

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

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

2 996 116

21 N° d'enregistrement national : 13 60328

51 Int Cl<sup>8</sup> : A 61 B 19/08 (2013.01), B 25 J 19/00

12

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 23.10.13.

30 Priorité : 20.12.05 US 11314040.

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 04.04.14 Bulletin 14/14.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés : Division demandée le 23/10/13 bénéficiant de la date de dépôt du 20/12/06 de la demande initiale n° 06 11140.

71 Demandeur(s) : INTUITIVE SURGICAL INC — US.

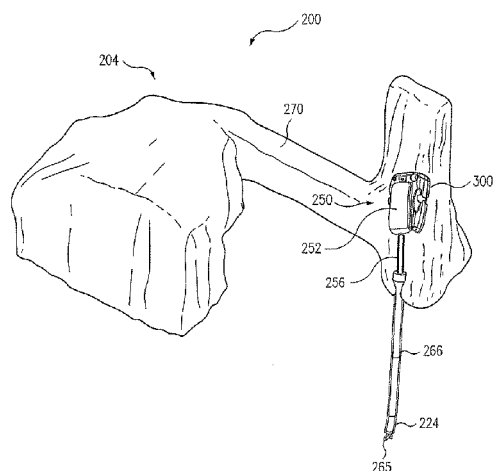
72 Inventeur(s) : ORBAN JOSEPH, ANDERSON S CHRISTOPHER, DEVENGENZO ROMAN, SCHENA BRUCE, PRINDIVILLE MICHAEL, COOPER THOMAS et BURBANK WILLIAM.

73 Titulaire(s) : INTUITIVE SURGICAL INC.

74 Mandataire(s) : CABINET PLASSERAUD.

54 SYSTEME CHIRURGICAL ROBOTISE AVEC ADAPTATEUR CHIRURGICAL STERILE.

57 Système chirurgical robotisé (200) comprenant:  
un bras manipulateur (204) comprenant une entrée à ressort et un poussoir à ressort; et  
un adaptateur stérile (300) comprenant: un boîtier;  
un contact électrique;  
un ensemble de plaques de rétraction comportant une plaque de rétraction supérieure et une plaque de rétraction inférieure, l'ensemble de plaques de rétraction étant disposé déplaçable par rapport au boîtier et adapté pour engager le poussoir à ressort; et  
un disque capturé entre et pivotant par rapport à la plaque de rétraction supérieure et la plaque de rétraction inférieure, le disque ayant une première surface adaptée pour engager l'entrée à ressort et une deuxième surface pouvant tourner adaptée pour engager un instrument chirurgical dans un champ stérile.



FR 2 996 116 - A1



## SYSTÈME CHIRURGICAL ROBOTISÉ AVEC ADAPTATEUR CHIRURGICAL STERILE

La présente invention concerne généralement des systèmes chirurgicaux robotisés et plus précisément, un adaptateur stérile jetable d'un drap stérile pour  
5 couvrir des parties du système chirurgical robotisé.

Dans la chirurgie assistée par robot ou télérobotisée, le chirurgien fait fonctionner un contrôleur principal pour contrôler à distance le déplacement d'instruments chirurgicaux sur le site chirurgical à partir d'un endroit qui peut être éloigné du patient (par ex. de l'autre côté de la salle d'opération, dans une pièce  
10 différente ou un bâtiment totalement différent de celui du patient). Le contrôleur principal comprend généralement un ou plusieurs dispositifs d'entrée manuels, comme des leviers de commande, des gants exosquelettes ou analogues, qui sont couplés aux instruments chirurgicaux avec des servomoteurs pour articuler les instruments sur le site chirurgical. Les servomoteurs font généralement partie d'un  
15 dispositif électromécanique ou un manipulateur chirurgical (« l'esclave ») qui soutient et contrôle les instruments chirurgicaux qui ont été introduits directement dans un site chirurgical à ciel ouvert ou à travers des douilles de trocar dans une cavité corporelle, comme l'abdomen du patient. Pendant l'opération, le manipulateur chirurgical fournit une articulation mécanique et un contrôle d'une variété  
20 d'instruments chirurgicaux, comme les pinces à tissu, les guides-aiguilles, les sondes de cautérisation électrochirurgicale, etc. qui effectuent chacun diverses fonctions pour le chirurgien, par exemple tenir ou guider une aiguille, maintenir un vaisseau sanguin, ou disséquer, cautériser ou coaguler des tissus.

Ce nouveau procédé pour effectuer une chirurgie télérobotisée par une  
25 manipulation à distance a, bien entendu, créé de nombreux nouveaux défis. L'un de ces défis résulte du fait qu'une partie du manipulateur chirurgical électromécanique sera en contact direct avec les instruments chirurgicaux, et sera également positionné à côté du site d'opération. En conséquence, le manipulateur chirurgical peut être contaminé pendant la chirurgie et il est généralement jeté ou stérilisé entre les

opérations. D'un point de vue des coûts, il serait préférable de stériliser le dispositif. Toutefois, les servomoteurs, capteurs, encodeurs et connexions électriques qui sont nécessaires pour contrôler de façon robotisée les moteurs ne peuvent généralement pas être stérilisés en utilisant les procédés conventionnels, par exemple la vapeur, la  
5 chaleur et la pression ou les produits chimiques, car les parties du système seraient endommagées ou détruites dans le processus de stérilisation.

Un drap stérile a été utilisé auparavant pour couvrir le manipulateur chirurgical et comprenait des trous à travers lesquels un adaptateur (par exemple un adaptateur unitaire à poignet ou un adaptateur à canule) entraient dans le champ  
10 stérile. Cependant, cela nécessite de façon désavantageuse un détachement et une stérilisation des adaptateurs après chaque intervention et entraîne également un plus grand risque de contamination à travers les trous dans le drap.

Encore un autre défi avec les systèmes de chirurgie télérobotisée est qu'un chirurgien va généralement employer un grand nombre d'instruments / outils  
15 chirurgicaux différents pendant une intervention. Etant donné que le nombre de bras manipulateurs est limité en raison des contraintes d'espace et du coût, nombre de ces instruments chirurgicaux seront attachés et détachés du même bras manipulateur plusieurs fois pendant une opération. Dans les interventions laparoscopiques, par exemple, le nombre de ports d'entrée dans l'abdomen du patient est généralement  
20 limité pendant l'opération en raison des contraintes d'espace ainsi qu'un désir d'éviter les incisions superflues dans le patient. Ainsi, plusieurs instruments chirurgicaux différents seront généralement introduits à travers la même douille de trocar pendant l'opération. De même, dans une chirurgie à ciel ouvert, il n'y a  
25 généralement pas assez de place autour du site chirurgical pour positionner plus d'un ou deux manipulateurs chirurgicaux, et de ce fait l'assistant du chirurgien sera contraint de retirer fréquemment les instruments du bras du manipulateur et les remplacer par d'autres outils chirurgicaux.

Ce dont on a besoin, par conséquent, c'est de systèmes et procédés télérobotisés améliorés pour contrôler à distance les instruments chirurgicaux sur un  
30 site chirurgical d'un patient. En particulier, ces systèmes et procédés doivent être configurés pour minimiser la nécessité d'une stérilisation afin d'améliorer le rapport coût-efficacité tout en protégeant également le système et le patient chirurgical. En outre, ces systèmes et procédés doivent être conçus pour minimiser le temps

d'échange des instruments et la difficulté pendant l'intervention chirurgicale. En conséquence, un adaptateur stérile et un système pour chirurgie robotisée ayant une efficacité et un rapport coût-efficacité améliorés sont hautement souhaitables.

5 La présente invention propose un adaptateur stérile intégré à un drap stérile pour draper des parties d'un système chirurgical télérobotisé afin de maintenir une barrière stérile entre le champ chirurgical stérile et le système robotisé non stérile tout en fournissant également une interface pour transférer une énergie et des signaux mécaniques et électriques.

10 Selon un mode de réalisation de la présente invention, un drap stérile pour couvrir une partie non stérile d'un système chirurgical robotisé est fourni, le drap stérile comprenant : une surface extérieure adjacente à un champ stérile pour effectuer une intervention chirurgicale ; une surface intérieure formant une cavité pour recevoir la partie non stérile du système chirurgical robotisé ; et un adaptateur  
15 stérile pour faire l'interface entre un bras manipulateur non stérile du système chirurgical robotisé et un instrument chirurgical dans le champ stérile.

Dans la description qui va suivre, « champ stérile » ou « champ non stérile » concerne respectivement une zone stérile ou une zone non stérile.

D'autres caractéristiques de l'invention sont énoncées ci-après.

20 Le drap se compose d'un matériau choisi dans le groupe composé de polyéthylène, polyuréthane et polycarbonate.

Le drap est une partie formée sous vide d'un drap plus grand ou une partie moulée distincte.

25 L'instrument chirurgical est choisi dans le groupe composé d'outils articulés avec des organes terminaux effecteurs, comme des mors, des ciseaux, des dispositifs d'agrippement, des porte-aiguilles, des micro-dissecteurs, des fixateurs d'agrafes, des assembleurs, des outils d'aspiration irrigation, et des applicateurs d'agrafes et des outils non articulés, comme des lames tranchantes, des sondes de cautérisation, des irrigateurs, des cathéters et des orifices d'aspiration.

30 L'adaptateur stérile comprend un contact électrique pour faire l'interface avec un contact électrique sur le bras manipulateur et avec un contact électrique sur l'instrument chirurgical.

Le contact électrique de l'adaptateur stérile est moulé sur insert dans un boîtier de l'adaptateur stérile.

L'adaptateur stérile comprend un disque avec des ouvertures et des dents pour engager le bras manipulateur et l'instrument stérile.

5 Le bras manipulateur comprend une partie recevant l'adaptateur qui a des entrées à ressort pour engager l'adaptateur.

Selon un autre mode de réalisation de la présente invention, un système chirurgical robotisé pour effectuer une intervention dans un champ stérile est fourni, le système comprenant : un bras manipulateur dans un champ non stérile ; un  
10 instrument chirurgical dans le champ stérile ; et un drap stérile couvrant le bras manipulateur pour isoler le bras manipulateur du champ stérile, le drap stérile comprenant un adaptateur stérile pour faire l'interface entre le bras manipulateur et l'instrument chirurgical.

D'autres caractéristiques de l'invention sont aussi énoncées ci-après.

15 Le bras manipulateur est un bras manipulateur du côté du patient ou un bras manipulateur avec caméra endoscope.

Le drap se compose d'un matériau choisi dans le groupe composé de polyéthylène, polyuréthane et polycarbonate.

L'instrument chirurgical est choisi dans le groupe composé d'outils articulés  
20 avec des organes terminaux effecteurs, comme des mors, des ciseaux, des dispositifs d'agrippement, des porte-aiguilles, des micro-dissecteurs, des fixateurs d'agrafes, des assembleurs, des outils d'aspiration irrigation, et des applicateurs d'agrafes et des outils non articulés, comme des lames tranchantes, des sondes de cautérisation, des irrigateurs, des cathéters et des orifices d'aspiration.

25 L'adaptateur stérile comprend un contact électrique pour faire l'interface avec un contact électrique sur le bras manipulateur et avec un contact électrique sur l'instrument chirurgical.

Le contact électrique de l'adaptateur stérile est moulé sur insert dans un boîtier de l'adaptateur stérile.

30 L'adaptateur stérile comprend un disque avec des ouvertures et des dents pour engager le bras manipulateur et l'instrument stérile.

Le bras manipulateur comprend une partie recevant l'adaptateur qui a des entrées à ressort pour engager l'adaptateur.

Dans encore un autre mode de réalisation de la présente invention, un procédé de couplage d'un instrument chirurgical à un bras manipulateur d'un système chirurgical robotisé est fourni, le procédé comprenant les étapes consistant à : fournir un drap stérile comprenant une surface extérieure adjacente à un champ stérile pour effectuer une intervention chirurgicale, une surface intérieure formant une cavité pour recevoir une partie non stérile du système chirurgical robotisé, et un adaptateur stérile pour faire l'interface entre un arbre manipulateur dans le champ non stérile et un instrument chirurgical dans le champ stérile ; positionner le drap stérile sur le bras manipulateur ; coupler l'adaptateur avec une partie réceptrice du bras manipulateur ; et coupler l'adaptateur avec l'instrument chirurgical.

D'autres caractéristiques de l'invention sont également énoncées ci-après.

L'instrument chirurgical est choisi dans le groupe composé d'outils articulés avec des organes terminaux effecteurs, comme des mors, des ciseaux, des dispositifs d'agrippement, des porte-aiguilles, des micro-dissecteurs, des fixateurs d'agrafes, des assembleurs, des outils d'aspiration irrigation, et des applicateurs d'agrafes et des outils non articulés, comme des lames tranchantes, des sondes de cautérisation, des irrigateurs, des cathéters et des orifices d'aspiration.

Le couplage de l'adaptateur avec une partie réceptrice du bras manipulateur comprend l'installation de l'adaptateur sur la partie réceptrice du bras manipulateur et l'engagement d'un disque de l'adaptateur avec une entrée à ressort de la partie réceptrice du bras manipulateur.

Le couplage de l'adaptateur avec l'instrument chirurgical comprend l'installation de l'instrument sur l'adaptateur et l'engagement d'un disque de l'adaptateur avec une broche de l'instrument.

Le procédé de couplage d'un instrument chirurgical à un bras manipulateur d'un système chirurgical robotisé comprend en outre le couvrement total du bras manipulateur avec le drap stérile.

Avantageusement, la présente invention propose une installation améliorée et une interface d'un instrument chirurgical avec un bras manipulateur, une meilleure robustesse du champ stérile, et une plus grande visualisation du patient en réduisant la taille des draps avec des caractéristiques plus adaptées à la forme. En fournissant un adaptateur jetable, le coût est réduit par l'utilisation de matériaux moins coûteux, alors qu'en même temps la robustesse et la fiabilité de l'appareil sont accrues.

L'homme du métier aura une compréhension plus complète des modes de réalisation de la présente invention, et se rendra compte des avantages supplémentaires de cette dernière en tenant compte de la description détaillée suivante d'un ou plusieurs modes de réalisation. Il sera fait référence aux dessins joints qui seront d'abord décrits brièvement.

La figure 1 est une vue schématique d'une salle d'opération, illustrant un système chirurgical robotisé et un procédé selon un mode de réalisation de la présente invention.

La figure 2 est une vue agrandie de la salle d'opération de la figure 1 illustrant une paire de joints de montage (raccords de montage) couplés à une table d'opération selon la présente invention.

La figure 3A est une vue en perspective d'un manipulateur chirurgical robotisé qui est partiellement couvert d'un drap stérile selon un mode de réalisation de la présente invention.

La figure 3B est une vue en perspective du manipulateur chirurgical robotisé de la figure 3A sans le drap stérile pour illustrer un arbre à degré multiple de liberté couplant un mécanisme d'entraînement avec une unité de poignet et un outil chirurgical.

La figure 4 illustre le manipulateur chirurgical robotisé des figures 3A-3B incorporant une caméra et un endoscope pour visualiser le site chirurgical.

La figure 5 est une vue partielle du manipulateur robotisé des figures 3A-3B, illustrant des couplages mécaniques et électriques entre le bras et l'unité de poignet.

La figure 6 est une vue partielle en écorché d'un avant-bras et un chariot du manipulateur des figures 3A et 3B.

La figure 7 est une vue en perspective de l'unité de poignet selon un mode de réalisation de la présente invention.

La figure 8 est une vue latérale en écorché d'une partie du manipulateur robotisé, illustrant le bras et le mécanisme d'entraînement.

La figure 9A est une vue en perspective d'un drap stérile avec un instrument chirurgical installé sur un adaptateur stérile d'instrument (ISA) couvrant totalement

un manipulateur chirurgical robotisé selon un mode de réalisation de la présente invention.

La figure 9B est une vue latérale du manipulateur, de l'instrument chirurgical installé et de l'adaptateur stérile d'instrument intégré de la figure 9A sans une partie  
5 de drap stérile.

La figure 10A est une vue en perspective du drap stérile de la figure 9A sans l'instrument chirurgical et l'accessoire chirurgical selon un autre mode de réalisation de la présente invention.

La figure 10B est une vue en perspective du manipulateur chirurgical et du  
10 clamp accessoire de la figure 10A sans le drap stérile.

Les figures 11A-11L sont des vues d'un drap de manipulateur du côté du patient (PSM) avec l'adaptateur stérile d'instrument intégré selon un mode de réalisation de la présente invention.

Les figures 12A, 12B, et 12C illustrent une vue perspective de dessus, une  
15 vue perspective de dessous et une vue en écorché de l'ISA, respectivement, selon un mode de réalisation de la présente invention.

La figure 13 illustre une vue rapprochée en écorché d'un contact électrique de l'ISA selon un mode de réalisation de la présente invention.

Les figures 14A et 14B illustrent des vues rapprochées en perspective, de  
20 dessus et de dessous d'un disque de l'ISA, respectivement, selon un mode de réalisation de la présente invention.

Les figures 15A et 15B illustrent des vues en perspective de dessus et de  
dessous d'une plaque de rétraction supérieure de l'ISA selon un mode de réalisation de la présente invention.

La figure 16 illustre une vue en perspective d'un adaptateur recevant une  
25 partie d'un manipulateur selon un mode de réalisation de la présente invention.

Les figures 17A à 17F montrent l'installation ou l'engagement de l'ISA à la  
partie recevant l'adaptateur, l'installation ou l'engagement du l'instrument  
chirurgical à l'ISA et le retrait de l'instrument chirurgical de l'ISA selon un mode de  
30 réalisation de la présente invention.

Les modes de réalisation de la présente invention et leurs avantages sont mieux compris en faisant référence à la description détaillée qui suit. Il devrait être apprécié que des numéros de références analogues sont utilisés pour identifier des

éléments analogues illustrés dans une ou plusieurs des figures. Il devrait également être apprécié que les figures puissent ne pas être nécessairement dessinées à l'échelle.

5

La présente invention propose un système multi-composants et un procédé pour réaliser des interventions chirurgicales assistées par robot sur un patient, comprenant en particulier des interventions chirurgicales à ciel ouvert, des interventions neurochirurgicales, comme la stéréotaxie, et des interventions endoscopiques, comme la laparoscopie, l'arthroscopie, la thoracoscopie, et analogues. Le système et procédé de la présente invention est particulièrement utile dans le cadre d'un système chirurgical télérobotisé qui permet au chirurgien de manipuler les instruments chirurgicaux à travers un servomécanisme à partir d'un endroit éloigné du patient. A cette fin, l'appareil manipulateur ou esclave de la présente invention sera généralement entraîné par un maître cinématiquement équivalent pour former un système de téléprésence avec une réflexion de force. Une description d'un système esclave-maître adapté peut être trouvée dans la demande de brevet US N°08/517,053 déposée le 21 août 1995.

En référence aux dessins en détail, dans lesquels des chiffres identiques indiquent des éléments identiques, un système chirurgical robotisé 2 est illustré selon un mode de réalisation de la présente invention. Comme indiqué sur la figure 1, le système télérobotisé 2 comprend généralement un ou plusieurs mécanismes manipulateurs chirurgicaux 4 monté(s) sur ou près d'une table d'opération O, et un mécanisme de contrôle 6 pour permettre au chirurgien S de voir le site chirurgical et de contrôler les mécanismes manipulateurs 4. Le système 2 comprendra également un ou plusieurs mécanismes de lunette de visée 19 et une pluralité de mécanismes d'instruments chirurgicaux 20 adaptés pour être couplés de façon amovible aux mécanismes manipulateurs 4 (mentionnés en détails ci-dessous). Le système télérobotisé 2 comprend généralement au moins deux mécanismes manipulateurs 4 et de préférence trois mécanismes manipulateurs 4. Le nombre exact de mécanismes manipulateurs 4 dépendra de l'intervention chirurgicale et des contraintes d'espace dans la salle d'opération entre autres facteurs. Comme mentionné en détail ci-dessous, l'un des mécanismes 4 actionnera généralement un mécanisme de lunette de

visée 19 (par exemple dans les procédures endoscopiques) pour voir le site chirurgical, tandis que les autres mécanismes manipulateurs 4 actionnent les instruments chirurgicaux 20 pour réaliser diverses procédures sur le patient P.

Le mécanisme de contrôle 6 peut être situé sur un pupitre de commande du chirurgien C qui est généralement situé dans la même pièce que la table d'opération O de sorte que le chirurgien puisse parler à son ou ses assistant(es) A et surveiller directement la procédure opératoire. Toutefois, il faut comprendre que le chirurgien S peut se trouver dans une pièce différente ou un bâtiment totalement différent de celui où se trouve le patient P. Le mécanisme de contrôle 6 comprend généralement un support 8, un écran 10 pour afficher une image du site chirurgical au chirurgien S, et un ou plusieurs contrôleur(s) 12 pour contrôler les mécanismes manipulateurs 4. Le(s) contrôleur(s) 12 peut /peuvent comprendre une variété de dispositifs d'entrée, comme les leviers de commande, des gants, des poignées pistolets, des contrôleurs actionnés manuellement, des dispositifs à reconnaissance vocale ou analogues. De préférence, le(s) contrôleur(s) 12 seront fournis avec les mêmes degrés de liberté que les mécanismes d'instruments chirurgicaux 20 associés pour fournir au chirurgien la téléprésence, ou la perception que le(s) contrôleur(s) 12 sont intégraux aux instruments 20 de sorte que le chirurgien a un fort sentiment de contrôler directement les instruments 20. Des capteurs de position, de force et de feedback tactile (non représentés) peuvent également être employés sur les mécanismes d'instruments 20 pour transmettre les sensations de position, de force et tactiles de l'instrument chirurgical aux mains du chirurgien lorsqu'il/elle actionne le système télérobotisé. Un système et procédé adapté pour fournir la téléprésence à l'opérateur est décrit dans la demande de brevet US N°08/517,053, déposée le 21 août 1995.

L'écran 10 sera couplé de façon adaptée au mécanisme de lunette de visée 19 de sorte qu'une image du site chirurgical soit fournie à côté des mains du chirurgien sur le pupitre de commande du chirurgien C. De préférence, un écran 10 affichera une image inversée sur un afficheur 18 qui est orienté de façon à ce que le chirurgien ait l'impression qu'il ou elle regarde en fait directement sur le site opératoire. A cette fin, une image des instruments chirurgicaux 20 s'avère être située pratiquement à l'endroit où les mains de l'opérateur sont situées même si les points d'observation (c'est-à-dire l'endoscope ou la caméra de visualisation) peuvent ne pas être du point de vue de l'image. En outre, l'image en temps réel est de préférence transformée en

une image perspective de sorte que l'opérateur puisse manipuler l'effecteur terminal et le contrôle manuel comme s'il voyait l'espace de travail en une présence presque véritable. Par véritable présence, il est entendu que la présentation d'une image est une véritable image perspective simulant le point de vue d'un opérateur qui manipule  
5 physiquement les instruments chirurgicaux 20. Ainsi, un contrôleur (non représenté) transforme les coordonnées des instruments chirurgicaux 20 en une position perçue de sorte que l'image perspective soit l'image que l'on verrait si la caméra ou l'endoscope était situé directement derrière les instruments chirurgicaux 20. Un système de transformation de coordonnées adapté pour fournir cette image virtuelle  
10 est décrit dans la demande de brevet US N°08/239,086, déposée le 5 mai 1994, aujourd'hui brevet US N° 5 631 973.

Comme indiqué sur la figure 1, un servomécanisme 16 est fourni pour transférer le mouvement mécanique des contrôleurs 12 aux mécanismes manipulateurs 4. Le servomécanisme 16 peut être séparé des mécanismes  
15 manipulateurs 4 ou intégré à ceux-ci. Le servomécanisme 16 va généralement fournir la force et le feedback de couple des instruments chirurgicaux 20 aux contrôleurs actionnés manuellement 12. En outre, le servomécanisme 16 inclura un contrôleur de surveillance de sécurité (non représenté) qui peut interrompre ou au moins inhiber tout mouvement robotisé en réponse à des conditions reconnues (par exemple, si l'on  
20 exerce une force excessive sur le patient, « dérapage » des mécanismes manipulateurs 4, etc.). Le servomécanisme a de préférence une bande passante avec une fréquence seuil de 3 dB d'au moins 10 Hz de sorte que le système puisse rapidement et avec précision réagir aux mouvements rapides des mains utilisés par le chirurgien. Pour fonctionner efficacement avec ce système, les mécanismes  
25 manipulateurs 4 ont une inertie relativement faible et les moteurs d'entraînement 170 (voir figure 8) ont des couplages de roue de rapport ou de poulie relativement faibles. Tout servomécanisme conventionnel ou spécialisé adapté peut être utilisé dans la pratique de la présente invention, ceux comprenant un retour d'information ou ressenti (appelé aussi parfois feedback) de force et de couple étant particulièrement  
30 préférés pour le fonctionnement en téléprésence du système.

En référence à la figure 7, les mécanismes d'instruments chirurgicaux 20 comprennent chacun une unité de poignet 22 et un outil chirurgical 24 (figures 3A et 3B) fixés de façon amovible à l'unité de poignet 22. Comme mentionné en détail ci-

5 dessous, chaque unité de poignet 22 comprend généralement un arbre allongé 56 ayant une coiffe proximale 58 et un poignet distal 60 couplé de façon pivotante à l'outil chirurgical 24. Chaque unité de poignet 22 est sensiblement la même, et aura des outils chirurgicaux 24 différents ou identiques qui lui sera attachés, en fonction des besoins de l'intervention chirurgicale. En variante, les unités de poignet 22 peuvent avoir des poignets spécialisés 60 conçus pour des outils chirurgicaux individuels 24 de sorte que les unités de poignet 22 puissent être utilisés avec les outils conventionnels 24. Comme indiqué sur la figure 1, les mécanismes d'instruments 20 sont généralement assemblés sur une table T ou un autre support adapté adjacent à la table d'opération O. Selon un procédé de la présente invention (décrit ci-dessous), les unités de poignet 22 et leurs outils chirurgicaux associés 24 peuvent être rapidement échangés pendant l'intervention chirurgicale en couplant et découplant les arbres des unités de poignet 56 des mécanismes manipulateurs 4.

10 En référence à la figure 2, chaque mécanisme manipulateur 4 est de préférence monté sur une table d'opération O par un joint de montage 30. Les joints de montage 30 apportent plusieurs degrés de liberté (de préférence au moins 5) aux mécanismes 4, et ils comprennent un frein (non représenté) de sorte que les mécanismes 4 puissent être fixés à une position et une orientation adaptées par rapport au patient. Les joints 30 sont montés sur un réceptacle 32 pour monter les joints 30 sur la table d'opération O, et pour relier chaque mécanisme manipulateur 4 au servomécanisme 16. En outre, le réceptacle 32 peut relier les joints 30 à d'autres systèmes, comme une source d'alimentation électrique RF, un système d'aspiration-irrigation, etc. Le réceptacle 32 comprend un bras de montage 34 qui est disposé de façon coulissante le long du rail externe 36 de la table d'opération O. Les mécanismes manipulateurs 4 peuvent également être positionnés sur la table d'opération O avec d'autres mécanismes. Par exemple, le système peut incorporer un système de support (couplé au plafond ou à un mur de la salle d'opération) qui déplace et tient un ou plusieurs mécanismes manipulateurs 4 au-dessus du patient.

25 En référence maintenant aux figures 3-8, le mécanisme manipulateur 4 va être décrit plus en détail. Le mécanisme manipulateur 4 est un appareil à trois composants qui comprend un composant de contrôle et d'entraînement non stérile, un effecteur terminal ou outil chirurgical stérilisable (c'est-à-dire un mécanisme d'instruments chirurgicaux 20), et un composant connecteur intermédiaire. Le connecteur

intermédiaire comprend des éléments mécaniques pour coupler l'outil chirurgical 24 avec le composant d'entraînement et de contrôle, et pour transférer le mouvement du composant d'entraînement à l'outil chirurgical 24. Comme montré sur la figure 3B, le composant d'entraînement et de contrôle comprend généralement un mécanisme d'entraînement 40 et un bras robotisé à plusieurs degrés de liberté 42 couplé à un support de montage 44, qui est adapté pour le montage sur les joints de montage 30, ou raccord de montage 30 (figure 2). De préférence, le mécanisme d'entraînement 40 et le bras robotisé 42 sont couplés de façon robotisée au support 44 autour d'un axe X, qui s'étend sur un centre distant de rotation sphérique 45 (voir figure 8, mentionné plus en détail ci-dessous). Le mécanisme manipulateur 4 comprend en outre un mécanisme d'avant-bras 46 fixé à une extrémité distale 48 du bras 42, et un adaptateur d'unité de poignet 52 couplé au mécanisme d'avant-bras 46 pour monter l'unité de poignet 22 et l'outil chirurgical 24 au mécanisme manipulateur 4.

Pour les procédures endoscopiques, le mécanisme manipulateur 4 comprend en outre un adaptateur de canule 64 fixé à une partie inférieure de l'avant-bras 46 pour monter une canule 66 sur le mécanisme manipulateur 4. En variante, la canule 66 peut être une canule intégrale (non représentée) qui est construite dans le mécanisme d'avant-bras 46 (c'est-à-dire non amovible). La canule 66 peut comprendre un élément capteur de force (non représenté) comme une jauge extensométrique ou une résistance sensible à la force, monté sur un palier annulaire dans la canule 66. Le palier sensible à la force soutient l'outil chirurgical 24 pendant la chirurgie, permettant à l'outil de tourner et de se déplacer de façon axiale à travers l'alésage central du palier. En outre, l'alésage transmet les forces latérales exercées par l'outil chirurgical 24 à l'élément sensible à la force, qui est relié au servomécanisme 16 pour transmettre ces forces au(x) contrôleur(s) 12. De cette façon, les forces agissant sur les outils chirurgicaux 24 peuvent être détectées sans perturbation des forces agissant sur la canule 66, comme le tissu entourant l'incision chirurgicale, ou par la gravité ou les forces d'inertie agissant sur le mécanisme manipulateur 4. Cela facilite l'utilisation du mécanisme manipulateur 4 dans un système robotisé car le chirurgien va directement sentir les forces agissant contre l'outil chirurgical 24.

Comme montré sur la figure 3A, le mécanisme manipulateur 4 comprend en outre un drap stérile 70 calibré pour couvrir pratiquement tout le mécanisme

manipulateur 4. Le drap 70 a une paire de trous 72, 74, calibrés et disposés de sorte que l'adaptateur d'unité de poignet 52 et l'adaptateur de canule 64 puissent s'étendre à travers les trous 72, 74 pour monter l'unité de poignet 22 et la canule 66 sur le mécanisme manipulateur 4. Le drap stérile 70 comprend un matériel configuré pour  
5 protéger efficacement le mécanisme manipulateur 4 du site chirurgical de sorte que la plupart des composants du mécanisme 4 (c'est-à-dire, bras 42, mécanisme d'entraînement 40 et mécanisme d'avant-bras 46) n'aient pas à être stérilisés avant, ou après l'intervention chirurgicale.

Comme indiqué sur la figure 3A, l'adaptateur d'unité de poignet 52 et  
10 l'adaptateur de canule 64 s'étendent à travers les trous 72, 74 du drap 70 de sorte que le mécanisme d'avant-bras 46 et le reste du mécanisme manipulateur 4 restent protégés du patient pendant l'intervention. Dans un mode de réalisation, l'adaptateur d'unité de poignet 52 et l'adaptateur de canule 64 sont fabriqués comme des composants réutilisables qui seront stérilisés car ces composants s'étendent dans le  
15 champ stérile du site chirurgical. Les adaptateurs de l'unité de poignet et de la canule 52, 64 peuvent être stérilisés par des procédés normaux, c'est-à-dire la vapeur, la chaleur et la pression, les produits chimiques et analogues. En référence de nouveau aux figures 3B, l'adaptateur d'unité de poignet 52 comprend une ouverture 80 pour recevoir l'arbre 56 de l'unité de poignet 22. Comme mentionné en détail ci-dessous,  
20 l'arbre 56 peut être poussé latéralement à travers l'ouverture 80 et emboîté par pression dans l'adaptateur 52 de sorte que la partie non exposée de l'adaptateur d'unité de poignet 52 reste stérile (c'est-à-dire reste sur le côté stérile du drap 70 à l'opposé du champ stérile). L'adaptateur d'unité de poignet 52 peut également inclure un verrou (non représenté) pour fixer l'unité de poignet 22 à l'intérieur. De  
25 même, l'adaptateur de canule 64 comprend une ouverture 82 pour emboîter par pression la canule 66 à celui-ci de sorte que la partie non exposée de l'adaptateur 64 reste stérile pendant l'intervention chirurgicale.

Comme indiqué sur la figure 4, l'adaptateur d'unité de poignet 52 peut également être configuré pour recevoir une lunette de visée 100 pour visualiser le site  
30 chirurgical. Pour les interventions endoscopiques, la lunette de visée 100 peut être un endoscope conventionnel, qui comprend généralement un tube rigide, allongé 102 contenant un système de lentilles (non représenté) et un socle de caméra 104 à l'extrémité proximale du tube 102. Une petite caméra vidéo 106 est de préférence

fixée au socle de la caméra 104 et reliée à l'écran vidéo 10 pour donner une image vidéo de l'intervention. De préférence, la lunette 100 a une extrémité distale (non représentée) configurée pour permettre une visualisation latérale ou angulaire par rapport au tube 102. La lunette de visualisation peut également avoir une extrémité guidable qui peut être déviée ou tournée en manipulant un actionneur sur une

5 extrémité proximale du tube 102. Ce type de lunette est disponible dans le commerce auprès de Baxter Healthcare Corp. de Deerfield, Ill, ou Origin Medsystems, Inc. de Menlo Park, Calif.

Comme indiqué sur la figure 4, la lunette de visée 100 comprend en outre un adaptateur de lunette 110 pour coupler la lunette de visée 100 à l'adaptateur d'unité

10 de poignet 52. L'adaptateur de lunette 110 est stérilisable, ETO et autoclavable et il comprend une pluralité de traversées de mouvement (non représentés) pour transférer le mouvement du mécanisme d'entraînement 40 à la lunette 100. Dans la configuration préférée, le mouvement inclut le mouvement de tangage et lacet, la

15 rotation autour d'un axe Z et le mouvement le long de l'axe Z.

En référence maintenant aux figures 5 et 6, le mécanisme d'avant-bras 46 va être décrit plus en détail. Comme montré sur la figure 5, le mécanisme d'avant-bras 46 comprend un boîtier 120 fixé au bras 42 et un chariot mobile 122 couplé de façon coulissante au boîtier 120. Le chariot 122 monte de façon coulissante l'adaptateur

20 d'unité de poignet 52 au boîtier 120 pour déplacer l'adaptateur d'unité de poignet 52 et l'unité de poignet 20 dans le sens Z. En outre, le chariot 122 définit plusieurs ouvertures 123 pour transférer le mouvement et les signaux électriques du mécanisme d'avant-bras 46 à l'adaptateur d'unité de poignet 52. Comme montré sur la figure 6, plusieurs arbres rotatifs 124 sont montés dans le boîtier 120 pour

25 transférer le mouvement du bras 42 à travers les ouvertures 123 à l'adaptateur d'unité de poignet 52 et l'unité de poignet 22. Les arbres rotatifs 124 fournissent de préférence au moins quatre degrés de liberté à l'unité de poignet 22, incluant le mouvement de tangage et lacet de l'outil chirurgical 24 autour du poignet 60 de l'unité de poignet 22, la rotation de l'unité de poignet 22 autour de l'axe Z et

30 l'actionnement de l'outil 24. Le système peut également être configuré pour fournir plus ou moins de degrés de liberté, si on le souhaite. L'actionnement de l'outil 24 peut comprendre une variété de mouvements, comme l'ouverture et la fermeture de mors, de dispositifs d'agrippement ou de ciseaux, l'application de clips ou d'agrafes

et analogues. Le mouvement de l'unité de poignet 22 et de l'outil 24 dans le sens Z est fourni par une paire de transmissions par câble du chariot 126 s'étendant entre les poulies rotatives 128, 129 sur chaque extrémité du boîtier de l'avant-bras 120. Les transmissions par câble 126 fonctionnent pour déplacer le chariot 122 et l'unité de poignet 22 dans le sens Z par rapport au boîtier d'avant-bras 120.

Comme montré sur la figure 6, l'extrémité distale 48 du bras 42 comprend un mécanisme de couplage 130 ayant une pluralité de traversées de mouvement 132 pour transférer le mouvement du bras 42 au mécanisme d'avant-bras 46. En outre, le mécanisme de couplage 130 comprend plusieurs connecteurs électriques (non représentés) pour transférer les signaux électriques du bras 42 à l'unité de poignet 22. De même, l'adaptateur d'unité de poignet 52 comprend une pluralité de traversées de mouvement (non représentées) et des connexions électriques (non représentées) pour transférer le mouvement, et pour envoyer et recevoir des signaux électriques à et de l'unité de poignet 22 (par exemple, pour envoyer et recevoir des signaux de feedback de force et de couple du site chirurgical aux contrôleurs 12). Les composants de part et d'autre du mécanisme de couplage 130 et de l'adaptateur d'unité de poignet 52 ont une latitude de mouvements limitée. Généralement, cette latitude de mouvements sera d'au moins une révolution et de préférence plus d'une révolution. Ces latitudes de mouvements sont alignées les unes aux autres quand le mécanisme d'avant-bras 46 est couplé de façon mécanique au mécanisme de couplage 130 et quand l'adaptateur d'unité de poignée 52 est couplé mécaniquement à l'avant-bras 46.

En référence à la figure 7, l'unité de poignet 22 va maintenant être décrite plus en détail. Comme il est montré, l'unité de poignet 22 comprend un arbre creux 56 ayant une coiffe 58 attachée à son extrémité proximale et un poignet 60 attaché à son extrémité distale. Le poignet 60 comprend un couplage (non représenté) pour coupler de façon mobile une variété d'outils chirurgicaux 24 à l'arbre 56. L'arbre 56 est couplé de façon mobile à la coiffe 56 pour fournir une rotation de l'arbre 56 et de l'outil 24 autour de l'axe longitudinal de l'arbre 56 (c'est-à-dire l'axe Z). La coiffe 58 abrite un mécanisme (non représenté) pour transférer le mouvement de l'adaptateur d'unité de poignet 52 aux câbles d'entraînement (non représentés) dans l'arbre 56. Les câbles d'entraînement sont couplés de façon adaptée à des poulies d'entraînement dans l'arbre 56 pour faire pivoter l'outil 24 autour du poignet 60, et pour actionner les effecteurs terminaux 140 sur l'outil 24. Le poignet 60 peut

également être actionné par d'autres mécanismes, comme des mécanismes de différentiels, des tringles de liaison ou analogues.

L'outil 24 est couplé de façon amovible au poignet 60 de l'unité de poignet 22. L'outil 24 comprendra de préférence un effecteur terminal 65 (figures 3A et 3B) ayant un ensemble de capteurs tactiles (non représentés) pour fournir un retour d'information ou ressenti tactile au chirurgien. L'outil 24 peut comprendre une variété d'outils articulés comme des mors, des ciseaux, des dispositifs d'agrippement, des porte-aiguilles, des micro-dissecteurs, des fixateurs d'agrafes, des assembleurs, des outils d'aspiration irrigation, des applicateurs d'agrafes, qui ont des effecteurs terminaux entraînés par des câbles, des cames excentriques, des tringles de liaison ou d'autres mécanismes. En outre, l'outil 24 peut comprendre un instrument non articulé, comme des lames tranchantes, des sondes, des irrigateurs, des cathéters et des orifices d'aspiration. En variante, l'outil 24 peut comprendre une sonde électrochirurgicale pour pratiquer l'ablation, réséquer, couper ou coaguler les tissus. Dans le dernier mode de réalisation, l'unité de poignet 22 comprendra un élément conducteur, comme une fiche banane proximale couplée à un fil de plomb ou une tige s'étendant à travers l'arbre 56 jusqu'à l'outil 24.

En référence aux figures 4 et 8, une configuration spécifique du composant d'entraînement et de contrôle de la présente invention (c'est-à-dire l'arbre robotisé 42 et le mécanisme d'entraînement 40) vont être décrits plus en détail. Comme évoquée ci-dessus, le bras 42 et le mécanisme d'entraînement 40 sont couplés de façon rotative autour d'une paire de broches 150 s'étendant à partir du support de montage 44. Le bras 42 comprend de préférence un corps allongé, sensiblement rigide 152 avec une extrémité distale 48 couplée à un mécanisme d'avant-bras 48 et une extrémité proximale 154 couplée de façon pivotante au mécanisme d'entraînement 40 et au support 44 pour une rotation autour des axes de tangage et de lacet ou X et Y (noter que l'axe X est perpendiculaire à la page et s'étend à travers le point 45, voir figure 8). Le bras 40 peut avoir d'autres configurations, comme un bras coudé (similaire au bras humain), un bras prismatique (pouvant s'étendre tout droit) ou analogue. Un moteur de lacet stationnaire 156 est monté sur le support de montage 44 pour faire tourner le bras 42 et le mécanisme d'entraînement 40 autour de l'axe X. Le mécanisme d'entraînement 40 comprend également un moteur de tangage 158 couplé au bras 42 pour faire tourner le bras autour de l'axe Y. Une paire

d'éléments de liaison sensiblement rigides 160, 124 s'étend à partir du support 44 vers le bras robotisé 42 pour coupler de façon pivotante le bras 42 au support 44 autour de l'axe Y. L'un des éléments de liaison 160 est couplé de façon pivotante au bras 42, et l'autre élément de liaison 124 est couplé de façon pivotante à un troisième élément de liaison 164 s'étendant parallèlement au bras 42. De préférence, le bras robotisé 42 est un élément rigide en forme de canal qui abrite au moins en partie le troisième élément de liaison 164. Les éléments de liaison 160, 124 et 164 et le bras 42 forment une liaison en parallélogramme dans laquelle les membres sont reliés ensemble en un parallélogramme pour un mouvement relatif uniquement dans le plan formé par les membres.

L'axe Z de l'unité de poignet 22 située à l'extrémité distale 48 du bras 42 coupe l'axe X de la liaison parallélogramme décrite ci-dessus. L'unité de poignet 22 a un centre déporté de rotation sphérique autour de la position indiquée par le chiffre 455 sur la figure 8. Ainsi, l'extrémité distale de l'unité de poignet 22 peut être tournée autour de son propre axe ou les axes X et Y tandis que le centre déporté de rotation 45 reste au même endroit. Une description plus complète d'un dispositif de positionnement de centre déporté peut être trouvée dans la demande de brevet US N°08/504,301, déposée le 20 juillet 1995, aujourd'hui brevet US N°5 931 832. Il faut noter que le bras 42 et le mécanisme d'entraînement 40 peuvent être utilisés avec une vaste gamme de dispositifs de positionnement autres que ceux décrits ci-dessus et montrés sur la figure 8, comme un positionneur stéréotaxique, une suspension à cardan fixe ou analogue.

En référence de nouveau à la figure 8, le mécanisme d'entraînement 40 comprend en outre une pluralité de moteurs d'entraînement 170 couplé au bras 42 pour une rotation avec celui-ci. Les moteurs de tangage et de lacet 156,158 contrôlent le mouvement du bras 42 (et les moteurs d'entraînement 170) autour des axes X et Y et les moteurs d'entraînement 170 contrôlent le mouvement de l'unité de poignet 22 et l'outil chirurgical 24. De préférence, au moins cinq moteurs d'entraînement 170 sont couplés au bras 42 pour fournir au moins cinq degrés de liberté à l'unité de poignet 22. Les moteurs d'entraînement 170 vont de préférence inclure des encodeurs (non représentés) pour répondre au servomécanisme 16 et aux capteurs de force (non représentés) pour transmettre un retour d'information ou ressenti de force et de couple au chirurgien S. Comme mentionné ci-dessus, les cinq

degrés de liberté incluent de préférence le mouvement de chariot 122 et d'unité de poignet 22 dans le sens Z, la rotation de l'unité de poignet 22 autour de l'axe Z, la rotation en tangage et lacet de l'outil chirurgical 24 autour du poignet 60 et l'actionnement de l'outil 24.

5           Comme montré, les câbles 172 s'étendent de chaque moteur 170 autour d'une poulie d'entraînement du moteur 174, une poulie guide 176 dans le bras 42 et le long d'un cabestan de pot relativement grand 178 pour minimiser l'effet de couple de friction sur les câbles 172. Les câbles 172 s'étendent chacun autour d'une autre poulie guide 180 à une extrémité distale 48 du bras 42, autour d'une poulie  
10 d'entraînement de couplage 182 et de nouveau vers le moteur 170. Les câbles 172 seront de préférence tensionnés à la poulie d'entraînement du moteur 174 et y seront ancrés ainsi qu'à la poulie d'entraînement de couplage 182. Comme montré sur la figure 8, la poulie d'entraînement de couplage 182 est reliée à une pluralité de poulies plus petites 184 dans le mécanisme de couplage 130 via une pluralité de  
15 câbles 186 pour transférer le mouvement des moteurs 170 vers l'adaptateur d'unité de poignet 52.

Un procédé pour réaliser une intervention chirurgicale sur un patient selon la présente invention va maintenant être décrit avec référence aux figures 1 à 8. Comme  
20 indiqué sur la figure 2, les joints de montage 30 sont attachés au réceptacle 32, qui est attaché à la table d'opération O en faisant glisser le bras de montage 34 le long du rail 36. Chaque mécanisme manipulateur 4 est ensuite attaché à son joint de montage respectif 30 et articulé dans les bonnes position et orientation par rapport au patient P. Les réceptacles 32 sont ensuite couplés au servomécanisme 16 et d'autres systèmes qui peuvent être requis pendant l'intervention chirurgicale, comme une  
25 alimentation électrique RF, un système d'aspiration / irrigation, etc. Des draps stériles 70 sont placés sur les mécanismes manipulateurs 4 avant, pendant ou après que le patient a été anesthésié (figure 3A). Pour préparer l'intervention chirurgicale, les mécanismes manipulateurs 4 peuvent être ou pas nettoyés chimiquement avant de les couvrir avec les draps 70. Les adaptateurs d'unité de poignet 52, les adaptateurs  
30 de canule 64 et les adaptateurs de lunettes 110 sont emboîtés sur les mécanismes d'avant-bras 46 des mécanismes manipulateurs 4 (voir figures 3B et 5). Le nombre et les positions relatives des adaptateurs de lunettes 110 et des adaptateurs d'unité de poignet 52 vont, bien entendu, dépendre de la procédure chirurgicale individuelle

(par exemple, les adaptateurs de canules 64 peuvent ne pas être nécessaires pour les interventions chirurgicales à ciel ouvert).

Pendant l'intervention chirurgicale, les mécanismes d'instruments chirurgicaux 20 sont couplés à leurs mécanismes manipulateurs respectifs 4 en  
5 poussant chaque arbre d'unité de poignet 56 respectif à travers l'ouverture 80 de l'adaptateur d'unité de poignet. Chaque unité de poignet 22 aura un moyen d'identification adapté (non représenté) pour indiquer rapidement et facilement quel type d'outil 24 est relié à l'unité de poignet 22. Quand le chirurgien souhaite changer les outils chirurgicaux 24, il ou elle manipule le(s) contrôleur(s) 12 de sorte que le  
10 chariot 122 se déplace à une position de course supérieure ou proximale le long du mécanisme d'avant-bras 46 (voir figure 3B). Dans cette position, l'outil chirurgical 24 est dans la canule 66 ou pendant les interventions à ciel ouvert, retiré du site chirurgical. Le ou les assistant(s) A tire(nt) ensuite vers le haut sur la coiffe du poignet 58 pour libérer le verrou (non représenté), permettant ainsi à l'unité de  
15 poignet 22 de glisser davantage vers le haut et hors de la canule 66. Le ou les assistant(s) A peut(vent) ensuite tirer l'unité de poignet 22 latéralement pour la découpler de l'adaptateur d'unité de poignet 52. Quand l'unité de poignet 22 n'est plus couplée à l'adaptateur 52, le mécanisme de contrôle comprend que le système est en « mode changement d'outil » et entraîne le chariot 122 à la position proximale  
20 s'il n'a pas déjà été déplacé par le chirurgien.

Pour coupler un autre mécanisme d'instruments chirurgicaux 20 à un mécanisme manipulateur 4, le ou les assistant(s) A saisi(ssen)t un autre mécanisme 20 sur la table T, pousse(nt) latéralement l'arbre de l'unité de poignet 56 dans l'ouverture 80 de l'adaptateur d'unité de poignet 52, puis déplace(nt) l'unité de  
25 poignet 22 vers le bas de sorte que l'outil chirurgical 24 réside dans la canule 66 (voir figures 1 et 3B). Ce mouvement vers le bas de l'unité de poignet 22 accouple automatiquement les couplages électriques et les traversées de mouvement (non représentés) dans la coiffe du poignet 58 et l'adaptateur de l'unité de poignet 52. Ce système peut comprendre un mécanisme de contrôle configuré pour verrouiller le  
30 déplacement du chariot 122 à la position supérieure ou proximale, par exemple en actionnant un frein (non représenté), jusqu'à ce que les couplages soient emboîtés et l'unité de poignet 22 ne soit plus déplacée vers le bas. A ce moment, le chirurgien S peut continuer l'intervention chirurgicale.

Le système et procédé de la présente invention comprend de préférence un mécanisme pour compter le nombre de fois où l'unité de poignet 22 est découplée et couplée de l'adaptateur d'unité de poignet 52. De cette façon, le fabricant peut limiter le nombre de fois où l'unité de poignet 22 peut être utilisée. Dans une configuration spécifique, une puce à circuit intégré (non représentée) est logée dans la coiffe du poignet 58. La puce à circuit compte le nombre de fois où l'unité de poignet 22 est couplée à l'adaptateur d'unité de poignet 52, par exemple 20 fois, et un avertissement apparaît sur le pupitre de commande C du chirurgien. Le système de contrôle réduit ensuite la performance du système en réduisant la charge qu'il peut délivrer ou en augmentant le jeu apparent.

En référence maintenant aux figures 9A-9B et 10A-10B, un système chirurgical robotisé 200 comprenant un manipulateur chirurgical robotisé 204 qui est totalement couvert par un drap stérile 270 est représenté conformément à un autre mode de réalisation de la présente invention. La présente invention fournit un adaptateur stérile intégré avec un drap stérile pour draper des parties d'un système chirurgical télérobotisé pour maintenir une barrière stérile entre le champ chirurgical stérile et le système robotisé non stérile tout en fournissant une interface pour transférer l'énergie et les signaux mécaniques et électriques entre un instrument chirurgical et le système robotisé. Avantageusement, la présente invention permet également à un utilisateur d'installer et retirer régulièrement et facilement des instruments chirurgicaux sur le système tout en maintenant une barrière stérile entre l'instrument chirurgical stérile et le système robotisé non stérile.

La figure 9A montre un instrument chirurgical 250 installé sur un adaptateur stérile d'instrument (ISA) 300 intégré au drap stérile 270 selon un mode de réalisation de la présente invention. L'ISA 300 est à son tour couplé de façon fonctionnelle à un adaptateur recevant une partie 500 du manipulateur 204 (par exemple, sur l'avant-bras 246). La figure 9B est une vue latérale du manipulateur chirurgical robotisé de la figure 9A sans partie de drap stérile (sauf ISA 300 est représenté) pour illustrer un degré de liberté multiple couplant un mécanisme d'entraînement à l'ISA 300, un outil ou instrument chirurgical 250 couplé de façon fonctionnelle, un clamp accessoire chirurgical 264, et un accessoire chirurgical couplé de façon fonctionnelle 266. Les figures 10A et 10B illustrent l'ISA 300 (intégré au drap stérile 270) et le clamp accessoire 264 sans instrument chirurgical

250 et sans accessoire chirurgical 266, la figure 10B étant montrée sans le drap 270. Dans un mode de réalisation, l'ISA 300 peut être attaché de façon permanente au drap stérile au moyen d'un matériel adhésif en film qui est scellé et/ou attaché par chauffage à impulsion à l'aide d'un film adhésif au drap stérile.

5 Le système 200 est similaire au système montré et décrit ci-dessus par rapport aux figures 1-8 mais les adaptateurs (par exemple un adaptateur d'unité de poignet ou un adaptateur de canule) ne s'étendent pas dans les trous du drap 270 pour faire interface avec un instrument chirurgical dans le champ stérile. A la place, l'ISA 300 est intégré au drap stérile 270, et une partie du drap 270 protège efficacement le  
10 clamp accessoire 264 du champ stérile de chirurgie de sorte que le manipulateur 204 est presque totalement couvert par le drap 270 pendant l'intervention. Dans un mode de réalisation, le drap est totalement jetable. Avantageusement, l'ISA 300 et le clamp accessoire 264 n'ont pas besoin d'être stérilisés ou remplacés avant ou après une intervention chirurgicale, permettant ainsi de faire des économies, et étant donné  
15 qu'il y a une couverture presque totale par le drap stérile, le système 200 est mieux protégé du champ stérile permettant une meilleure isolation de l'équipement du système et une meilleure protection pour le patient.

Le mécanisme manipulateur 4 similaire comprenant le mécanisme d'entraînement 40, le bras 42, le mécanisme d'avant-bras 46, les adaptateurs d'unité  
20 de poignet 52, les unités de poignet 22 et les outils 24 (avec la même fonctionnalité) décrit ci-dessus peut être utilisé dans le système 200 et avec l'ISA 300 et le clamp accessoire 264, et une description répétée de la ou les partie(s) similaire(s) est omise. Toutefois, un mécanisme d'entraînement différent 240, bras 242, mécanisme d'avant-bras 246 et interface 252 pour actionner l'outil 224 avec l'arbre 256 et les  
25 effecteurs terminaux 265 est illustré sur les figures 9A-9B et 10A-10B. Les modes de réalisation du mécanisme d'entraînement 240, bras 242, mécanisme d'avant-bras 246 et autres parties applicables sont décrits par exemple dans les brevets US N° 6 331 181, 6 491 701, et 6 770 081.

Les modes de réalisation des instruments chirurgicaux applicables 250,  
30 interfaces 252, adaptateurs, outils ou accessoires sont également décrits par exemple dans les brevets US N°6 331 181, 6 491 701, et 6 770 081. Il faut noter que divers

instruments chirurgicaux peuvent être utilisés conformément à la présente invention, comprenant mais sans s'y limiter les outils articulés avec des effecteurs terminaux, comme des mors, des ciseaux, des dispositifs d'agrippement, des porte-aiguilles, des micro-dissecteurs, des fixateurs d'agrafes, des assembleurs, des outils d'aspiration  
5 irrigation, et des applicateurs d'agrafes et des outils non articulés, comme des lames tranchantes, des sondes de cautérisation, des irrigateurs, des cathéters et des orifices d'aspiration. De tels instruments chirurgicaux sont disponibles dans le commerce auprès de Intuitive Surgical, Inc. de Sunnyvale, Californie.

En référence maintenant aux figures 11A-11M, un ensemble de drap de  
10 manipulateur du côté du patient (PSM) comprenant un drap de PSM 404 qui fait partie du drap stérile 70 (décrit ci-dessus en référence à la figure 3A) est montré. Le drap de PSM 404 peut être une partie reliée ou non du drap stérile 70. La figure 11A montre un ensemble de drap de PSM 400 comprenant une poche de drap PSM 402 avec un drap de PSM 404 plié à l'intérieur. Le drap de PSM est conçu pour établir  
15 une barrière stérile entre les bras de PSM non stériles et le champ stérile de la procédure chirurgicale. Le drap de PSM 404 comprend un adaptateur stérile d'instrument intégré (ISA) 406 monté en permanence sur le drap, avec le mécanisme complet comprenant l'ISA, qui est utilisé pour engager un outil chirurgical. Avantagusement, diverses caractéristiques du drap de PSM contribuent au  
20 processus de drapage et d'installation.

La figure 11B montre le drap de PSM 404 retiré de la poche 402. La figure 11C montre un exemple d'ISA 406 monté en permanence sur le drap de PSM 404 à proximité d'une extrémité fermée de drap de PSM 404. La figure 11D montre des bandes déchirables 408 qui définissent le trou principal dans le drap de PSM plié et  
25 des rabats pliés 410. La figure 11E montre des rabats 410 dépliés, et la figure 11F montre un drap de PSM 404 complètement déplié. Le drap de PSM 404 est emballé de sorte que le drap plié puisse d'abord être placé sur le bras du PSM puis l'ISA monté de façon permanente 406 est attaché au bras de PSM d'abord en plaçant un élément de languette avant dans un support sur le bras de PSM puis en faisant  
30 osciller l'autre extrémité de l'adaptateur stérile jusqu'à ce qu'il engage un verrou sur le bras du PSM. Le drap de PSM 404 est maintenu dans sa position initiale en utilisant des bandes déchirables 408 qui permettent le dépliement contrôlé du drap par déchirement quand on tire dessus avec la force nécessaire. L'utilisateur tire le

drap sur la longueur du bras de PSM en plaçant ses mains dans les manchettes intégrales 412 (figure 11G) et en tirant le drap le long du bras de PSM.

Les figures 11G1 et 11G2 montrent une manchette intégrale 412 à l'extrémité ouverte du drap de PSM 404, le bord de la manchette 412 incluant un ruban bleu 411. L'instrumentiste stérile peut placer sa ou ses main(s) dans la manchette en tirant le drap de PSM le long du bras de PSM, et en utilisant la manchette, l'utilisateur est assuré que ses mains ne touchent rien qui n'est pas stérile lorsqu'il travaille le long du bras de PSM. Le ruban bleu 411 agit comme un marqueur physique sur le drap pour désigner les extrémités stériles et non stériles. En ayant ce marqueur, une personne non stérile peut savoir où tirer sur le côté non stérile quand elle aide l'instrumentiste stérile.

La figure 11H montre des sangles 414 sur le drap pour aider à contrôler le drap et réduire la taille visuelle du drap (c'est-à-dire, réduire le volume ou l'espace pris par le drap déplié). Une sangle est à proximité de la zone de montage de la canule, l'autre sangle est à proximité d'un « lien 3 » du bras de PSM, et une autre sangle est le long d'un « bras d'installation » (par exemple, le bras 42 des figures 4 et 5) sur lequel le bras de PSM est monté.

La figure 11I montre des bandes 416 le long de l'axe d'insertion et une poche de montage de canule 418. Les bandes 416 sont des bandes malléables sur le drap dans une zone de l'axe d'insertion. Les bandes 416 sont attachées au drap entre l'adaptateur stérile et la zone de montage de la canule. Une fois que le drap est installé sur le bras du PSM, l'utilisateur peut déformer les bandes malléables 416 pour aider à replier le matériel de drap en excès. En pouvant replier et fixer le matériel de drap en excès, le drap peut être ajusté étroitement à la forme du bras de PSM. Avantageusement, cela réduit la taille visuelle du système et ainsi permet plus de visibilité du patient et de son entourage pour le chirurgien ou autre(s) utilisateur(s). Les bandes 416 sont également suffisamment malléables pour pouvoir s'ouvrir et permettre au système d'atteindre une latitude de mouvement maximum sans déchirer le drap.

La figure 11J montre le drap de PSM 404 sur une partie du bras de PSM 417 et un adaptateur stérile 406 en place avant que les bandes 416 ne soient repliées par l'utilisateur. La figure 11K montre les bandes 416 après avoir été repliées par l'utilisateur de sorte que le drap de PSM 404 soit plus étroitement adapté à la forme

du bras de PSM, réduisant ainsi la taille du système. La figure 11L montre une autre vue des bandes 416 qui sont assez pliables pour être ouvertes pour une latitude de mouvement maximum et qui peuvent être remodelées par l'utilisateur comme souhaité pendant l'intervention.

5 Le drap 400 décrit ci-dessus est de préférence composé de matériel d'une rigidité et d'une force suffisantes pour permettre un bon placement sur un bras de PSM et pour résister à la déchirure même sous l'application de charges cycliques dans diverses directions, mais il est de préférence composé de matériel d'une flexibilité suffisante pour permettre le mouvement avec les sections actives des bras  
10 du manipulateur. Le drap 400 peut être composé de divers matériaux durables, et dans un exemple est composé de polyéthylène, polyuréthane, polycarbonate ou des mélanges de ceux-ci. Dans un mode de réalisation, le drap 400 peut être formé sous vide comme partie d'un seul drap ou comme des draps séparés qui peuvent être attachés au principal drap stérile 70 par un adhésif, la chaleur, la soudure par haute  
15 fréquence ou d'autres moyens. Dans un autre mode de réalisation, le drap 400 peut être utilisé comme des draps non reliés (mais éventuellement adjacents les uns aux autres ou avec chevauchement) pour couvrir différentes parties du système chirurgical robotisé.

L'ISA 300, la partie recevant l'adaptateur 500, et l'installation / engagement  
20 entre l'ISA 300 et la partie recevant l'adaptateur 500 et entre l'instrument chirurgical 250 et l'ISA 300 vont maintenant être décrits plus en détail.

En référence aux figures 12A, 12B et 12C, une vue perspective de dessus, une vue perspective de dessous et une vue en écorché de l'ISA 300, respectivement, sont illustrées conformément à un mode de réalisation de la présente invention. L'ISA  
25 300 comprend un boîtier 302, un disque 304, une plaque de rétraction supérieure 306, un élément d'arrêt d'instrument 308 du boîtier 302, un élément de rail 301 du boîtier 302, un contact 310 et une plaque de rétraction inférieure 312. La plaque de rétraction supérieure 306 et la plaque de rétraction inférieure 312 forment un ensemble de plaques de rétraction 313 qui se déplace par rapport au boîtier 302. Les  
30 disques 304 sont capturés à l'intérieur de l'ensemble de plaques de rétraction 313 et se déplacent par rapport à l'ensemble.

La figure 13 illustre une vue rapprochée en écorché d'un contact 310, qui est moulé sur insert dans le boîtier dans un mode de réalisation.

Les figures 14A et 14B illustrent des vues rapprochées en perspective de dessus et de dessous du disque 304 respectivement, qui comprend une dent 314 à la base du disque 304, un trou 316 dans le corps du disque 304 pour accepter les broches 253 d'un instrument chirurgical 250 (voir figures 17D et 17E), un trou 317  
5 dans le bas du disque 304 pour recevoir les broches 505 des entrées à ressort 504 (voir figure 16) et une languette 315 pour déplacer le disque 304 hors d'une zone morte, conformément à un mode de réalisation de la présente invention. Dans ce mode de réalisation, l'ISA 300 comprend quatre disques 304 chaque disque 304 comprenant quatre dents 314 et deux trous 316. Les quatre dents 314 sont placées à  
10 90 degrés d'intervalle dans un mode de réalisation. Il faut noter que dans d'autres modes de réalisation, plus ou moins de disques, dents et rainures sont possibles mais doivent être couplés de façon fonctionnelle à une partie recevant l'adaptateur sur le manipulateur et un instrument chirurgical.

Les figures 15A et 15B illustrent des vues en perspective supérieures et  
15 inférieures de la plaque de rétraction inférieure 306 conformément à un mode de réalisation de la présente invention. La plaque de rétraction supérieure 306 comprend une barre 318 pour engager la plaque de rétraction et l'ensemble de plaques de rétraction et une dent 319 pour s'emboîter avec une dent 314 du disque 304 selon une position relative. Comme montré, la plaque de rétraction supérieure 306 comprend  
20 quatre ouvertures 307 pour les quatre disques 304.

La figure 16 illustre une vue en perspective d'une partie recevant l'adaptateur 500 d'un manipulateur 204 (par exemple un PSM) conformément à un mode de réalisation de la présente invention. La partie recevant l'adaptateur 500 comprend un protecteur de contact 502 pour isoler les contacts électriques 510, une entrée à ressort  
25 504 ayant une broche 505, un poussoir à ressort 506 et un support 508 pour tenir l'ISA 300 en place. Dans ce mode de réalisation, la partie recevant l'adaptateur 500 comprend quatre entrée à ressort 504 chacune ayant deux broches 505 et quatre poussoirs à ressort 506.

En référence maintenant aux figures 17A à 17F, l'installation ou engagement  
30 de l'ISA 300 à la partie recevant l'adaptateur 300, et le retrait de l'instrument chirurgical 250 de l'ISA 300 sont illustrés conformément à un mode de réalisation de la présente invention.

La figure 17A montre l'ISA 300 installé et engagé avec la partie recevant l'adaptateur 500 du manipulateur 204. Les contacts de l'ISA 310 sont couplés aux contacts du manipulateur 510, les disques 304 sont engagés avec les entrées à ressort 504, la plaque de rétraction inférieure 312 est engagée avec les poussoirs à ressort 506, et les éléments d'arrêt des instruments 308 s'accouplent avec le support 508. L'élément d'arrêt d'instrument 308 permet d'arrêter l'instrument (pour la sécurité du patient) si l'utilisateur manque les rails 301 lorsqu'il installe l'instrument sur l'ISA. L'instrument est totalement stoppé par la barre 318 sur la plaque de rétraction supérieure 306 quand elle est installée. Avant l'installation, les entrées à ressort 504 et les poussoirs à ressort 506 sont à leur position la plus étendue, et les disques 304 de l'ISA sont libres de tourner à n'importe quelle localisation aléatoire dans l'ensemble de plaques de rétraction. Dans un mode de réalisation, pour installer l'ISA 300 sur la partie recevant l'adaptateur 500, l'utilisateur place la section avant du boîtier de l'ISA dans un support et fait osciller l'extrémité arrière vers le bas engageant ainsi un verrou 511.

Dans la position installée mais pré-engagée, les disques 304 sont pressés vers le haut contre la plaque de rétraction supérieure 306 par des entrées à ressort 504 et l'ensemble de plaques de rétraction 313 est pressé vers le haut par les entrées à ressort 504 et les poussoirs à ressort 506. Dans chaque localisation de disque (ouverture 307 de la plaque de rétraction 306) il y a une dent 319 sur la plaque de rétraction 306 qui s'engage avec les dents 314 du disque 304. La configuration des dents a des fonctions multiples, l'une d'entre elles étant de pousser les disques 304 hors d'une « zone morte » qui est une orientation angulaire où les trous 317 dans le bas du disque 304 sont dans une position où ils peuvent ne pas s'emboîter avec les broches 505 des entrées à ressort 504 car ils ne tournent pas complètement à 360 degrés. Une autre fonction de la configuration des dents est d'empêcher le disque 304 de tourner à plus de 90 degrés pendant la séquence d'engagement de l'adaptateur stérile.

Pendant la séquence d'engagement, les dents du disque 314 s'engrènent avec les dents de la plaque de rétraction 319 lorsque les entrées à ressort 504 sont activées pour donner du mouvement du disque 304 par une friction entre les broches 505 et la surface inférieure du disque 304 et par contact avec la languette 315. La présence de quatre dents 314 arrête ce mouvement de rotation du disque 304, et on laisse les

broches 505 s'alignent avec les trous 317 du disque 304 lorsque les entrées à ressort 504 tournent par rapport au disque 304. Lorsque les trous 317 sur le bas du disque 304 et les broches 505 des entrées à ressort 504 s'alignent, les disques 304 tombent sur les entrées à ressort 504. A ce moment, les dents 319 de la plaque de rétraction supérieure 306 dégagent les dents 314 du disque 304 lorsque le disque 304 est affaissé, permettant ainsi au disque 304 de se déplacer librement à 360 degrés par rapport à la plaque de rétraction 306. Quand les disques 304 sont engagés sur les entrées à ressort 504, l'ISA 300 est engagé avec la partie recevant l'adaptateur 500.

Dans un mode de réalisation, la séquence d'engagement survient une milliseconde après l'installation de l'ISA 300 sur la partie recevant l'adaptateur 500. Lorsque l'ISA 300 est tourné en position, les contacts électriques 310 s'engagent avec les contacts électriques 510 (par exemple les broches) de sorte que deux circuits initialement ouverts sur le manipulateur 204 sont fermés, ce qui active la séquence d'engagement de l'ISA. IL faut noter que le contact moulé par insert 310 dans le boîtier 302 peut avoir des voies électriques multiples (trous d'interconnexion) qui s'engagent avec les contacts sur la partie recevant l'adaptateur 500, et qui sont également utilisés pour établir la communication avec un instrument chirurgical 250 via les contacts électriques des instruments 255 (figure 17C).

La figure 17B montre un instrument chirurgical 250 partiellement installé et la figure 17C montre un instrument chirurgical 250 totalement installé et engagé avec l'ISA 300. Initialement, lorsque l'utilisateur installe l'instrument chirurgical 250 sur l'ISA 300, l'ensemble de plaques de rétraction 313 est poussé vers le bas vers la partie recevant l'adaptateur 500 lorsque la plaque de rétraction supérieure 306 est poussée vers le bas par l'instrument 250 engageant la barre centrale 318. Avant l'engagement électrique entre l'instrument 250 et l'ISA 300, un chanfrein sur la barre 318 engage un chanfrein sur le bas de l'instrument 250, et lorsque ces deux chanfreins sont alignés, l'instrument est tiré dans sa position initiale en raison de la force du ressort des entrées à ressort et des poussoirs à ressort. Lorsque l'instrument est poussé à sa position initiale, l'ensemble de plaques de rétraction 313 commence à monter dans l'instrument chirurgical, et dans sensiblement le même mouvement, les contacts électriques 255 de l'instrument 250 entrent en contact avec les contacts électriques 310 de l'ISA 300. Quand l'instrument 250 est installé sur l'ISA 300, la plaque de rétraction 306 appuie sur le bas de l'instrument et la barre 318 est à

l'intérieur d'une rainure de jeu dans le boîtier de l'instrument. Avant l'engagement de l'instrument, les disques 304 et les entrées à ressort 504 sont écartés de l'instrument car les entrées sur l'instrument ne sont pas engagées avec les trous 316 sur le haut du disque 304.

5 Les figures 17D et 17E illustrent une séquence d'engagement du disque 304 avec l'instrument 250. Sur les figures 17D, le disque 304 n'est pas engagé avec l'instrument 250 jusqu'à ce que le disque tourne pour s'aligner avec le disque d'instrument 251, qui est initialement dans une position aléatoire. Comme mentionné précédemment en ce qui concerne la séquence d'engagement entre l'ISA 300 et la  
10 partie recevant l'adaptateur 500, lorsque les contacts électriques de l'instrument engagent les contacts 310 de l'ISA 300, un circuit normalement ouvert sur l'ISA est fermé ce qui active la séquence d'engagement de l'instrument. Les entrées à ressort 504 et les disques 304 tournent ensemble comme un assemblage jusqu'à ce que les trous 316 du disque 304 s'engagent avec les broches 253 des disques d'instrument  
15 251. Quand les trous sont alignés avec les broches, le disque 304 et les entrées à ressort 504 peuvent se déplacer vers le haut. La figure 17E montre un disque d'instrument 251 ayant une broche 253 qui s'engage avec le trou 316 du disque de l'ISA 304. A ce moment l'instrument 250 est considéré comme engagé avec l'ISA 300. Il faut noter que d'autres contacts sur l'ISA 300 peuvent transmettre des signaux  
20 électriques entre le système chirurgical et le tableau RTI de l'instrument.

Quand l'instrument est totalement installé, il est maintenu en position à trois endroits le long de son boîtier. Deux points sont sur les éléments de rails 301 le long des côtés de l'instrument et un troisième point est sur la languette inférieure maintenue au centre 309 le long du centre avant de l'instrument. Avantageusement,  
25 en maintenant l'instrument à trois endroits, l'instrument n'est pas surcontraint et l'installation et le retrait sont facilités.

La figure 17F illustre le retrait de l'instrument 250 (non représenté) de l'ISA 300. Quand l'utilisateur veut retirer l'instrument, les leviers de part et d'autre sont actionnés et l'instrument est retiré de l'ISA. Les leviers sur l'instrument agissent sur  
30 la barre centrale 318 de la plaque de rétraction supérieure, qui à son tour éloigne la plaque de rétraction de l'instrument. Lorsque la plaque de rétraction s'éloigne encore, les disques 304 sont désengagés des broches de l'instrument permettant le retrait de l'instrument.

Avantageusement, les draps de la présente invention permettent une amélioration de l'installation et de l'interfaçage d'un instrument chirurgical avec un bras manipulateur, une meilleure robustesse du champ stérile, et une plus grande visualisation du patient en réduisant la taille des draps avec des éléments plus adaptés à la forme.

Les modes de réalisation décrit ci-dessus illustrent mais ne limitent pas l'invention. Il faut comprendre que de nombreuses modifications et variations sont possibles conformément aux principes de la présente invention. Par exemple, le nombre de broches, rainures, disques et dents peut varier mais doit permettre un couplage fonctionnel entre l'ISA, le bras manipulateur et l'instrument chirurgical. En conséquence, la portée de l'invention est définie uniquement par les revendications suivantes.

## REVENDICATIONS

1. Système chirurgical robotisé (200) comprenant :
  - un bras manipulateur (204) comprenant une entrée à ressort (504) et un
  - 5 poussoir à ressort (506); et
  - un adaptateur stérile (300) comprenant :
    - un boîtier (302) ;
    - un contact électrique (310) couplé au boîtier (302) ;
    - un ensemble de plaques de rétraction (313) comportant une plaque de
    - 10 rétraction supérieure (306) et une plaque de rétraction inférieure (312), l'ensemble de plaques de rétraction (313) étant disposé déplaçable par rapport au boîtier et adapté pour engager le poussoir à ressort ; et
    - un disque (304) capturé entre et pivotant par rapport à la plaque de rétraction supérieure (306) et la plaque de rétraction inférieure (312), le disque (304)
    - 15 ayant une première surface adaptée pour engager l'entrée à ressort (504) et une deuxième surface pivotante adaptée pour engager un instrument chirurgical (250) dans un champ stérile.
2. Système chirurgical robotisé (200) selon la revendication 1, dans lequel le disque
- 20 (304) et l'entrée à ressort (504) sont adaptés pour que l'engagement de l'entrée à ressort (504) avec le disque (304) communique un mouvement de rotation au disque (304).
3. Système chirurgical robotisé (200) selon la revendication 1, dans lequel le bras
- 25 manipulateur (204) comprend en outre un contact électrique (510) pour engager le contact électrique (310) de l'adaptateur stérile (300).
4. Système chirurgical robotisé (200) selon la revendication 1, dans lequel la plaque de rétraction supérieure (306) comporte une barre centrale (318) s'étendant de
- 30 manière adjacente au disque (304).
5. Système chirurgical robotisé (200) selon la revendication 1, dans lequel la plaque de rétraction supérieure (306) comporte une première dent (319) et le disque (304)

comporte une deuxième dent (314), dans lequel les première (319) et deuxième (314) dents s'engagent pour limiter une rotation du disque par rapport à l'ensemble de plaques de rétraction (313).

5 6. Système chirurgical robotisé (200) selon la revendication 1, dans lequel le contact électrique (310) est moulé sur insert dans le boîtier (302).

7. Système chirurgical robotisé (200) selon la revendication 1, comprenant en outre un drap chirurgical (270) intégré avec l'adaptateur stérile.

10

8. Adaptateur stérile (300) comprenant :

un boîtier (302) ;

un contact électrique (310) couplé au boîtier (302) ;

15 un ensemble de plaques de rétraction (313) comportant une plaque de rétraction supérieure (306) et une plaque de rétraction inférieure (312), l'ensemble de plaques de rétraction (313) étant disposé déplaçable par rapport au boîtier (302) ; et

20 un disque (304) capturé entre et pivotant par rapport à la plaque de rétraction supérieure (306) et la plaque de rétraction inférieure (312), le disque (304) ayant une première surface adaptée pour engager une entrée à ressort (504) d'un bras manipulateur et une deuxième surface pivotante adaptée pour engager un instrument chirurgical (250) dans un champ stérile.

25 9. Adaptateur stérile (300) selon la revendication 8, dans lequel la plaque de rétraction supérieure (306) comporte une barre centrale (318) s'étendant de manière adjacente au disque (304).

30 10. Adaptateur stérile (300) selon la revendication 8, dans lequel la plaque de rétraction supérieure (306) comporte une première dent (319) et le disque (304) comporte une deuxième dent (314), dans lequel les première (319) et deuxième (314) dents s'engagent pour limiter la rotation du disque par rapport à l'ensemble de plaques de rétraction (313).

11. Adaptateur stérile (300) selon la revendication 8, dans lequel le contact électrique (310) est moulé sur insert dans le boîtier (302).
12. Procédé de couplage d'un adaptateur stérile (300) à un bras manipulateur (204)  
5 comprenant les étapes consistant à :
- fournir un adaptateur stérile (300) comprenant :
- un boîtier (302) ;
- un ensemble de plaques de rétraction (313) disposé déplaçable par rapport au boîtier et comportant une plaque de rétraction supérieure (306) et une  
10 plaque de rétraction inférieure (312) ; et
- un disque (304) capturé entre et pivotant par rapport à la plaque de rétraction supérieure (306) et la plaque de rétraction inférieure (312) ;
- engager une entrée à ressort (504) du bras manipulateur (204) avec le disque (304) ;
- 15 engager un poussoir à ressort (506) avec l'ensemble de plaques de rétraction (313) ; et
- engager un contact électrique (310) de l'adaptateur stérile (300) avec un contact électrique (510) du bras manipulateur (204).
- 20 13. Procédé selon la revendication 12, dans lequel l'engagement d'une entrée à ressort (504) du bras manipulateur (204) avec le disque (304) comporte en outre la communication d'un mouvement de rotation au disque (304).
14. Procédé selon la revendication 13, dans lequel la plaque de rétraction supérieure  
25 (306) et le disque (304) comportent des dents (314, 319), le mouvement de rotation du disque étant limité par un engagement mutuelle des dents lors de l'engagement de l'entrée à ressort (504) du bras manipulateur (204) avec le disque (304).
15. Procédé selon la revendication 12, comprenant en outre un engagement d'un  
30 adaptateur stérile avec un verrou du bras manipulateur (204).

1/28

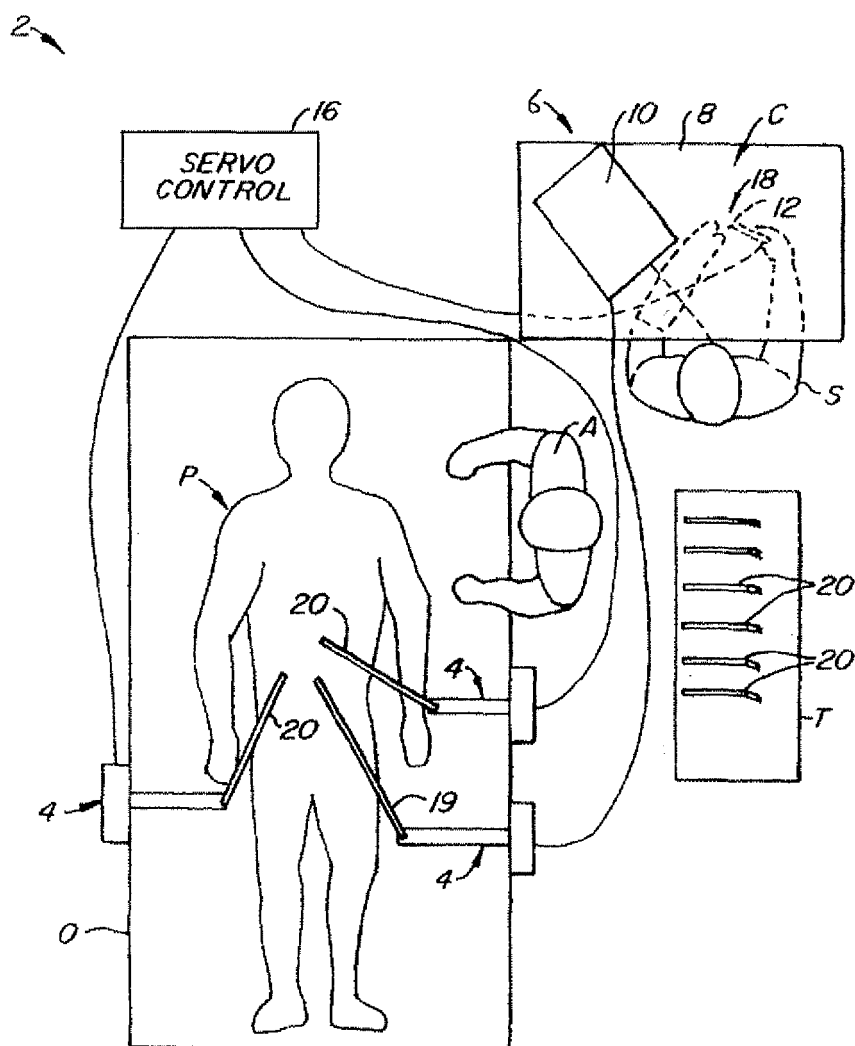


FIG. 1.

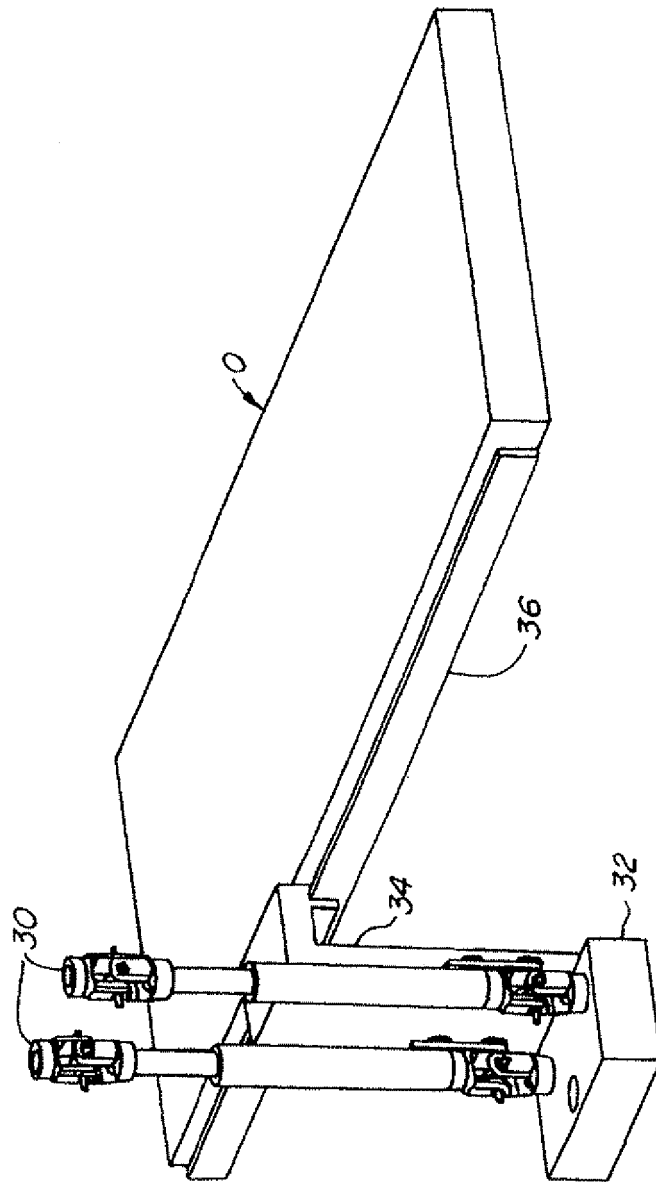


FIG. 2.

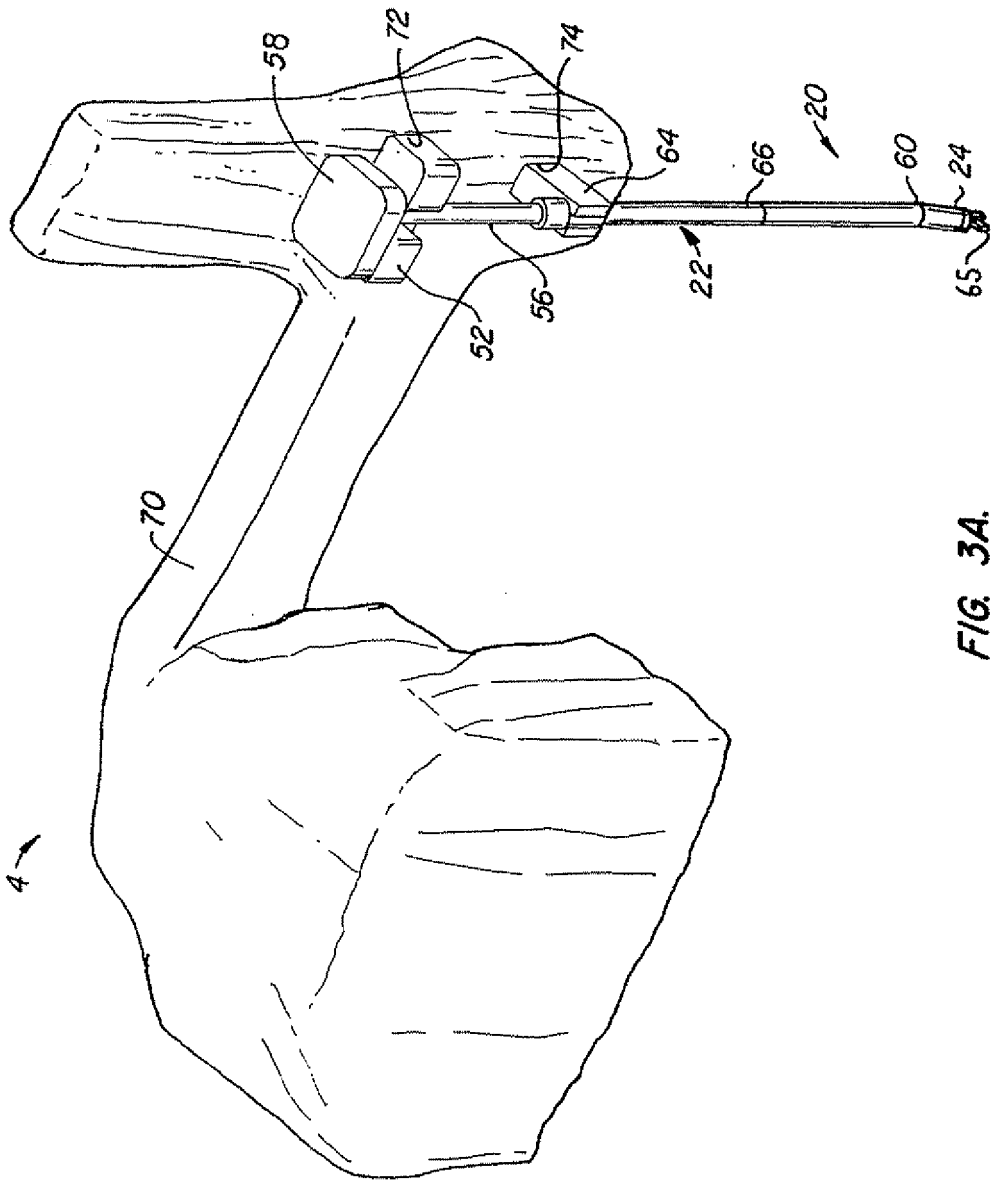


FIG. 3A.

4/28

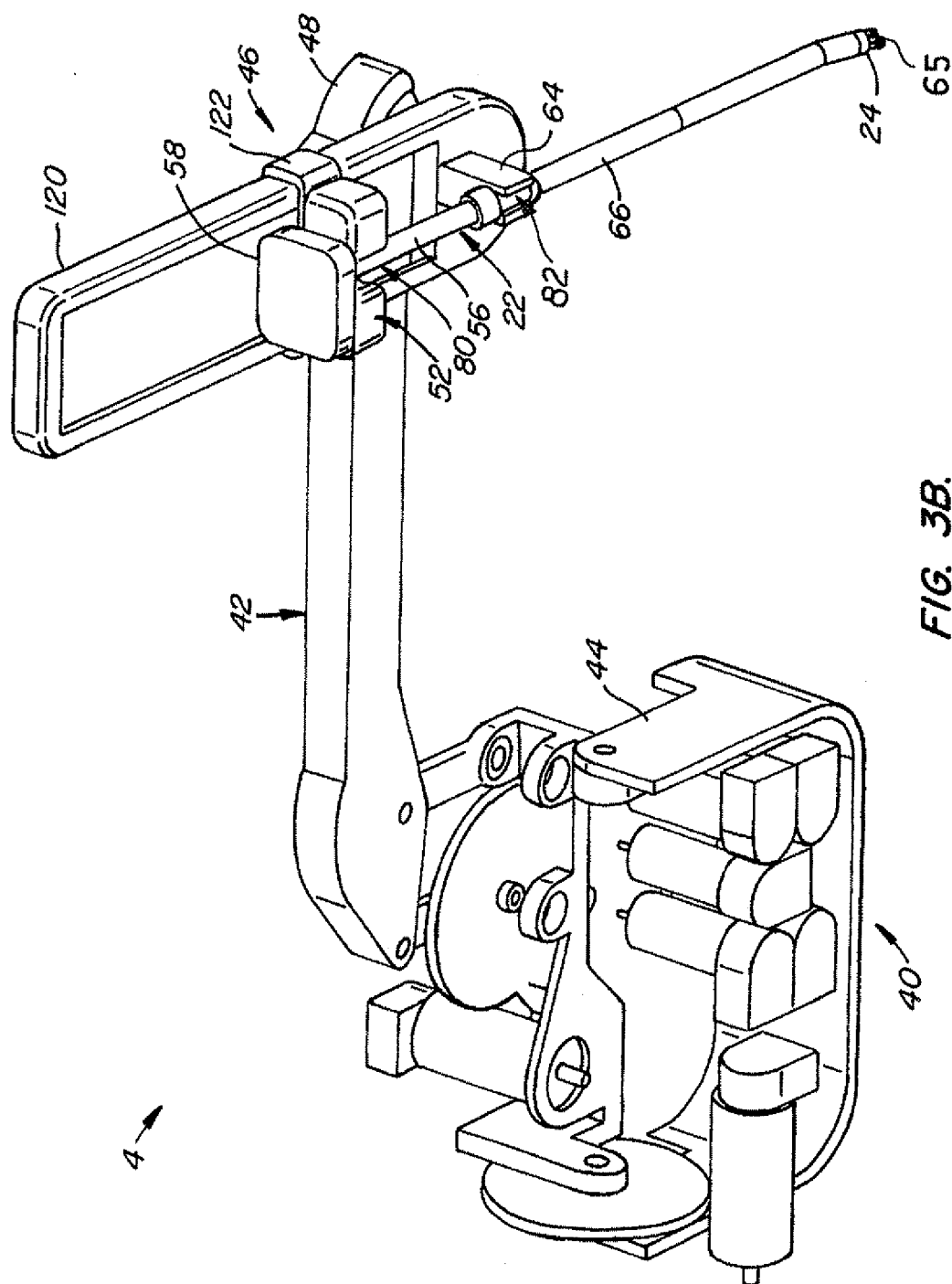


FIG. 3B.

5/28

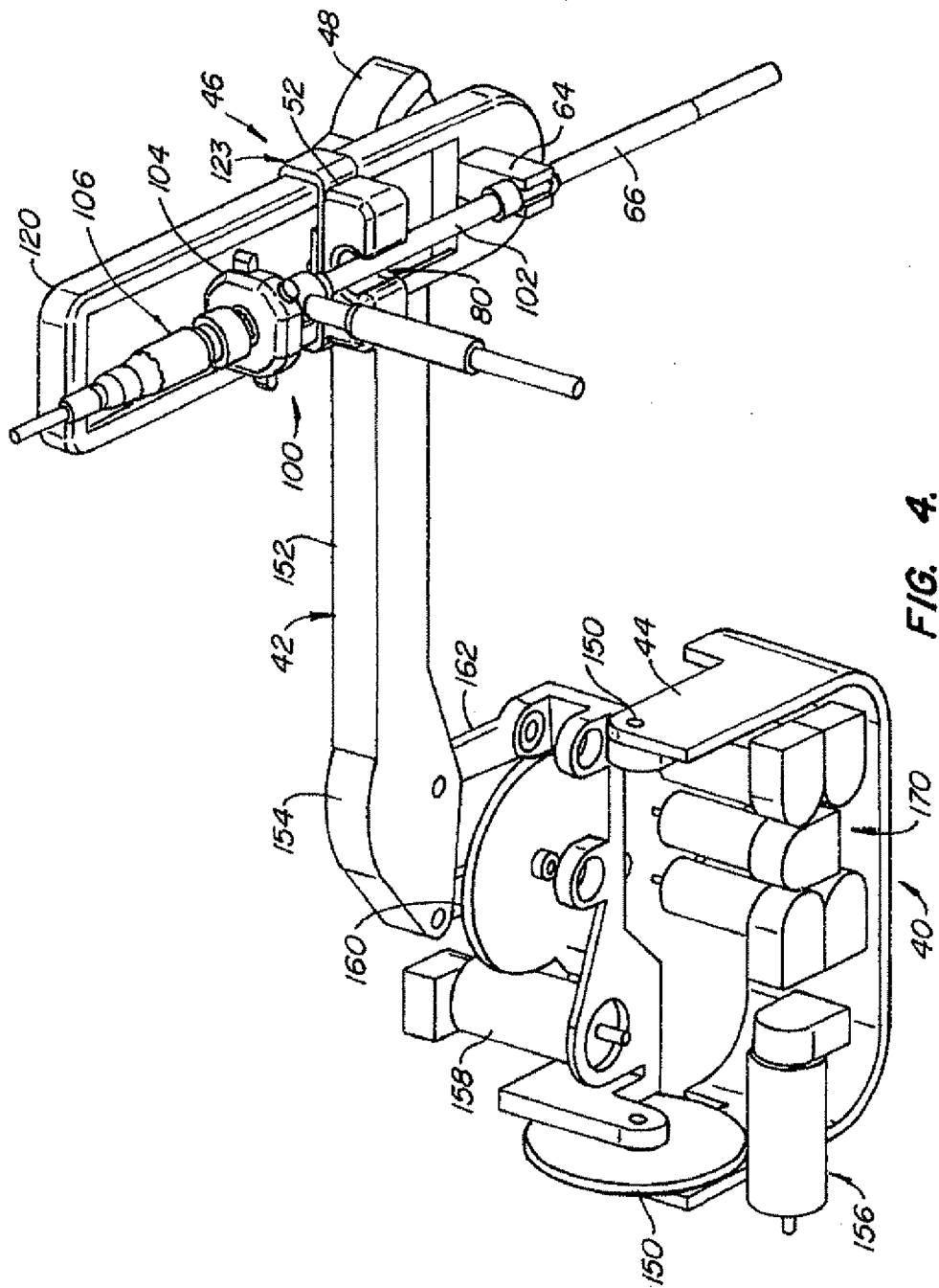


FIG. 4.

6/28

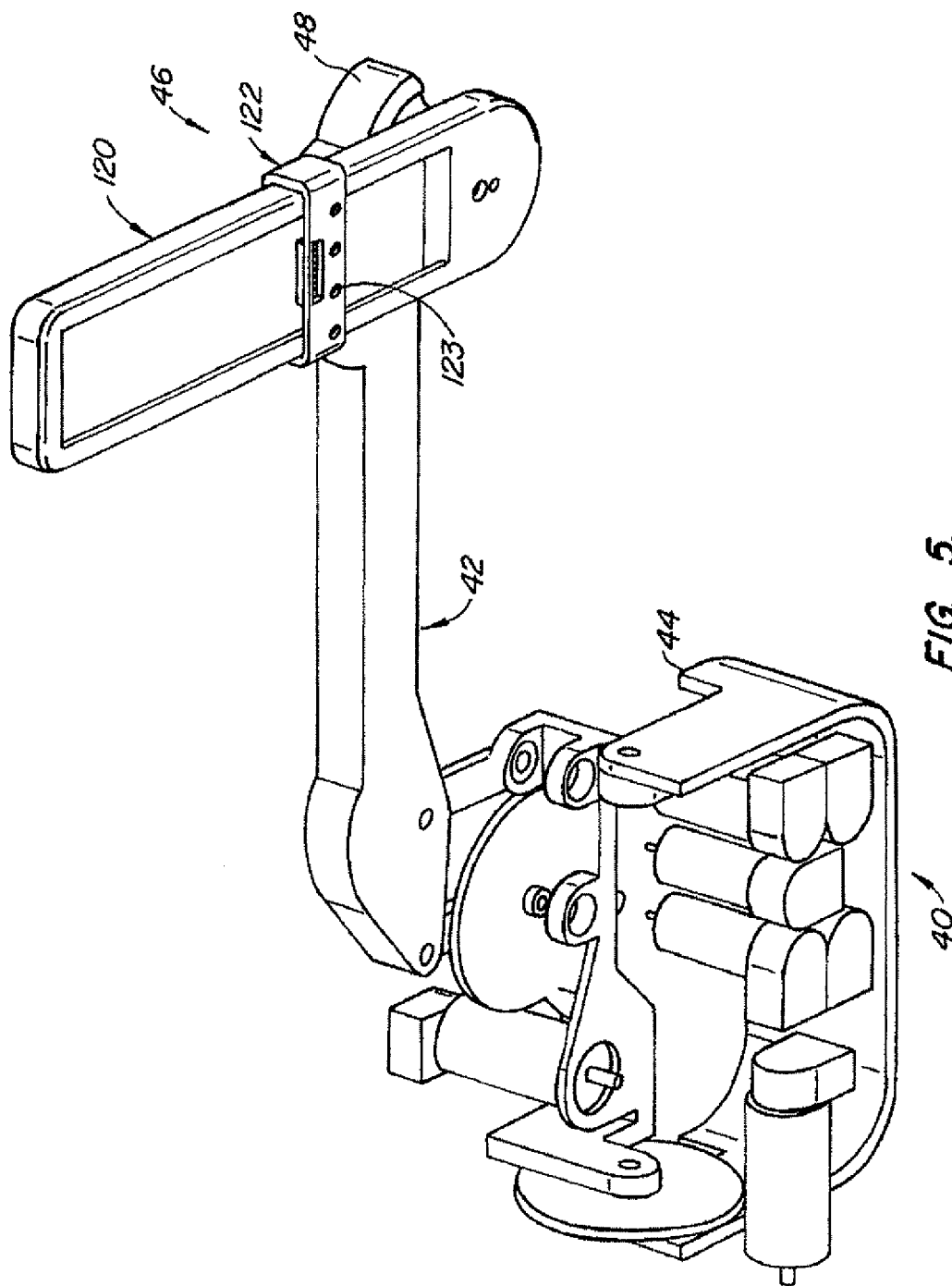
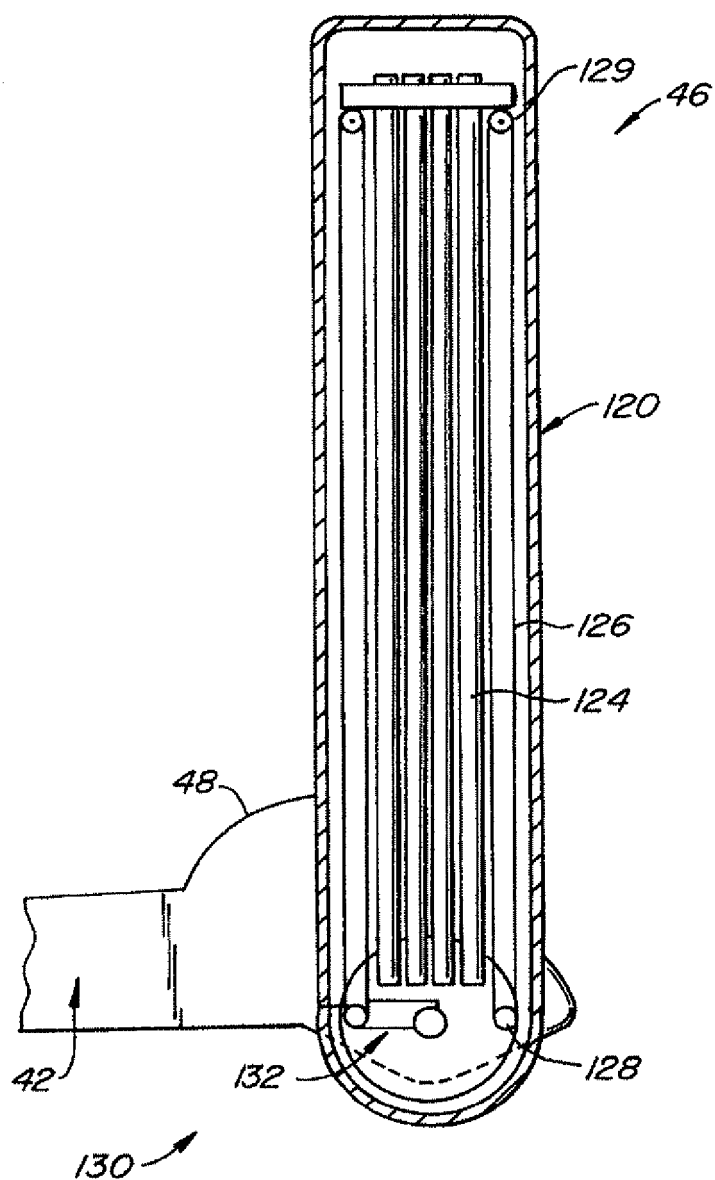
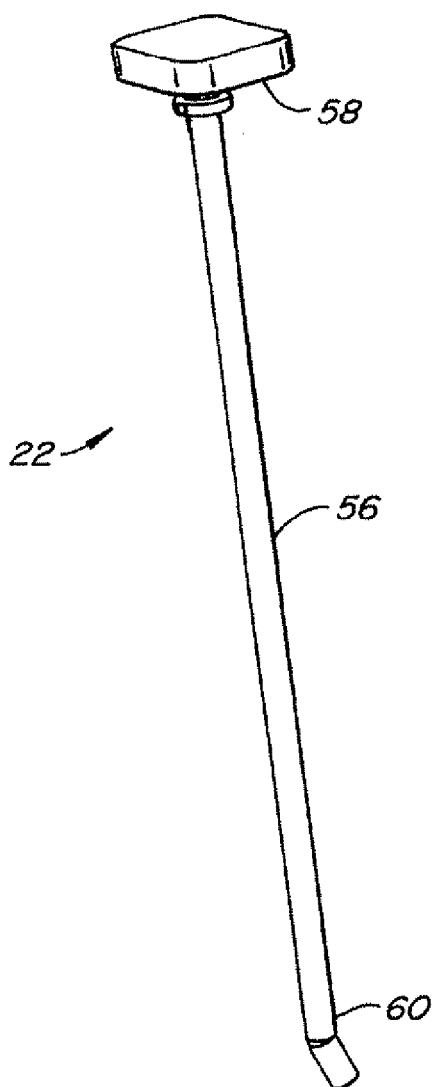


FIG. 5.

7/28

**FIG. 6.**

8/28



**FIG. 7.**

9/28

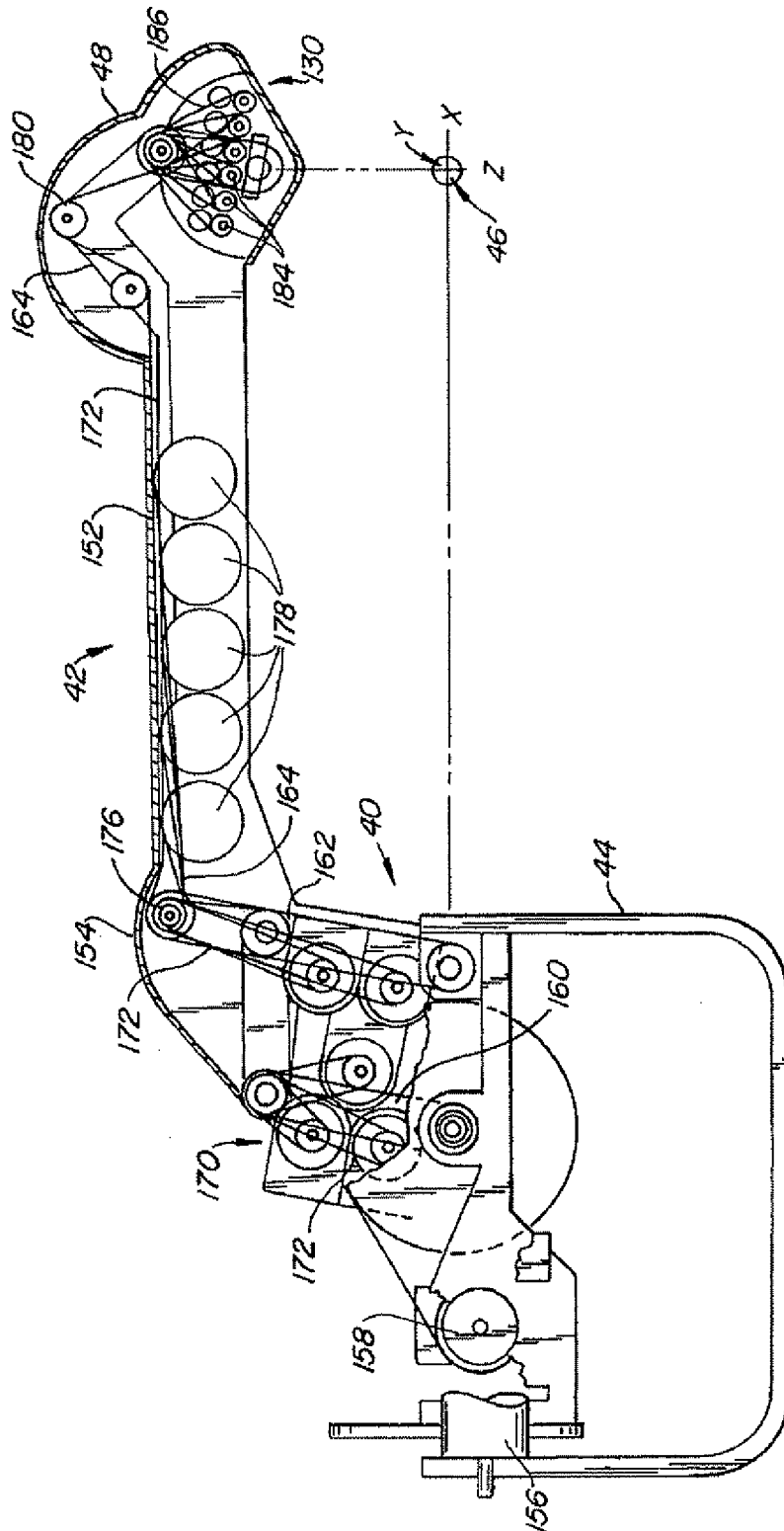


FIG. 8.

10/28

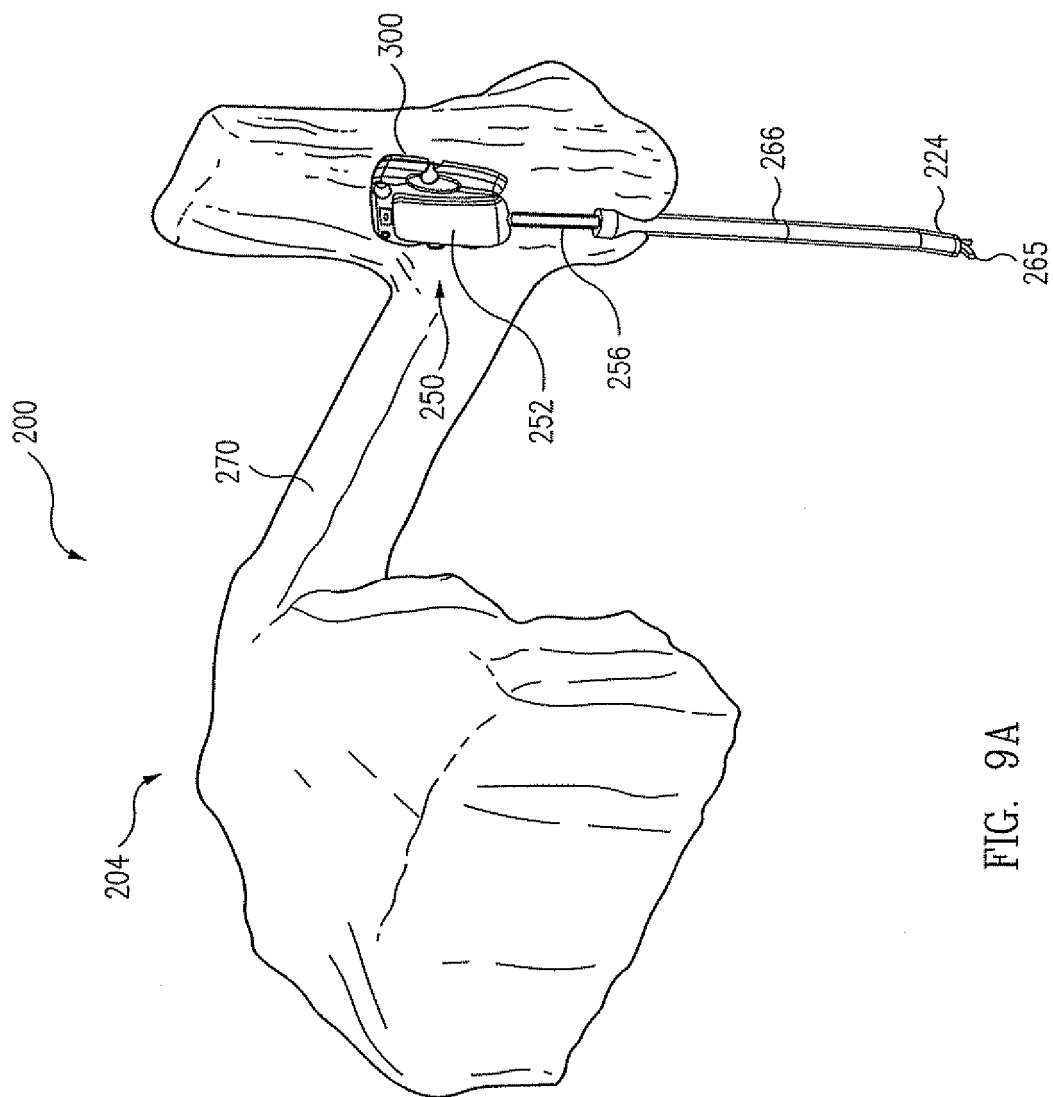


FIG. 9A

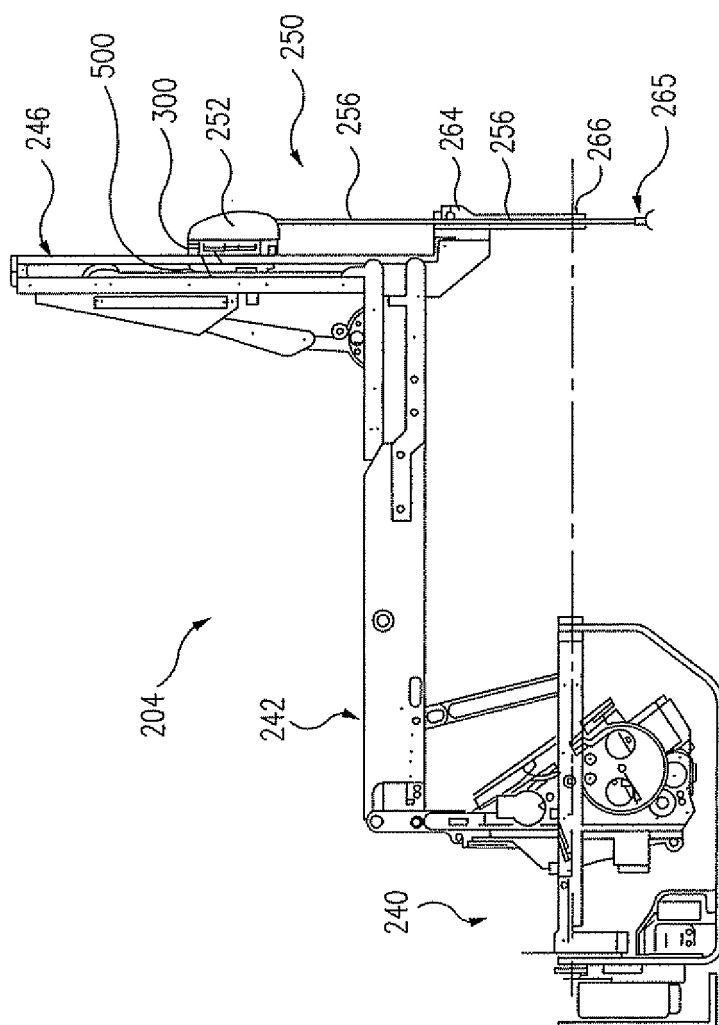


FIG. 9B

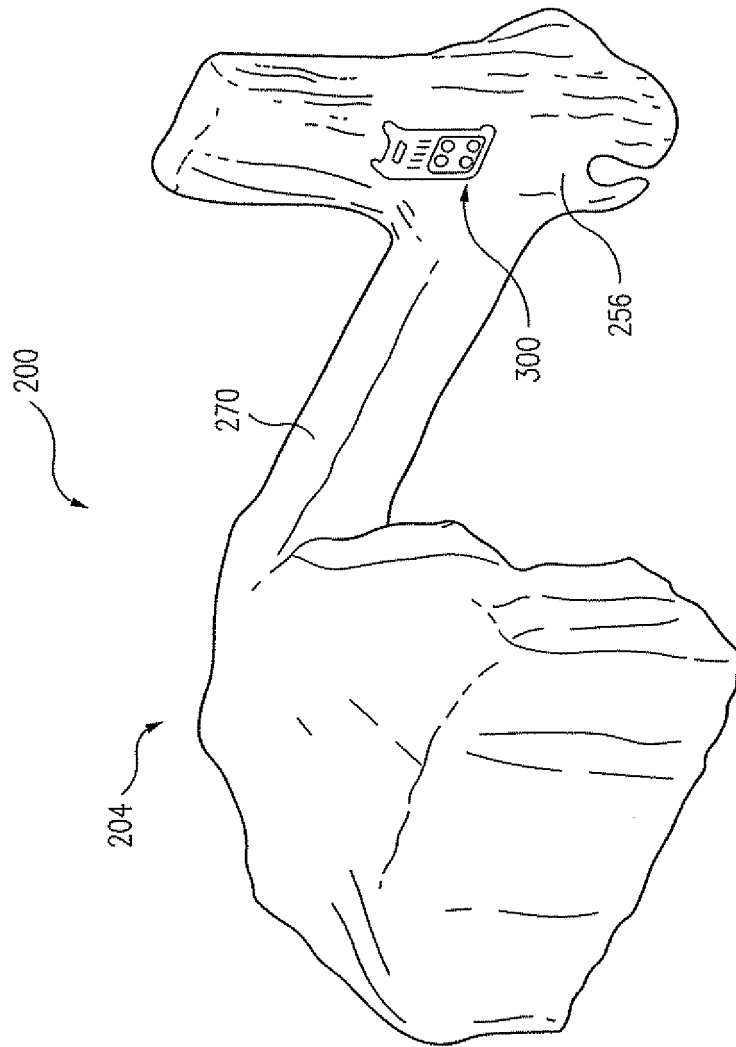


FIG. 10A

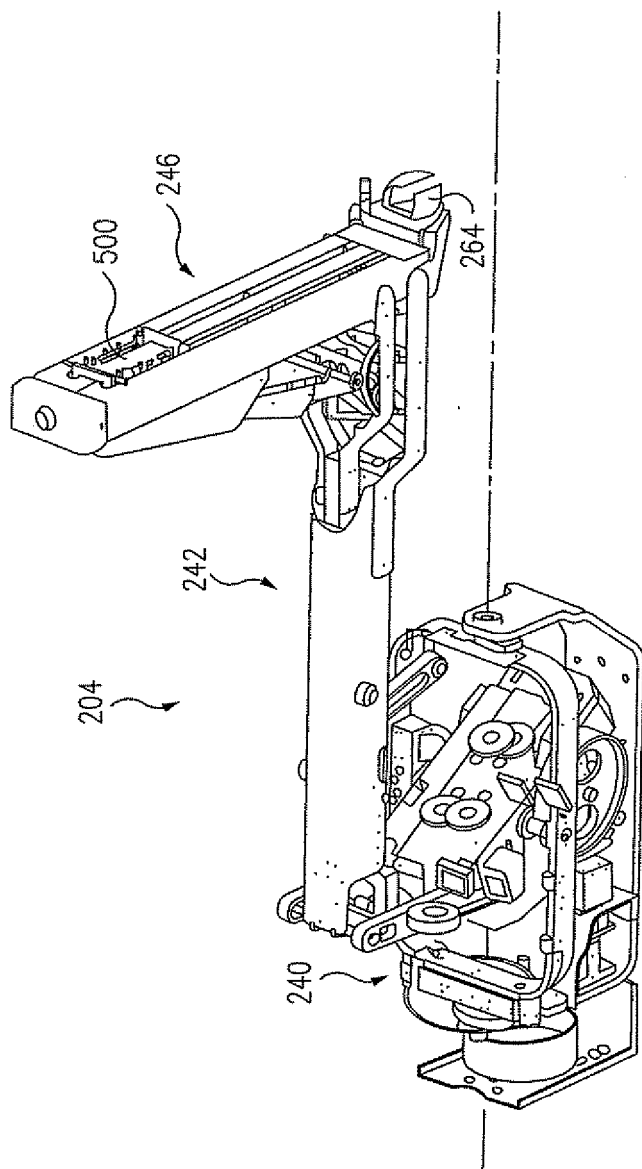


FIG. 10B

14/28

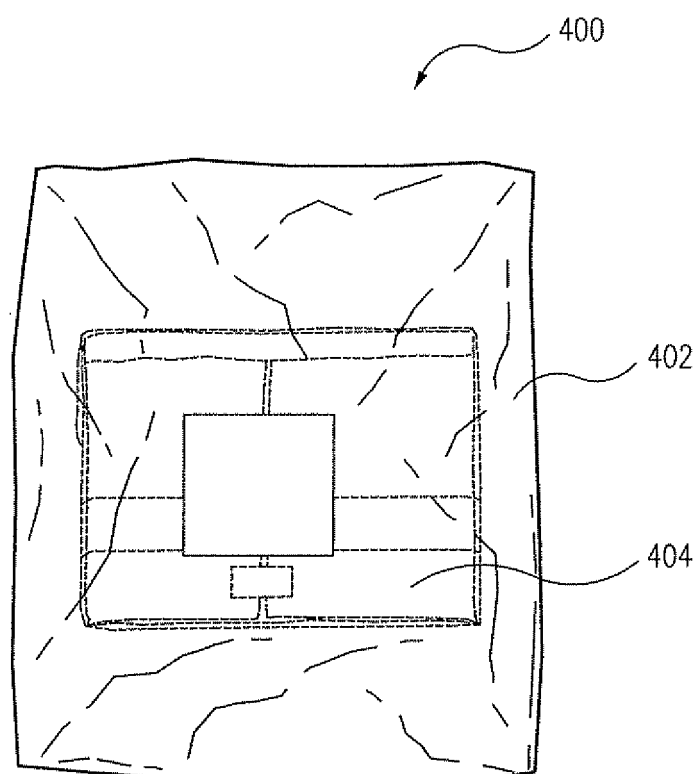


FIG. 11A

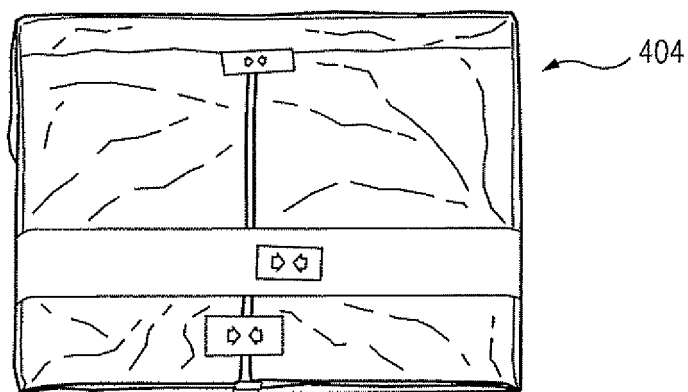


FIG. 11B

15/28

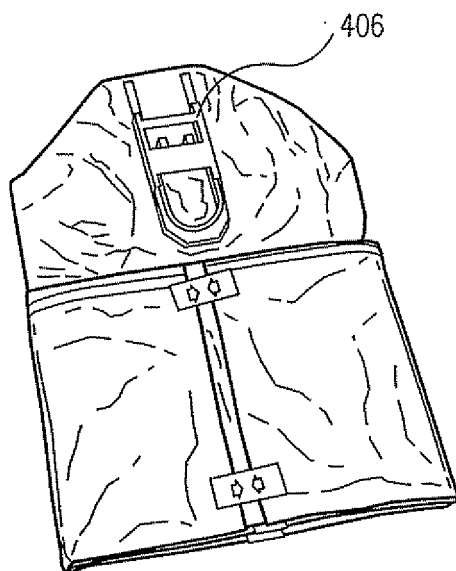


FIG. 11C

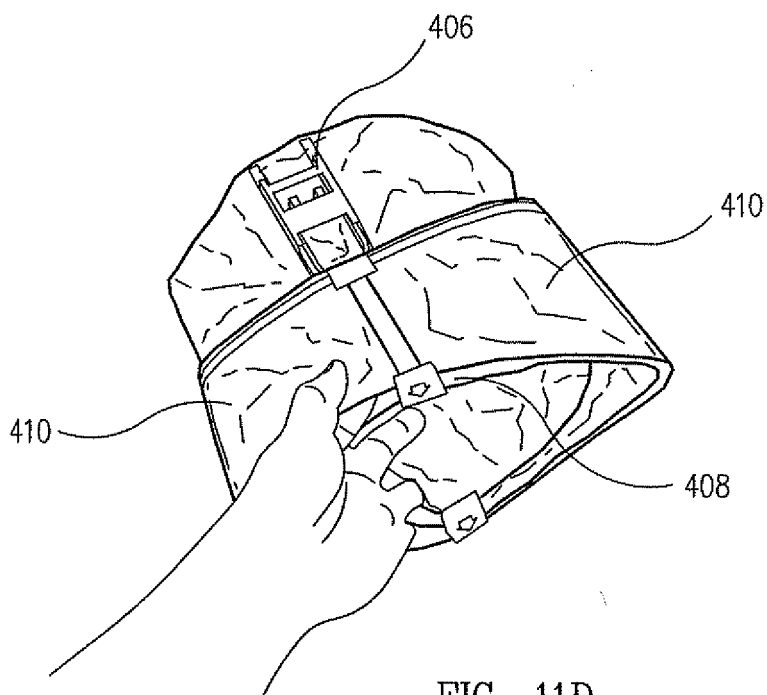


FIG. 11D

16/28

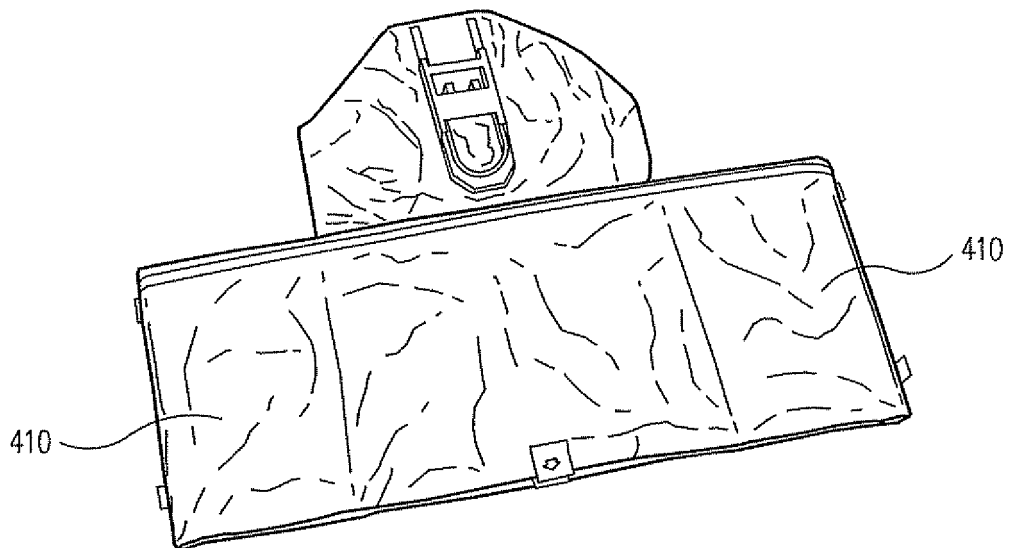


FIG. 11E

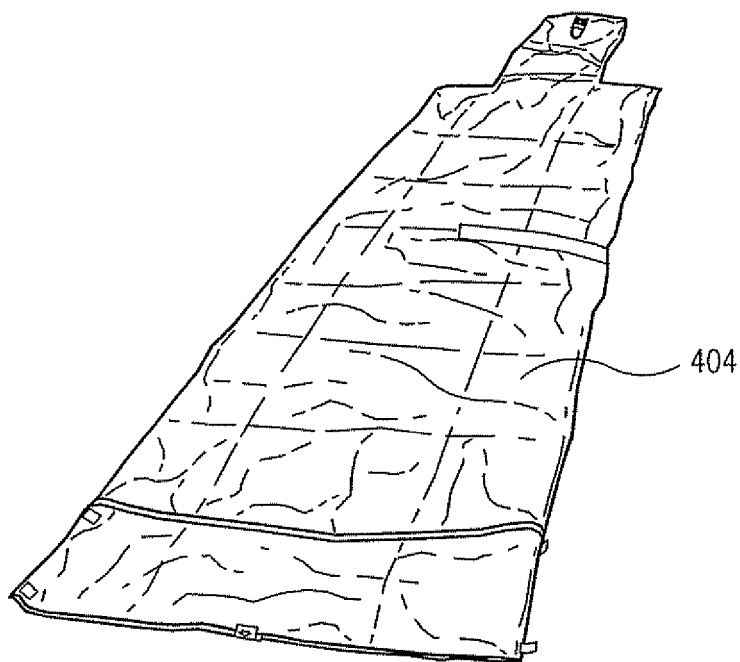


FIG. 11F

17/28

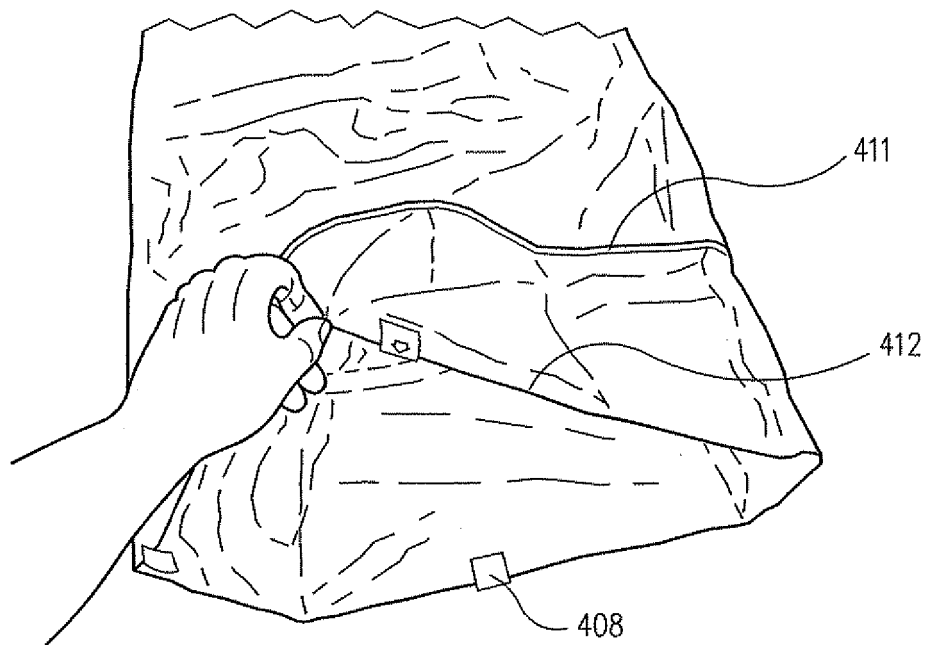


FIG. 11G1

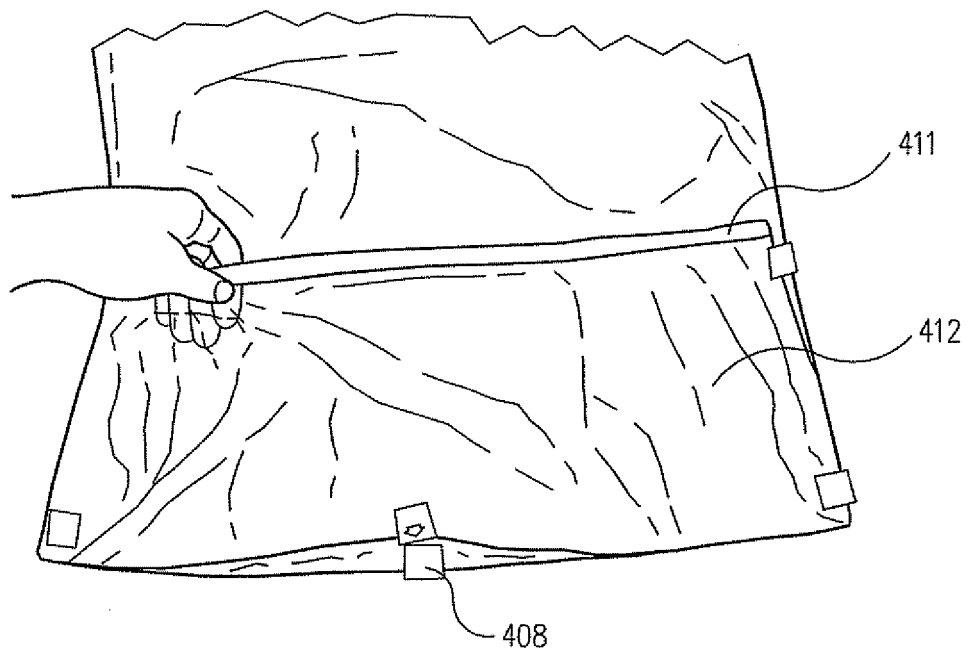


FIG. 11G2

18/28

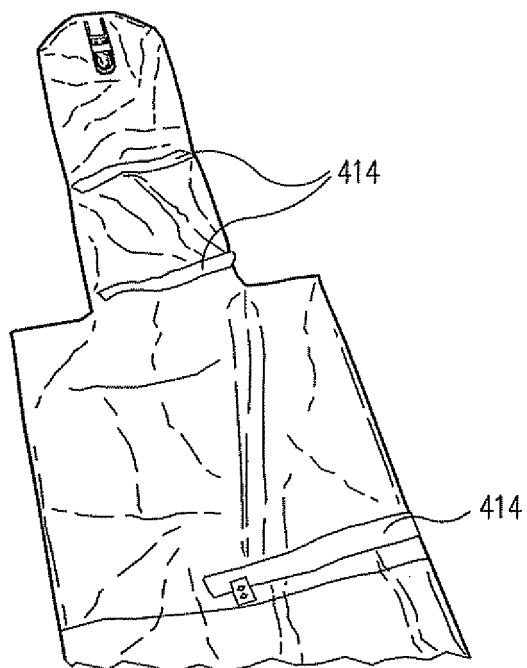


FIG. 11H

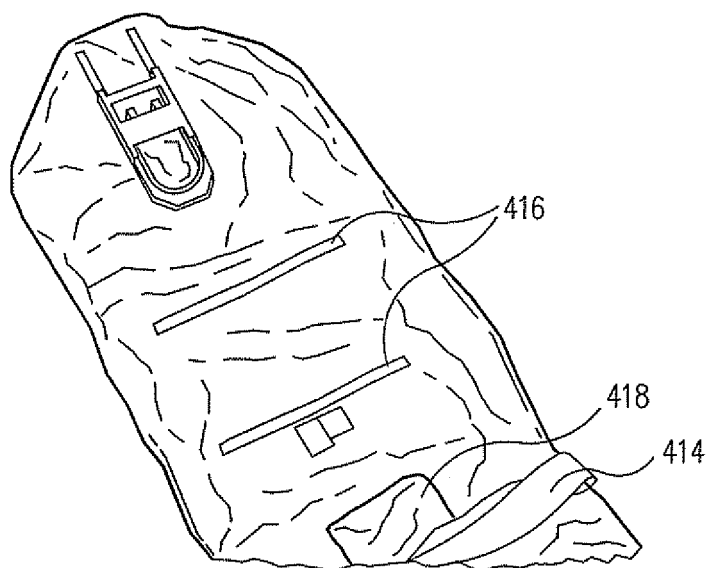


FIG. 11I

19/28

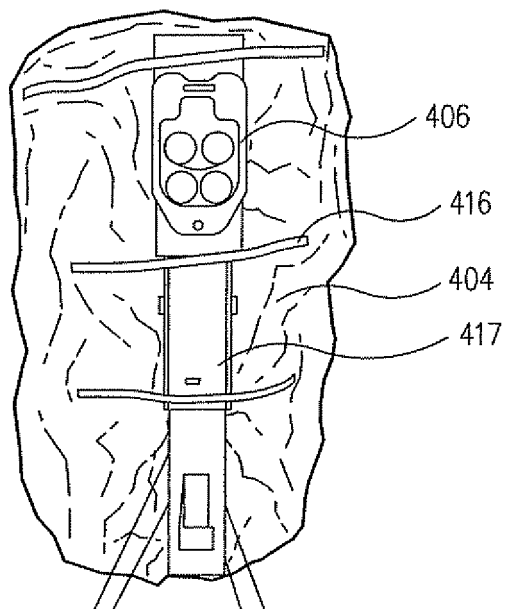


FIG. 11J

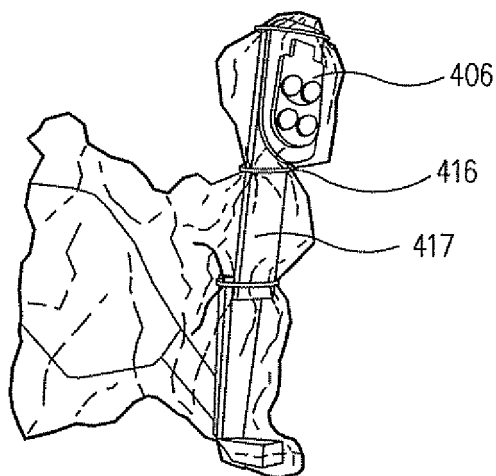


FIG. 11K

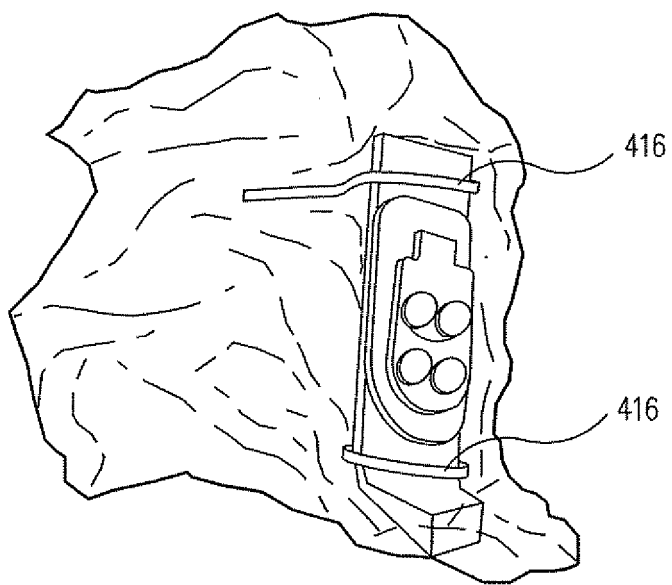


FIG. 11L

21/28

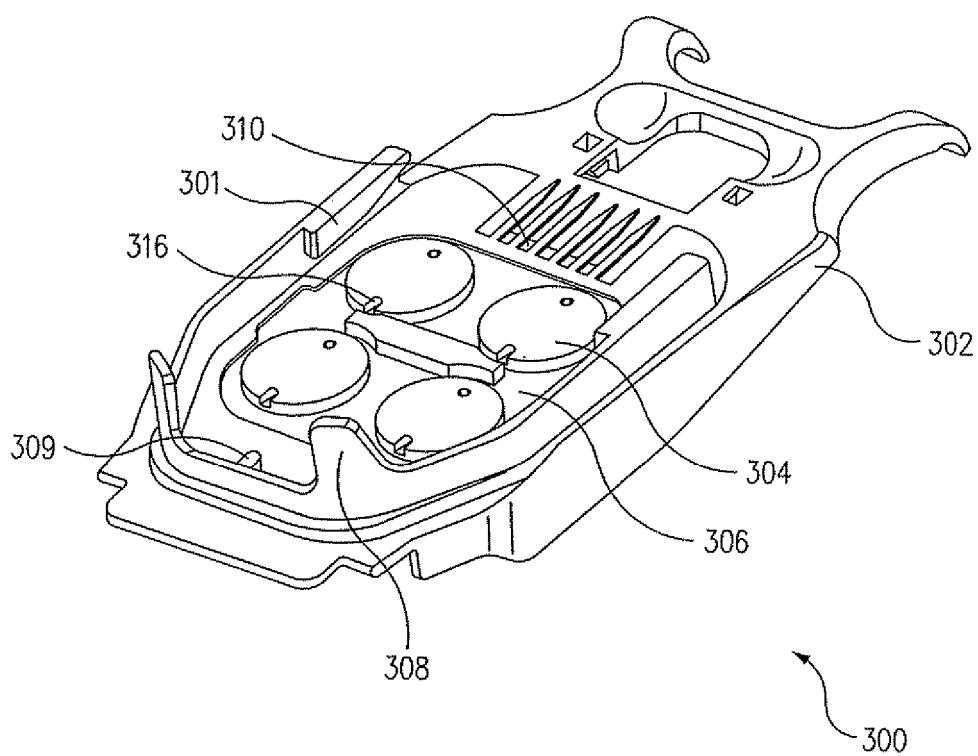


FIG. 12A

22/28

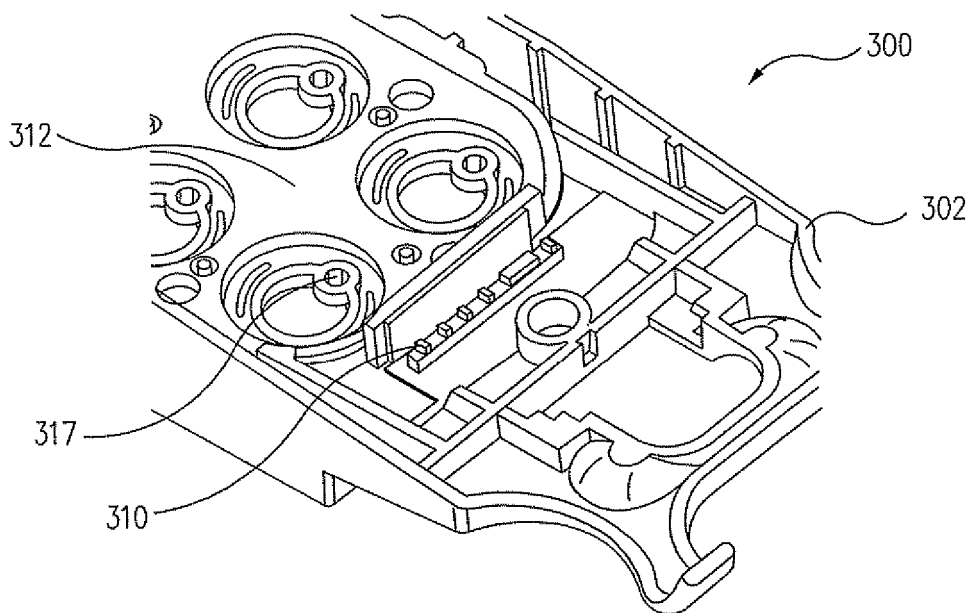


FIG. 12B

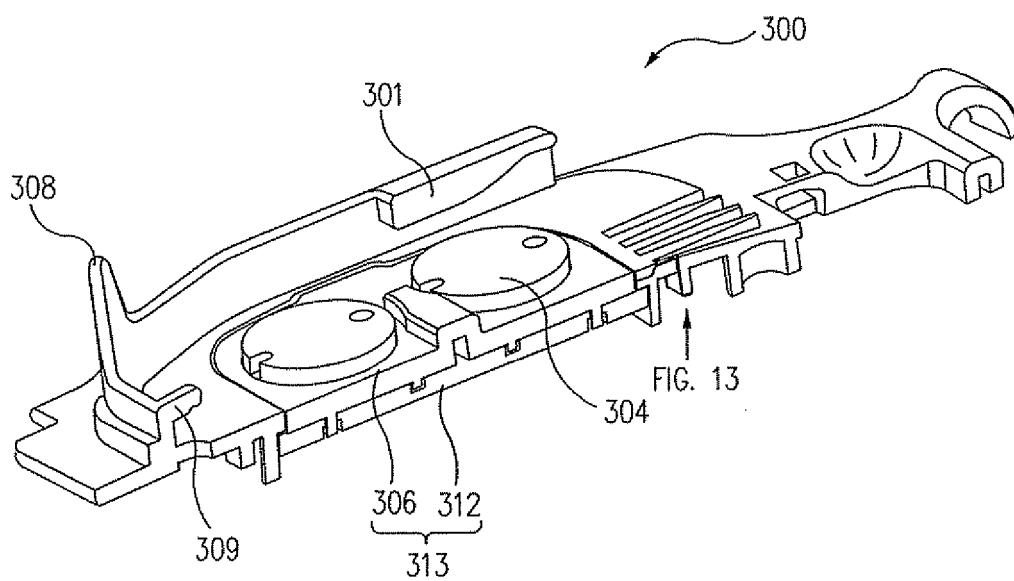


FIG. 12C

23/28

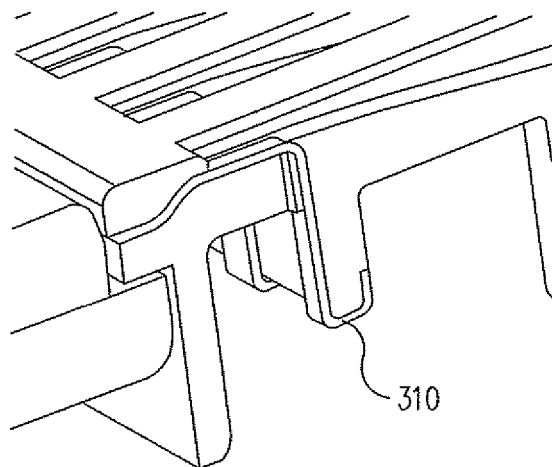


FIG. 13

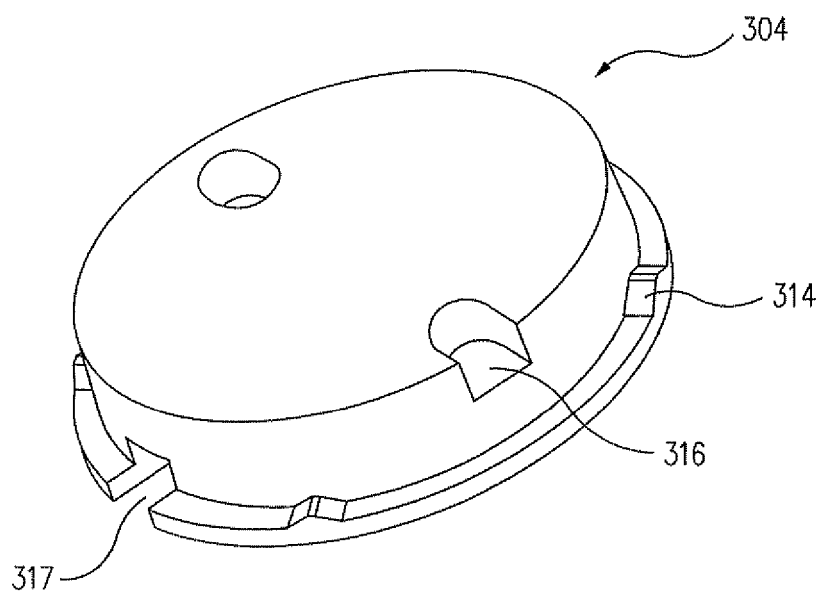


FIG. 14A

24/28

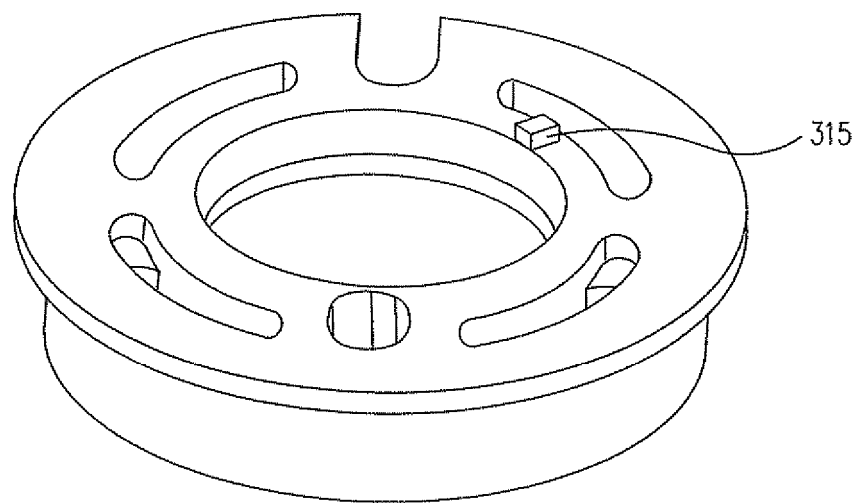


FIG. 14B

25/28

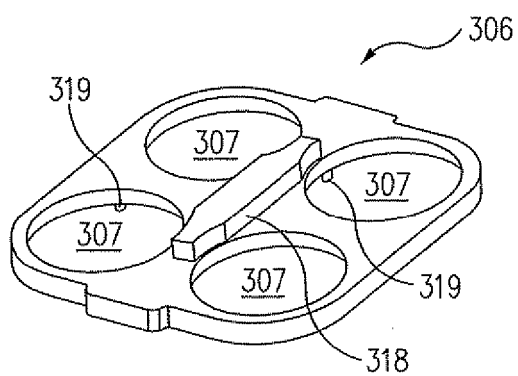


FIG. 15A

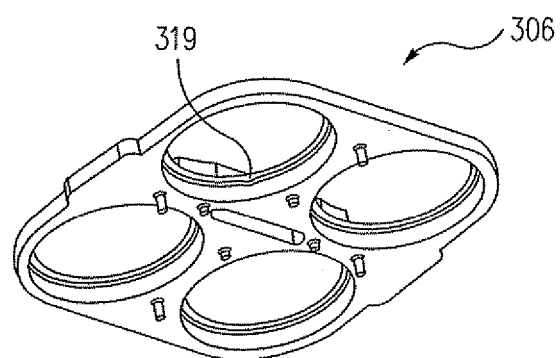


FIG. 15B

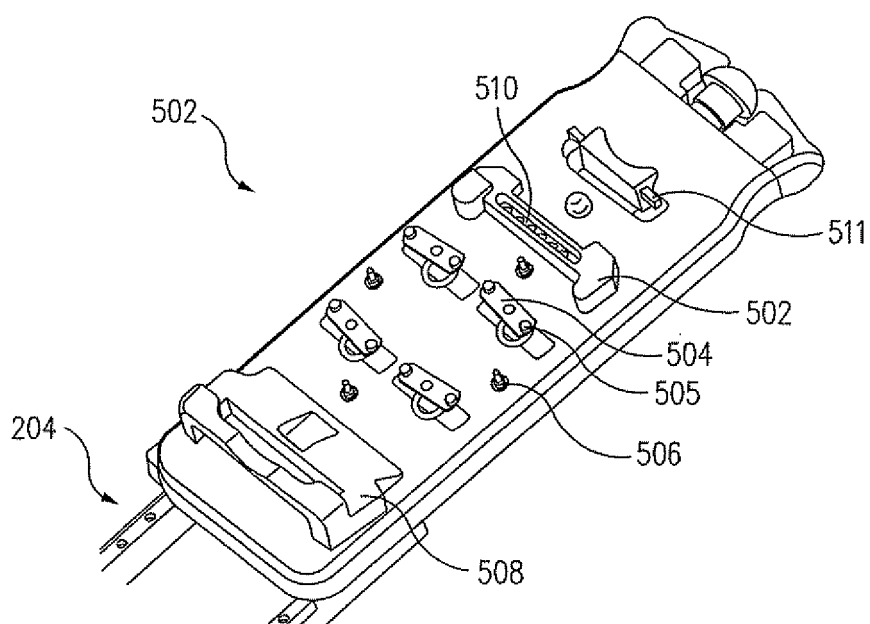


FIG. 16

26/28

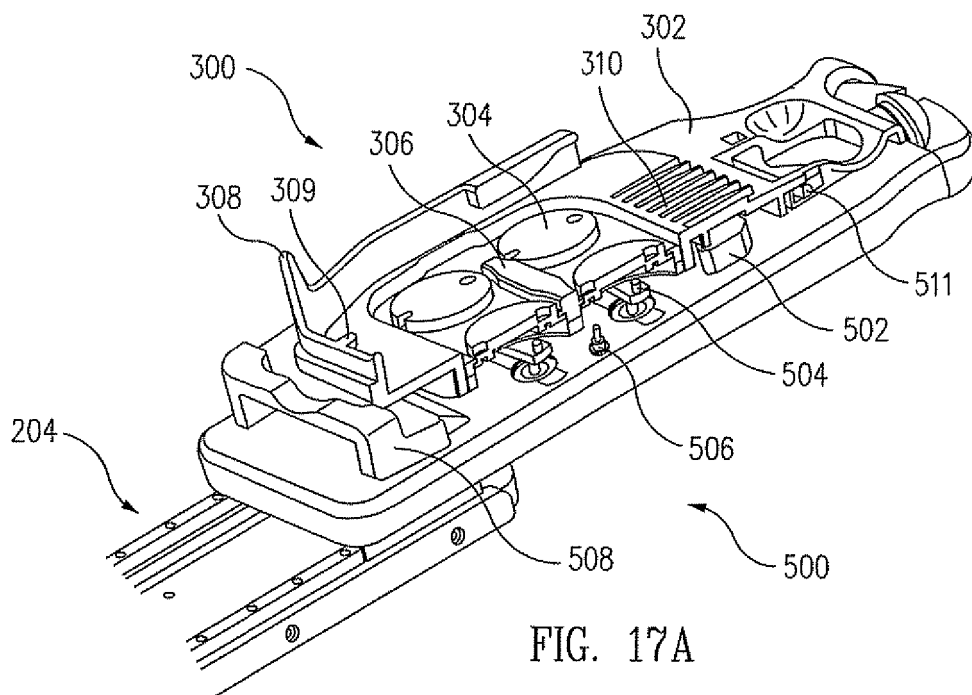


FIG. 17A

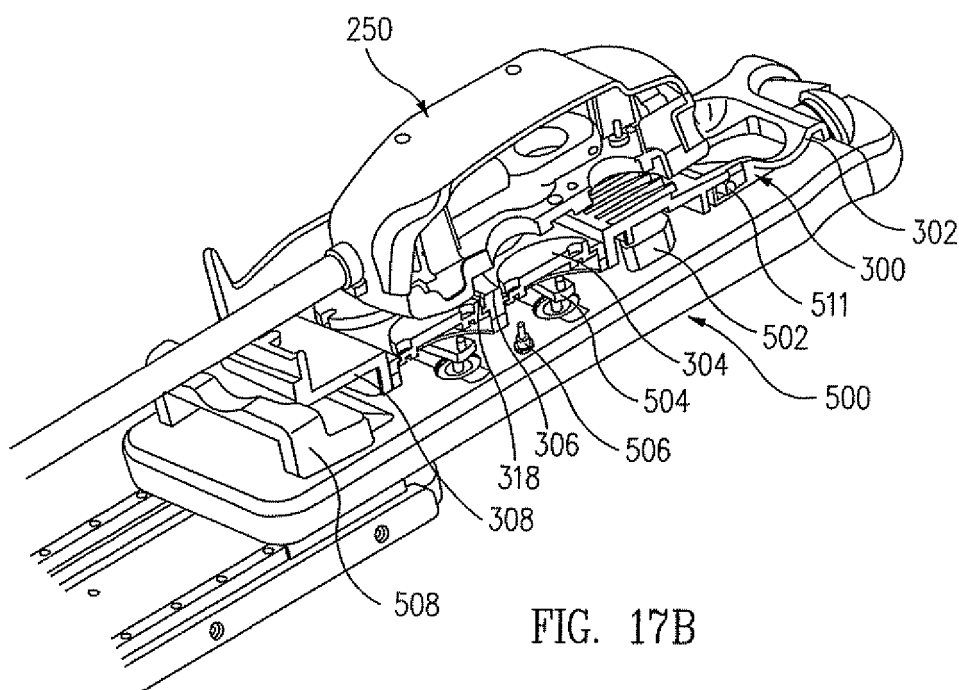


FIG. 17B

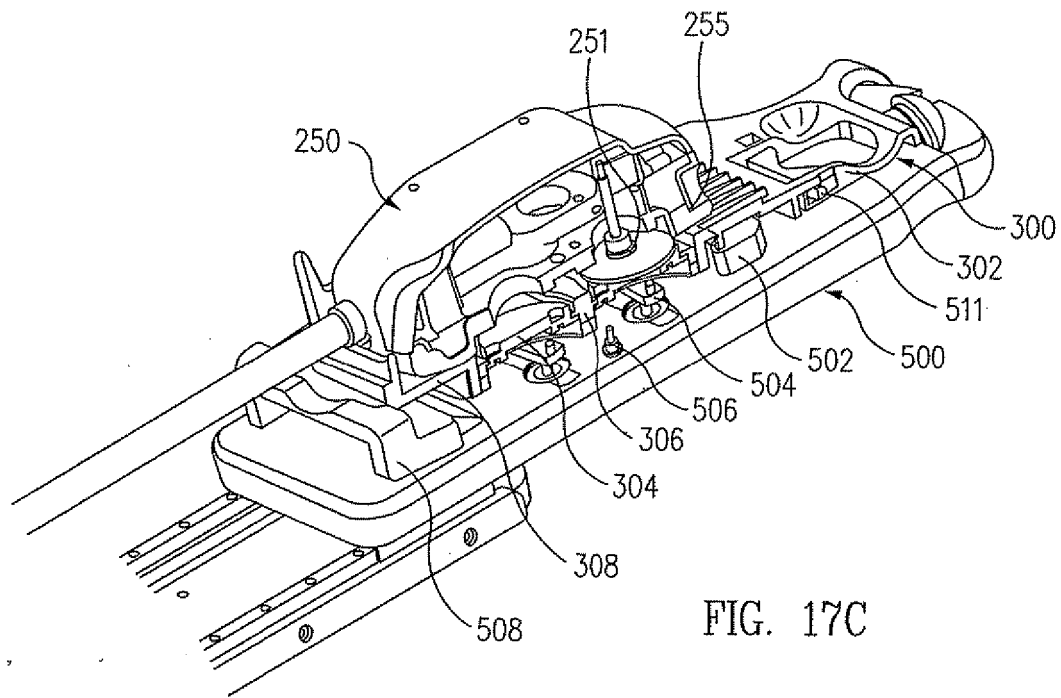


FIG. 17C

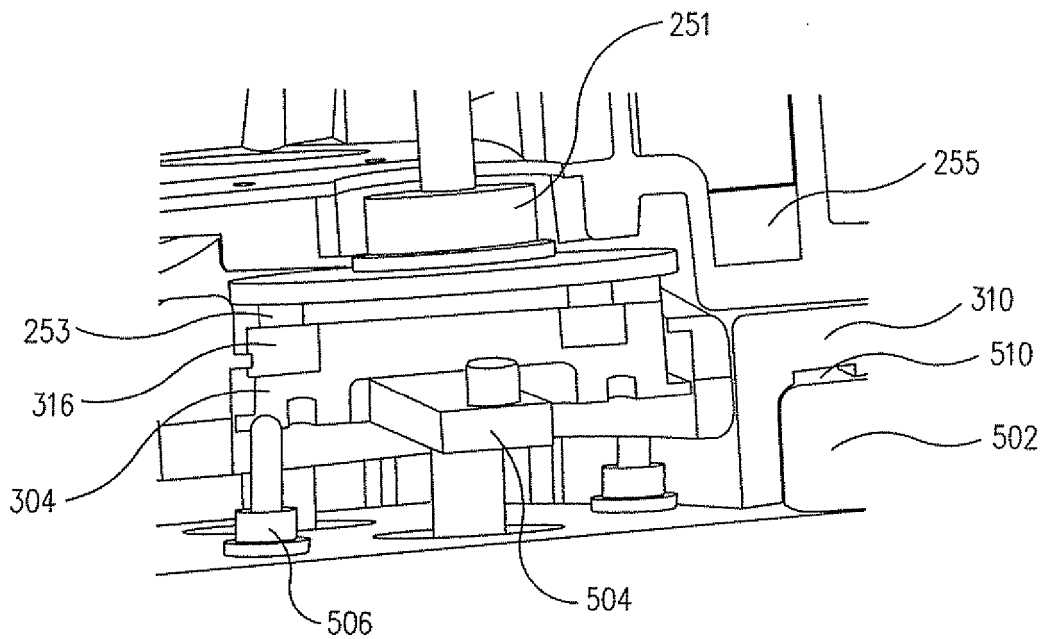


FIG. 17D

28/28

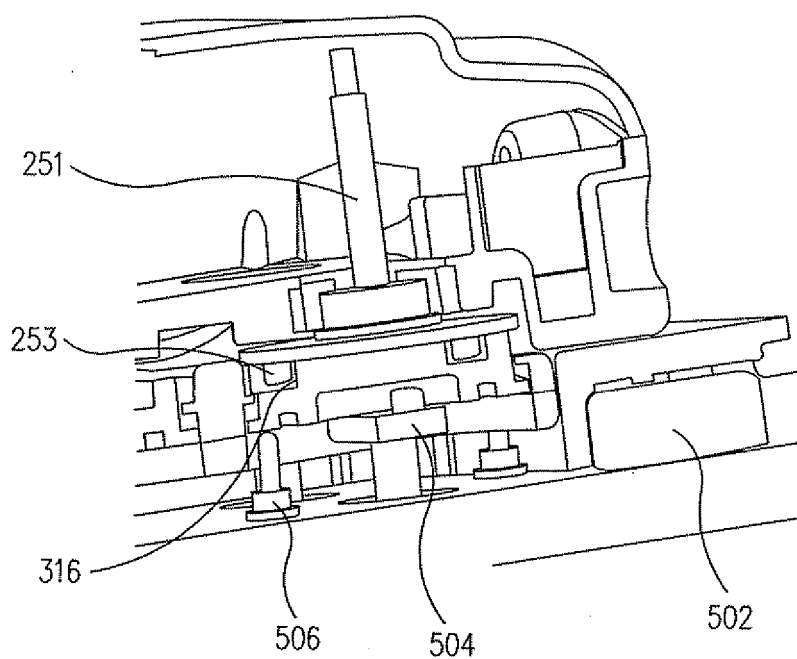


FIG. 17E

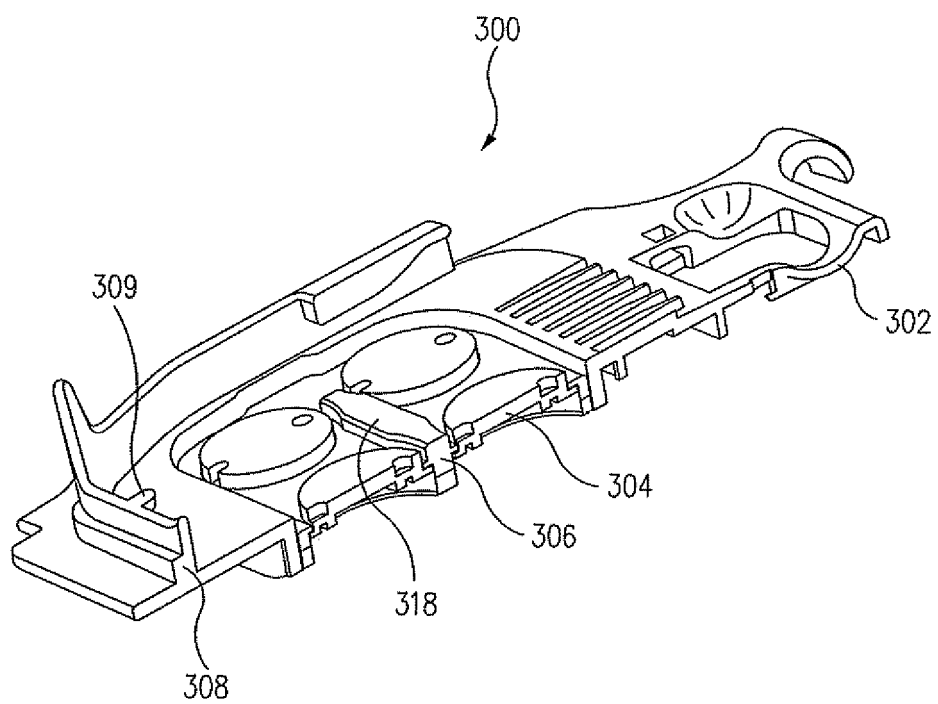


FIG. 17F