 2019
		WO 2019245870 A1	26 December 2019
EP	3482710 A1	15 May 2019	EP 3482710 A1 15 May 2019
		US 2019142520 A1	16 May 2019
		US 2022151703 A1	19 May 2022

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> INV. <b>G09B23/28</b> ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b> Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) <b>G09B</b>		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) <b>EPO-Internal, WPI Data</b>		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
<b>X</b>	<b>WO 2020/186194 A1 (SMITH &amp; NEPHEW INC [US]; SMITH &amp; NEPHEW ORTHOPAEDICS AG [CH] ET AL.) 17 septembre 2020 (2020-09-17)</b> alinéa [0003] – alinéa [0004] alinéa [0171] alinéa [0092] alinéa [0159] alinéas [0053], [0069]; figure 1 alinéa [0037] – alinéa [0039] alinéa [0074] alinéa [0167] – alinéa [0168] ----- -/--	<b>1-15</b>
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents		
<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets	
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée <b>25 juillet 2023</b>		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale <b>01/08/2023</b>
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé <b>Beaucé, Gaëtan</b>

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	<p>US 2019/380792 A1 (POLTARETSKYI SERGII [FR] ET AL) 19 décembre 2019 (2019-12-19)</p> <p>alinéa [0164]</p> <p>alinéa [0444]</p> <p>alinéa [0456]</p> <p>alinéa [0459]</p> <p>alinéa [0462]</p> <p>alinéa [0593]</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-15
X	<p>EP 3 482 710 A1 (STRYKER CORP [US]) 15 mai 2019 (2019-05-15)</p> <p>alinéa [0010]</p> <p>alinéa [0013] - alinéa [0018]</p> <p>alinéa [0054]</p> <p>alinéa [0063] - alinéa [0069]</p> <p>alinéa [0101]</p> <p>alinéa [0118]</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-15

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2023/050695

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2020186194	A1	17-09-2020	CN 113473940 A	01-10-2021
			EP 3937825 A1	19-01-2022
			US 2022151705 A1	19-05-2022
			WO 2020186194 A1	17-09-2020
-----				
US 2019380792	A1	19-12-2019	AU 2019289077 A1	28-01-2021
			AU 2019289081 A1	28-01-2021
			AU 2019289083 A1	28-01-2021
			AU 2019289084 A1	28-01-2021
			AU 2019289085 A1	28-01-2021
			CN 112566578 A	26-03-2021
			CN 112566579 A	26-03-2021
			CN 112566580 A	26-03-2021
			CN 112584789 A	30-03-2021
			CN 112584790 A	30-03-2021
			CN 112584791 A	30-03-2021
			EP 3809966 A2	28-04-2021
			EP 3810007 A1	28-04-2021
			EP 3810008 A2	28-04-2021
			EP 3810009 A1	28-04-2021
			EP 3810010 A1	28-04-2021
			EP 3810011 A2	28-04-2021
			EP 3810012 A1	28-04-2021
			EP 3810013 A1	28-04-2021
			EP 3810014 A1	28-04-2021
			EP 3810015 A1	28-04-2021
			EP 3810016 A1	28-04-2021
			EP 3810017 A1	28-04-2021
			EP 3810018 A1	28-04-2021
			EP 3810020 A1	28-04-2021
			EP 3810021 A1	28-04-2021
			JP 7247234 B2	28-03-2023
			JP 7271579 B2	11-05-2023
			JP 2021526940 A	11-10-2021
			JP 2021527536 A	14-10-2021
			US 2019380792 A1	19-12-2019
			US 2021085220 A1	25-03-2021
			US 2021093329 A1	01-04-2021
			US 2021093385 A1	01-04-2021
US 2021093386 A1	01-04-2021			
US 2021093387 A1	01-04-2021			
US 2021093388 A1	01-04-2021			
US 2021093389 A1	01-04-2021			
US 2021093390 A1	01-04-2021			
US 2021093391 A1	01-04-2021			
US 2021093392 A1	01-04-2021			
US 2021093395 A1	01-04-2021			
US 2021093410 A1	01-04-2021			
US 2021093413 A1	01-04-2021			
US 2021093414 A1	01-04-2021			
US 2021093415 A1	01-04-2021			
US 2021097880 A1	01-04-2021			
US 2021097886 A1	01-04-2021			
US 2021100620 A1	08-04-2021			
US 2021104325 A1	08-04-2021			
US 2021134467 A1	06-05-2021			
US 2021161613 A1	03-06-2021			
US 2021290319 A1	23-09-2021			

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2023/050695

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
		WO 2019245848 A1	26-12-2019
		WO 2019245849 A1	26-12-2019
		WO 2019245851 A1	26-12-2019
		WO 2019245852 A1	26-12-2019
		WO 2019245853 A1	26-12-2019
		WO 2019245854 A2	26-12-2019
		WO 2019245856 A1	26-12-2019
		WO 2019245857 A1	26-12-2019
		WO 2019245860 A1	26-12-2019
		WO 2019245861 A2	26-12-2019
		WO 2019245862 A1	26-12-2019
		WO 2019245864 A1	26-12-2019
		WO 2019245865 A1	26-12-2019
		WO 2019245866 A2	26-12-2019
		WO 2019245867 A1	26-12-2019
		WO 2019245868 A1	26-12-2019
		WO 2019245869 A1	26-12-2019
		WO 2019245870 A1	26-12-2019
-----			
EP 3482710	A1	15-05-2019	EP 3482710 A1
			15-05-2019
			US 2019142520 A1
			16-05-2019
			US 2022151703 A1
			19-05-2022
-----			