

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6106169号  
(P6106169)

(45) 発行日 平成29年3月29日(2017.3.29)

(24) 登録日 平成29年3月10日(2017.3.10)

(51) Int.Cl.

A61B 34/30 (2016.01)  
B25J 9/08 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 34/30  
B 2 5 J 9/08

請求項の数 17 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2014-520280 (P2014-520280)  
 (86) (22) 出願日 平成24年7月11日 (2012.7.11)  
 (65) 公表番号 特表2014-531219 (P2014-531219A)  
 (43) 公表日 平成26年11月27日 (2014.11.27)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2012/046274  
 (87) 國際公開番号 WO2013/009887  
 (87) 國際公開日 平成25年1月17日 (2013.1.17)  
 審査請求日 平成27年7月10日 (2015.7.10)  
 (31) 優先権主張番号 61/506,384  
 (32) 優先日 平成23年7月11日 (2011.7.11)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 508221224  
 ボード オブ リージェンツ オブ ザ  
 ユニバーシティ オブ ネブラスカ  
 アメリカ合衆国, ネブラスカ州 68588  
 3 - O 7 4 5, リンカーン, ホールドレッジ  
 ストリート 3835, ヴァーナー  
 ホール  
 (74) 代理人 100105957  
 弁理士 恩田 誠  
 (74) 代理人 100068755  
 弁理士 恩田 博宣  
 (74) 代理人 100142907  
 弁理士 本田 淳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】手術ロボットシステム

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

手術ロボットシステムであつて、

a . 支持ビームと、  
 b . 单一の穴を通して患者内に完全に位置決めされる大きさのロボットデバイスであつて、

i . 第1本体部品、  
 i i . 第1回転ショルダー部品、  
 i i i . 前記第1回転ショルダー部品により前記第1本体部品に作動可能に接続された第1可動セグメント化ロボットアームであつて、

10

A . 上部第1アーム連結部、

B . 下部第1アーム連結部、

C . 第1操作部品、及び

D . 少なくとも1つの第1アームモータ

を含む第1可動セグメント化ロボットアーム、

i v . 第2本体部品、

v . 第2回転ショルダー部品、及び

v i . 前記第2回転ショルダー部品により前記第2本体部品に作動可能に接続された第2可動セグメント化ロボットアームであつて、

A . 上部第2アーム連結部、

20

B . 下部第 2 アーム連結部、  
C . 第 2 操作部品、及び  
D . 少なくとも 1 つの第 2 アームモータ  
を含む第 2 可動セグメント化ロボットアーム  
を備えるロボットデバイスと、  
c . 前記第 1 本体部品と接続するための、第 1 接続部品を更に備える第 1 支持ロッドと  
、  
d . 前記第 2 本体部品と接続するための、第 2 接続部品を更に備える第 2 支持ロッドと  
を備え、前記第 1 及び第 2 接続部品が、前記患者の体腔内で前記第 1 及び第 2 本体部品と  
作動可能に結合され、前記第 1 及び第 2 支持ロッドが、前記患者の外部に伸長する前記支  
持ビームと結合されており、

前記ロボットデバイス、前記第 1 支持ロッド、前記第 2 支持ロッド及び前記支持ビーム  
が、前記単一の穴を通して患者の体腔内で組み立てられるように構成されているシステム  
。

【請求項 2】

前記ロボットデバイスは、物理的に分離されることにより前記単一の穴から挿入されるよ  
うに構成されている、請求項 1 に記載の手術ロボットシステム。

【請求項 3】

患者の体腔壁を横切って配置され、前記支持ビーム及び前記第 1 及び第 2 支持ロッドが貫  
通する流体密封ポートを更に備える、請求項 1 に記載の手術ロボットシステム。

【請求項 4】

前記第 1 操作部品が、把持部品、焼灼部品、縫合部品、撮影部品、操作アーム部品、セン  
サ部品、及び照明部品からなる群から選択される、請求項 1 に記載の手術ロボットシステム。

【請求項 5】

前記第 2 操作部品が、把持部品、焼灼部品、縫合部品、撮影部品、操作アーム部品、セン  
サ部品、及び照明部品からなる群から選択される、請求項 1 に記載の手術ロボットシステム。

【請求項 6】

前記少なくとも 1 つの第 1 アームモータが、前記第 1 回転ショルダー部品、前記第 1 可動  
セグメント化ロボットアーム、及び前記第 1 操作部品の少なくとも 1 つを操作し、回転させ、又は移動させるように構成されている、請求項 1 に記載の手術ロボットシステム。

【請求項 7】

前記少なくとも 1 つの第 2 アームモータが、前記第 2 回転ショルダー部品、前記第 2 可動  
セグメント化ロボットアーム、及び前記第 2 操作部品の少なくとも 1 つを操作し、回転させ、又は移動させるように構成されている、請求項 1 に記載の手術ロボットシステム。

【請求項 8】

前記第 1 及び第 2 操作部品が、前記第 1 及び第 2 可動セグメント化ロボットアームに対して回転する、請求項 1 に記載の手術ロボットシステム。

【請求項 9】

前記第 1 及び第 2 可動セグメント化ロボットアームが関節運動可能である、請求項 1 に記  
載の手術ロボットシステム。

【請求項 10】

前記患者の腔の外側に位置決めされるように構成された外部コントローラを更に備え、前  
記外部コントローラが、接続部品を介して前記第 1 及び第 2 本体部品の少なくとも一方に  
作動可能に接続されている、請求項 1 に記載の手術ロボットシステム。

【請求項 11】

ピン、ロッド、支柱、アイアンインターナン (iron intern)、関節部、及び脚  
部からなる群から選択される前記第 1 及び第 2 支持ロッドの少なくとも 1 つに取付けられ  
た 1 つ又は複数の外部支持部品を更に備える、請求項 1 に記載の手術ロボットシステム。

10

20

30

40

50

## 【請求項 1 2】

手術ロボットシステムであって、

- a . 患者内に完全に位置決めされる大きさのロボットデバイスであって、
  - i . 第 1 ベースユニット、
  - i i . 第 1 回転ショルダー部品、
  - i i i . 前記第 1 回転ショルダー部品により前記第 1 ベースユニットに作動可能に接続された第 1 可動セグメント化ロボットアームであって、

A . 上部第 1 アーム連結部、

B . 下部第 1 アーム連結部、及び

C . 少なくとも 1 つの第 1 アームモータ

10

を含む第 1 可動セグメント化ロボットアーム、

- i v . 前記第 1 可動セグメント化ロボットアームに作動可能に接続された第 1 操作部品、

v . 第 2 ベースユニット、

v i . 第 2 回転ショルダー部品、

- v i i . 前記第 2 回転ショルダー部品により前記第 2 ベースユニットに作動可能に接続された第 2 可動セグメント化ロボットアームであって、

A . 上部第 2 アーム連結部、

B . 下部第 2 アーム連結部、及び

C . 少なくとも 1 つの第 2 アームモータ

20

を含む第 2 可動セグメント化ロボットアーム、

- v i i i . 前記第 2 可動セグメント化ロボットアームに作動可能に接続された第 2 操作部品、及び

i x . 前記ロボットデバイス内に収容された少なくとも 1 つのアクチュエータ

を備えるロボットデバイスと、

b . 管腔を備える支持ビームと、

c . 患者の体腔壁を横切って配置され、前記支持ビームが貫通する流体密封ポートと、

- d . 前記患者の外部に伸長する前記支持ビームに結合された少なくとも 1 つの支持ロッドと、

- e . 前記支持ビームの管腔を通して配置された少なくとも 1 つの接続部品であって、前記第 1 及び第 2 ベースユニットの少なくとも一方に作動可能に結合された遠位端部を有する接続部品と

30

を備え、前記ロボットデバイスは単一の穴を通して患者の体腔内で組み立てられるように構成されている、システム。

## 【請求項 1 3】

前記アクチュエータが、前記第 1 回転ショルダー部品、前記第 2 回転ショルダー部品、前記第 1 可動セグメント化ロボットアーム、前記第 2 可動セグメント化ロボットアーム、前記第 1 操作部品、及び前記第 2 操作部品の少なくとも 1 つを操作し、回転させ、又は移動させることができる、請求項 1 2 に記載の手術ロボットシステム。

## 【請求項 1 4】

40

前記少なくとも 1 つのアクチュエータが、前記第 1 ベースユニット、前記第 2 ベースユニット、前記第 1 回転ショルダー部品、前記第 2 回転ショルダー部品、前記第 1 可動セグメント化ロボットアーム、前記第 2 可動セグメント化ロボットアーム、前記第 1 操作部品、前記第 2 操作部品、及び前記支持ビームからなる群内に収容される、請求項 1 3 に記載の手術ロボットシステム。

## 【請求項 1 5】

前記第 1 及び第 2 操作部品が、把持部品、焼灼部品、縫合部品、撮影部品、操作アーム部品、センサ部品、及び照明部品からなる群から選択される、請求項 1 2 に記載の手術ロボットシステム。

## 【請求項 1 6】

50

前記第1及び第2可動セグメント化ロボットアームが関節運動可能である、請求項1\_2に記載の手術ロボットシステム。

【請求項1\_7】

前記患者の腔の外側に位置決めされるように構成されている外部コントローラを更に備え、前記外部コントローラが、接続部品を介して前記第1及び第2ベースユニットの少なくとも一方に作動可能に結合されている、請求項1\_2に記載の手術ロボットシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書に開示されている実施形態は、ロボット式及び/又は生体内医療用デバイス並びに関連部品を含む種々の医療用デバイス及び関連部品に関する。ある実施形態には、体腔内に配置され、穴又は開口部から体腔に配置される支持部品を使用して位置決めされるロボットデバイスを含む種々のロボット医療用デバイスが含まれる。更なる実施形態は、上記デバイスを操作する方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

侵襲性外科手術は、種々の医学的状態に対応するために不可欠なものである。可能であれば、腹腔鏡手術等の低侵襲手術が好ましい。

しかしながら、腹腔鏡手術等の既知の低侵襲性技術は、部分的には、1) アクセスポートから挿入された柔軟性のないツールが使用されるため運動性が制限されること、及び2) 目視によるフィードバックが制限されることにより、適用範囲及び複雑性の点で制限がある。また、da Vinci (登録商標) 手術システム (カリフォルニア州サンノゼにあるIntuitive Surgical, Inc. 社から入手可能) 等の既知のロボットシステムは、アクセスポートの制限を受けており、非常に大型であり、非常に高価であり、ほとんどの病院で導入されておらず、知覚及び運動性能も制限されているという欠点を備えている。

20

【0003】

当技術分野では、手術方法、手術システム、及び手術デバイスの向上が求められている。

【発明の概要】

30

【0004】

本発明の一態様によれば、手術ロボットシステムであって、

a. 支持ビームと、

b. 単一の穴を通して患者内に完全に位置決めされる大きさのロボットデバイスであつて、

i. 第1本体部品、

ii. 第1回転ショルダー部品、

iii. 前記第1回転ショルダー部品により前記第1本体部品に作動可能に接続された第1可動セグメント化ロボットアームであって、

A. 上部第1アーム連結部、

B. 下部第1アーム連結部、

C. 第1操作部品、及び

D. 少なくとも1つの第1アームモータ

を含む第1可動セグメント化ロボットアーム、

i. 第2本体部品、

v. 第2回転ショルダー部品、

vii. 前記第2回転ショルダー部品により前記第2本体部品に作動可能に接続された第2可動セグメント化ロボットアームであって、

A. 上部第2アーム連結部、

B. 下部第2アーム連結部、

40

50

C. 第2操作部品、及びD. 少なくとも1つの第2アームモータを含む第2可動セグメント化ロボットアームを備えるロボットデバイスと、c. 前記第1本体部品と接続するための、第1接続部品を更に備える第1支持ロッドとd. 前記第2本体部品と接続するための、第2接続部品を更に備える第2支持ロッドと  
を備え、前記第1及び第2接続部品が、前記患者の体腔内で前記第1及び第2本体部品と  
作動可能に結合され、前記第1及び第2支持ロッドが、前記患者の外部に伸長する前記支  
持ビームと結合されており、

10

前記ロボットデバイス、前記第1支持ロッド、前記第2支持ロッド及び前記支持ビーム  
が、前記単一の穴を通して患者の体腔内で組み立てられるように構成されているシステム  
が提供される。本発明の別の態様によれば、手術ロボットシステムであって、a. 患者内に完全に位置決めされる大きさのロボットデバイスであって、i. 第1ベースユニット、i i. 第1回転ショルダー部品、i i i. 前記第1回転ショルダー部品により前記第1ベースユニットに作動可能に接  
続された第1可動セグメント化ロボットアームであって、A. 上部第1アーム連結部、B. 下部第1アーム連結部、及びC. 少なくとも1つの第1アームモータを含む第1可動セグメント化ロボットアーム、i v. 前記第1可動セグメント化ロボットアームに作動可能に接続された第1操作部  
品、v. 第2ベースユニット、v i. 第2回転ショルダー部品、v i i. 前記第2回転ショルダー部品により前記第2ベースユニットに作動可能に接  
続された第2可動セグメント化ロボットアームであって、A. 上部第2アーム連結部、B. 下部第2アーム連結部、及びC. 少なくとも1つの第2アームモータを含む第2可動セグメント化ロボットアーム、v i i i. 前記第2可動セグメント化ロボットアームに作動可能に接続された第2操  
作部品、及びi x. 前記ロボットデバイス内に収容された少なくとも1つのアクチュエータを備えるロボットデバイスと、b. 管腔を備える支持ビームと、c. 患者の体腔壁を横切って配置され、前記支持ビームが貫通する流体密封ポートと、d. 前記患者の外部に伸長する前記支持ビームに結合された少なくとも1つの支持ロッ  
ドと、e. 前記支持ビームの管腔を通して配置された少なくとも1つの接続部品であって、前  
記第1及び第2ベースユニットの少なくとも一方に作動可能に結合された遠位端部を有す  
る接続部品とを備え、前記ロボットデバイスは単一の穴を通して患者の体腔内で組み立てられるように  
構成されている、システムが提供される。【図面の簡単な説明】【0005】【図1】体内で使用するロボットデバイスを含むシステムを示すダイアグラムである。【図2A】別の実施形態による、体腔内のモジュール式医療用デバイスの透視図である。

20

30

40

50

【図2B】異なる配置における図2Aのモジュール式デバイスの透視図である。

【図2C】図2Aのデバイスの一部の拡大透視図である。

【図2D】図1Aのデバイスを支持するために使用されるアイアンインターナン(iron internal)の図である。

【図2E】図2Aのデバイスを支持する図2Dのアイアンインターナンの一部の拡大透視図である。

【図3A】別の実施形態によるモジュール式医療用デバイスの透視図である。

【図3B】図3Aのデバイスの一部の拡大切取図である。

【図3C】図3Aのデバイスの一部の拡大切取図である。

【図3D】図3Aのデバイスの一部の拡大切取図である。

10

【図3E】図3Aのデバイスの一部の拡大切取図である。

【図3F】図3Aのデバイスの一部の拡大切取図である。

【図3G】図3Aのデバイスの一部の切取透視図である。

【図3H】図3Aのデバイスの一部の切取透視図である。

【図3I】図3Aのデバイスの一部の拡大切取図である。

【図3J】図3Aのデバイスの一部の拡大切取図である。

【図3K】図3Aのデバイスの一部の拡大切取図である。

【図4A】別の実施形態によるモジュール式医療用デバイスの透視図である。

【図4B】図4Aのデバイスの一部の拡大切取図である。

【図4C】図4Aのデバイスの一部の拡大切取図である。

20

【図4D】図4Aのデバイスの一部の拡大切取図である。

【図4E】図4Aのデバイスの一部の透視図である。

【図4F】別の実施形態によるモジュール式医療用デバイスの透視図である。

【図4G】別の実施形態によるモジュール式医療用デバイスの拡大図である。

【図5A】別の実施形態による、モジュール式医療用デバイスの透視図である。

【図5B】図5Aのデバイスの一部の拡大切取正面図である。

【図5C】図5Aのデバイスの一部の拡大切取正面図である。

【図5D】図5Aのデバイスの一部の切取上面図である。

【図5E】図5Aのデバイスの一部の拡大透視図である。

【図5F】図5Aのデバイスの一部の拡大切取正面図である。

30

【図5G】図5Aのデバイスの一部の拡大切取側面図である。

【図5H】図5Aのデバイスの一部の拡大切取上面図である。

【図5I】図5Aのデバイスの一部の拡大切取側面図である。

【図5J】図5Aのデバイスの一部の拡大切取側面図である。

【図5K】図5Aのデバイスの一部の底部拡大等角投影図である。

【図5L】図5Aのデバイスの一部の拡大切取図である。

【図5M】図5Aのデバイスの一部の拡大透視図である。

【図5N】図5Aのデバイスの一部の拡大切取側面図である。

【図5O】図5Aのデバイスの一部の拡大内部等角投影図である。

【図5P】図5Aのデバイスの一部の拡大内部等角投影図である。

40

【図5Q】図5Aのデバイスの一部の拡大内部等角投影図である。

【図5R】ある配置における図5Aのデバイスの一部の等角投影図である。

【図5S】別の配置における図5Aのデバイスの一部の等角投影図である。

【発明を実施するための形態】

【0006】

本明細書に開示されている種々のシステム及びデバイスは、医療処置及び医療用システムに使用されるデバイスに関する。より詳しくは、種々の実施形態は、ロボットデバイス並びに関連する方法及びシステムを含む種々の医療用デバイスに関する。

【0007】

本明細書に開示されているロボットデバイス並びに関連する方法及びシステムの種々の

50

実施形態は、任意の他の既知の医療用デバイス、医療用システム、及び医学的方法に組み込むことができるか、又はそれらと共に使用できることが理解される。

【0008】

例えば、本明細書に開示されている種々の実施形態は、以下の文献に開示されている医療用デバイス及び医療用システムのいずれかに組み込むことができるか又は共に使用することができる：同時係属の米国特許出願第12/192,779号（2008年8月15日に出願、名称「Modular and Cooperative Medical Devices and Related Systems and Methods」）、第11/932,441号（2007年10月31日に出願、名称「Robot for Surgical Applications」）、第11/695,944号（2007年4月3日に出願、名称「Robot for Surgical Applications」）、第11/947,097号（2007年11月27日に出願、名称「Robotic Devices with Agent Delivery Components and Related Methods」）第11/932,516号（2007年10月31日に出願、名称「Robot for Surgical Applications」）、第11/766,683号（2007年6月21日に出願、名称「Magnetically Coupleable Robotic Devices and Related Methods」）、第11/766,720号（2007年6月21日に出願、名称「Magnetically Coupleable Surgical Robotic Devices and Related Methods」）、第11/966,741号（2007年12月28日に出願、名称「Methods, Systems, and Devices for Surgical Visualization and Device Manipulation」）、第12/171,413号（2008年7月11日に出願、「Methods and Systems of Actuation in Robotic Devices」）、第60/956,032号（2007年8月15日に出願）、第60/983,445号（2007年10月29日に出願）、60/990,062号（2007年11月26日に出願）、第60/990,076号（2007年11月26日に出願）、第60/990,086号（2007年11月26日に出願）、60/990,106号（2007年11月26日に出願）、第60/990,470号（2007年11月27日に出願）、第61/025,346号（2008年2月1日に出願）、第61/030,588号（2008年2月22日に出願）、第61/030,617号（2008年2月22日に出願）、米国特許第8,179,073号（2011年5月15日に交付、名称「Robotic Devices with Agent Delivery Components and Related Methods」）、第12/324,364号（11/26/08に出願、米国特許出願公開第2009/0171373号、名称「Multifunctional Operational Component for Robotic Devices」）、第13/493,725号（6/11/2012に出願、名称「Methods, Systems, and Devices Relating to Surgical End Effectors」）。これにより、これらの文献は全て、参照によりその全体が本明細書に組み入れられる。

【0009】

上記に列挙した出願に開示されているあるデバイス及びシステム実施形態は、本明細書に開示されているものと類似の支持部品と組み合わせて、患者の体腔内に位置決めすることができる。「生体内デバイス」は、本明細書で使用される場合、患者の体腔内に位置決めされている間、少なくとも部分的に使用者により位置決め、操作、又は制御することができるあらゆるデバイスを意味する。それらには、ロッド等の支持部品又は体腔の開口部又は穴から配置される他のそのような部品に結合されているあらゆるデバイスが含まれ、また、実質的に患者の体腔壁面に対して又は隣接して位置決めされているあらゆるデバイスが含まれ、内部的に作動する（原動力の外部供給源を有していない）あらゆるデバイス

が更に含まれ、更に外科手術中に腹腔鏡的又は内視鏡的に使用することができるあらゆるデバイスが含まれる。本明細書で使用される場合、用語「ロボット」及び「ロボットデバイス」は、自動で又は命令に応じてのいずれかで、タスクを実施することができるあらゆるデバイスを指すものとする。

#### 【0010】

ある実施形態では、本発明は、腔への十分な送気を維持しつつ、腔内に挿入される。更なる実施形態では、外科医又は外科的使用者が、挿入プロセス中に本発明と物理的に接触することが最小限に抑えられる。他の実施形態では、患者及び本発明の挿入プロセスの安全性が高められる。例えば、幾つかの実施形態では、システム／デバイスと患者との接触で損傷が生じないことを保証するために、患者の腔に挿入されるところの本発明が視覚化される。加えて、ある実施形態では、切開サイズ／長さを最小限に抑えることができる。更なる実施形態では、アクセス／挿入手順の複雑さ及び／又は手順に必要なステップが低減される。他の実施形態では、最小限の外形を有するか、最小限のサイズを有するか、又は取り扱い及び使用の容易さを高めるために機能及び外観が一般的に最小限であるデバイスに関する。

10

#### 【0011】

本明細書に開示されているある実施形態は、様々な構成に組み立てることができる「組み合わせ式」又は「モジュール式」の医療用デバイスに関する。本出願の目的では、「組み合わせ式デバイス」及び「モジュール式デバイス」は両方とも、様々な異なる構成で用意することができるモジュール式又は交換可能な部品を有するあらゆる医療用デバイスを意味するものとする。また、本明細書に開示されているモジュール式部品及び組み合わせ式デバイスには、セグメント化された三角形又は四角形の組み合わせ式デバイスが含まれる。これらデバイスは、三角形又は四角形の構成を形成するために接続されるモジュール式部品（本明細書では「セグメント」とも呼ばれる）で構成されており、てこの作用及び／又は使用中の安定性を提供することができ、より大型の部品又はより多くの操作部品に使用することができるかなりのペイロード空間をデバイス内に提供することもできる。上記で開示及び考察されている種々の組み合わせデバイスと同様に、1つの実施形態によると、これら三角形又は四角形のデバイスは、上記で開示及び考察されているデバイスと同じ様式で、患者の体腔内部に位置決めすることができる。

20

#### 【0012】

30

図1には、患者の膨張した腹膜腔14内に配置されたロボット手術デバイス12を含む例示的システム10が示されている。図1のシステム10を含む、本明細書に開示されている種々のデバイス及びシステム実施形態は、組織生検、組織解剖、又は組織回収を含むがこれらに限定されない様々な外科手術及びタスクに使用できることができることが理解される。例えば、1つの実施形態による図1に示されているように、デバイス12は、腹膜腔14の組織を解剖するために使用することができる。このシステム10実施形態では、使用者（例えば外科医等）は、ユーザインタフェース16を操作して、デバイス12を制御する。インタフェース16は、ケーブル18、又はインタフェース16とデバイス12との電子的及び／又は電気的通信のやり取りを提供する他のタイプの物理的接続により、デバイス12に作動可能に結合されている。或いは、インタフェース16は、無線によりデバイス12に作動可能に結合されていてもよい。本明細書に開示されているデバイス実施形態は、上記又は本明細書中の他所にて参照により組み込まれている種々の特許出願に開示されているシステムのうちの任意のものを含む他の既知のシステムと共に使用することもできることが理解される。

40

#### 【0013】

図2A～2Cには、1つの実施形態により患者の体腔62内に位置決めされたロボット医療用デバイス50が示されている。1つの実施形態によると、デバイス50は、生体内デバイス50である。図示されているこのデバイス実施形態50は、2つの部品52A、52Bを有する本体52を含み、この実施形態では、2つの部品52A、52Bは、円柱状部品52A、52Bである。図2Cに示されている実施形態では、2つの部品52A、

50

52Bは、互いに直接結合されていない。或いは、2つの部品52A、52Bは、互いに結合されていてもよい。更なる代替形態では、本体52（及び本明細書に開示されているあらゆるデバイス実施形態のあらゆる本体）は、単一の部品であってもよく、更に、上記又は本明細書の他所にて参照により組み込まれている種々の特許出願に開示されているデバイス本体実施形態のいずれであってもよい。

【0014】

本体52は、2つのアーム54、56に結合されている。図示されている実施形態では、本体部品52Aは、アーム54に結合されており、本体部品52Bは、アーム56に結合されている。加えて、本体52は、支持部品58にも結合されている。この実施形態では、図2A及び2Bに最もよく示されているように、支持部品58は、2つの支持ロッド66A、66Bを覆って位置決めされるように構成されている。また、部品58は、第1本体部品52Aに結合された第1支持脚部60A、及び第2本体部品52Bに結合された第2支持脚部60Bを有する。或いは、支持部品58は、本体52に結合されている単一の一体型部品であってもよい。

10

【0015】

アーム54、56の各々は、本体部品52A、52Bに結合されている第1関節部54A、56A（各々、「肩関節部」と呼ばれる場合もある）を有する。第1関節部54A、56Aは各々、第2連結部54C、56Cに回転可能に結合されている第1連結部54B、56Bに結合されている。加えて、各アーム54、56は、第2連結部54C、56Cに結合されている操作部品54D、56Dも有する。操作部品54D、56D（及び本明細書に開示されている実施形態のいずれかの操作部品のいずれか）は、上記又は本明細書の他所にて参照により組み込まれている種々の特許出願に開示されている操作部品のうちの任意のものを含む、任意の既知の操作部品であってもよい。

20

【0016】

上記で言及したように、第1連結部54B、56Bは、肩関節部54A、56Aを介して本体52に結合されている。図示されているように、各肩関節部54A、56Aは、2つの回転軸を有する関節部である。例えば、関節部54Aは、本体52の縦軸に対応する軸AAの周りの矢印Aにより示されているように回転することができ、また、連結部54Bが、本体52の縦軸に対応する軸AAに垂直な軸BBの周りの矢印Bにより示されているように更に回転することができるように、第1連結部54Bに結合されている。関節部56Aは、同様の回転軸を有する。或いは、任意の既知の関節部を使用して、第1連結部54B、56Bを本体52に結合してもよい。

30

【0017】

1つの実施形態によると、操作部品54D、56Dは、操作部品54D、56Dの各々が回転できるように、第2連結部54C、56Cにそれぞれ結合されている。例えば、操作部品54Dは、部品54Dが取付けられている連結部54Cの縦軸に対応する軸CCの周りの矢印Cにより示されているように回転することができる。操作部品56Dは、同様の様式で回転することができる。加えて、操作部品54D、56Dの各々は、開構成及び閉構成等の少なくとも2つの構成間を移動するように作動させることもできる。或いは、操作部品54D、56Dは、操作部品が任意の既知の様式で移動又は作動することができるように、連結部54C、56Cに結合されていてもよい。

40

【0018】

1つの実施形態によると、操作部品54D、56Dは、部品54D、56Dが、他の／異なるタイプの処置を実施するように構成された他の部品と交換可能なように、第2連結部54C、56Cから取り外すこともできる。図2Cに示されている実施形態では、操作部品54D、56Dは両方とも、把持器具である。或いは、この部品のいずれか又は両方は、焼灼デバイス、縫合デバイス、把持デバイス、撮影デバイス、操作アームデバイス、センサデバイス、照明デバイス、又は外科手術に使用される任意の他の既知のタイプのデバイス又は部品であってもよい。

【0019】

50

この実施形態のデバイス 5 0 は、アーム 5 4、5 6 及び操作部品 5 4 D、5 6 D を動かすのに必要な原動力を提供するモータ（「アクチュエータ」とも呼ばれ、原動力の任意の既知の供給源を含むことが意図されている）を含むことが理解される。言い換えれば、モータは、患者の体外に位置するのではなく、デバイス 5 0 それ自体の内に（本体 5 2、アーム 5 4、5 6 のいずれかに、又は両方に）含まれている。

#### 【0020】

使用に当たって、図 2 A 及び 2 B に最もよく示されているように、デバイス 5 0 は、患者の体腔内部に位置決めされている。例えば、図 2 A 及び 2 B の模式図では、体腔は、腹膜腔 6 2 である。1つの実施形態によると、デバイス 5 0 は、デバイス 5 0 を別々のより小型の部品に物理的に分離させて、単一の穴からそれらの部品を挿入することにより、単一の穴から挿入することができる。1つの例では、デバイス 5 0 は、2つの「半分」に分離することができ、一方の部品は、第 1 アーム 5 4 に結合された第 1 本体部品 5 2 A で構成されており、他方の部品は、第 2 アーム 5 6 に結合された第 2 本体部品 5 2 B で構成されている。或いは、このデバイス 5 0 又は本明細書で企図されているあらゆるデバイスは、任意の 2 つ以上の分離可能な部品に分離することができる。図 2 C に示されている実施形態では、デバイス 5 0 を、まず上述のように 2 つの部品に分離し、その後 2 つの部品の各々を、穴から体腔内に連続的に挿入する。1つの実施形態によると、腔の空間の大きさに伴う制限のため、部品の各々は、そのような部品の各々を腔内に挿入できるようにする一連の種々の構成を形成することができる。すなわち、各部品は、部品を穴から腔内に挿入することを可能にする一連の構成を「段階的にとる」ことができる。

10

20

#### 【0021】

図 2 A 及び 2 B に最もよく示されている 1 つの実施形態によると、支持部品 5 8（支持ロッド 6 6 A、6 6 B を含む）は、デバイス 5 0 を、腔 6 2 内の所望の位置に維持するように構成されている。部品 5 8 は本体 5 2 に結合されており、本体 5 2 に結合された部品 5 8 の遠位部分が体腔 6 2 内に配置され、近位部分が患者の体外に配置され、デバイス 5 0 の安定性又は位置固定を提供するように外部部品 6 1 に取付けられるように、体腔壁 6 4 の穴又は任意の他の種類の開口部を通して配置される。

#### 【0022】

より詳しくは、2つの支持ロッド 6 6 A、6 6 B は、デバイス 5 0 に結合されている。つまり、第 1 支持ロッド 6 6 A は、第 1 本体部品 5 2 A に結合されており、第 2 支持ロッド 6 6 B は、第 2 本体部品 5 2 B に結合されている。或いは、本体 5 2 は、単一の部品であってもよく、両支持ロッド 6 6 A、6 6 B に結合されている。上記で考察されているように、この実施形態は、支持ロッド 6 6 A、6 6 B を覆うように配置されており（又はその代わりに、支持ロッド 6 6 A、6 6 B は、支持部品 5 8 内に配置されている）、本体 5 2 に対して位置決めされているか又は結合されている支持部品 5 8 も有する。図 2 E に最もよく示されているように、部品 5 8 は、管状部品 5 8 の長さにわたって配置されている 2 つの管腔 6 8 A、6 8 B を画定する。幾つかの実施形態では、アクセス管腔（非表示）は、部品 5 8 のほぼ中央又は中間部分を通って配置されており、2つのロッド管腔 6 8 A、6 8 B は、アクセス管腔のいずれかの側に配置されている。ロッド管腔 6 8 A、6 8 B は、部品 5 8 が、支持ロッド 6 6 A、6 6 B を覆い、デバイスの本体 5 2 に対して位置決めすることができるよう、支持ロッド 6 6 A、6 6 B を受容するように構成されている。アクセス管腔は、任意のツール又は内視鏡を受容し、そのアクセスを提供するように構成されており、ツール又は内視鏡は、アクセス管腔から体腔に挿入され、デバイス 5 0 と組み合わせて更なる機能性を提供することができる。

30

40

#### 【0023】

この実施形態では、図 2 A に示されているように、支持ロッド 6 6 A、6 6 B は、2つの取付部品 7 2 A、7 2 B を使用して、部品 5 8 内の適所に保持され（又は部品 5 8 は、支持ロッド 6 6 A、6 6 B を覆うように適所に保持され）、取付部品の各々は、支持ロッド 6 6 A、6 6 B の 1 つに取付けられるように構成されている。図 2 A に示されている特定の実施形態では、取付部品 7 2 A、7 2 B は、ねじ込みナットであり、支持部品 5 8 が

50

、2つの支持ロッド66A、66Bを覆うように配置された後、ねじ込みナット72Aは、支持ロッド66Aにねじ込み結合され、蝶ナット72Bは、支持ロッド66Bにねじ込み結合され、部品58を適所に保持する。或いは、取付部品72A、72Bは、部品58を適所に保持するための任意の既知の取付部品であってもよい。

#### 【0024】

図2D～2Eには、1つの実施形態による、患者の体腔62内に位置決めされているデバイス50を支持する外部部品61及びポート67が示されている。この実施形態によると、デバイス50は、支持部品58を支持するように脱着可能に取付けられたクランプ65を有する外部部品61を使用して、患者の体腔内の所望位置又は場所に維持される。使用に当たって、支持脚部60A、60B及び支持部品58は、脚部60A、60Bの遠位端部及び支持部品58の遠位端部が、体腔内に位置決めされ、脚部60A、60B及び支持部品58の近位端部が、患者の体外に配置されるように、体腔壁の開口部を通して配置される。外部部品61は、支持部品58の近位部分に結合可能である。この実施形態では、クランプ65は、支持部品58に結合され、支持部品58を、したがって脚部60A、60B及びデバイス50を所望の位置に保持する。或いは、外部部品61は、支持部品58及び支持脚部60A、60Bに脱着可能に結合又は取付けることが可能な任意の既知の取付部品を有することができる。

#### 【0025】

図2Dに最もよく示されているように、外部部品61はアイアンインターン(Auto mated Medical Products Corp.社)であってもよく、アイアンインターンはノブ61AAを使用して緩めたり固定したりすることができる関節部61Aにより接続された幾つかのセクションを含み、それによりアイアンインターンを種々の配向に位置決め可能である。外部部品61は、デバイスを支持するために、任意の標準的手術台63又は任意の他の適切な面のレール63Aに取付けることができる。

#### 【0026】

使用に当たって、図2Eに最もよく示されている1つの実施形態によると、デバイス50は、患者の体腔内に位置決めされており、支持脚部60A、60B及び支持部品58は、体腔壁64の穴又は開口部に位置決めされたポート67を通して位置決めされている。この実施形態では、ポート67は、患者体腔の膨張を可能にする流体密閉を依然として維持しつつ、脚部60A、60B及び支持部品58を配置することができるゲルポート67である。或いは、流体密閉を維持しつつ、脚部60A、60B及び支持部品58へのアクセスを提供する任意の既知のポートを使用することができる。図3A～3Lには、ロボット医療用デバイス100の別の実施形態が示されている。図示されているこのデバイス実施形態100は、2つの円柱状部品102A、102Bを有する本体102を含む。このデバイスは、本体102に結合されている2つのアーム106、108を有する。より詳しくは、第1アーム106は、第1円柱状部品102Aに回転可能に結合されており、第2アーム108は、第2円柱状部品102Bに回転可能に結合されている。第1アーム106は、第1部品102Aに結合されている第1連結部106A、第1連結部106Aに結合されている第2連結部106B、及び第2連結部106Bに結合されている第3連結部106Cを有する。同様に、第2アーム108は、第2部品102Bに結合されている第1連結部108A、第1連結部108Aに結合されている第2連結部108B、及び第2連結部108Bに結合されている第3連結部108Cを有する。第1アーム106は、第3連結部106Cに結合されている操作部品106Dを有し、第2アーム108は、第3連結部108Cに結合されている操作部品108Dを有する。加えて、本体102は、支持部品105にも結合されており、支持部品105は支持ロッド103A及び103Bに接続されている。

#### 【0027】

第1連結部106Aは、第1連結部が、第1部品102Aの縦軸と平行な軸の周りを回転することができるよう、第1部品102Aに結合されている。図3Bに最もよく示されているように、第1部品102Aは、第1関節部101Bのモータ101及び作動機構

10

20

30

40

50

101Aを収容するモータ筐体102Cを含む。この実施形態では、作動機構101Aは、モータ101の出力シャフト101Cに強固に結合されている平歯車101Dを含む。モータ出力シャフト101Cが回転すると共に、平歯車101Dは、107A及び107の空洞の両方に取付けられたフラット107Bを介して回転シャフト107Aと共に半径方向に拘束されている平歯車107を回転させる。107Aは、2つのフランジ付き玉軸受107C及び107Dで支持されている。フランジ付き玉軸受107Dは、筐体102Cの下部キャップ102Dに設置されている。回転シャフト107Aは、例えばボルトを使用して取付具110により第1連結部106Aに取付けられている。同様に、第1連結部108Aは、第1連結部が、第2部品102Bの縦軸と平行な軸の周りを回転することができるよう、第2部品102Bに結合されている。

10

#### 【0028】

第2連結部106Bは、第2連結部106Bが、第1連結部106Aの縦軸と平行な軸の周りを回転することができるよう、第1連結部106Aに結合されている。図3Cに最もよく示されているように、第1連結部106Aは、取付具110を備えるモータ筐体半分109を含む。第2モータ筐体半分(非表示)は、モータ筐体半分109と同様に構成されており、例えばボルトを使用して取付具110によりモータ筐体半分109に取付けられ、第1連結部106Aのモータ筐体完全体を形成する。第1連結部106Aと第2連結部106Bとの間の関節部は、モータ筐体内部に位置するモータ112により作動する。エンコーダ113は、位置情報をモータ112のインターフェース(非表示)に提供する。遊星ギヤヘッド111は、モータ112及び遊星ギヤヘッド111との嵌合螺合によりモータ112に取付けられている。ギヤヘッド111は、モータ組立体の回転及び平行移動を防止するために、エポキシを使用することによりギヤ筐体122に強固に結合されている。平歯車123は、ギヤヘッド111の出力シャフト111Aに強固に結合されている。平歯車123がモータ112により回転すると共に、シャフト116に強固に結合されている平歯車115にトルクが伝達される。シャフト116は、玉軸受117及び118により支持され、ギヤ筐体122に収容され、第2連結部106Bに取付けられている。ボタンソケットキャップボルト119は、シャフト116にねじ込まれており、シャフト116の横方向の移動を防止する。第2連結部108Bは、同様に構成されており、第1連結部108Aに結合されている。

20

#### 【0029】

第2連結部106Bは、第1連結部106Aの縦軸と平行な軸の周りを回転することに加えて、第1連結部106Aの縦軸と垂直な軸の周りを回転することができるよう構成されている。図3D及び3Eに最もよく示されているように、第2連結部106Bは、鏡像的に配置されたモータ130A及び130B、並びに関連ギヤ及びシャフトを備える。モータ130A並びにその関連ギヤ及びシャフトは、第1連結部106Aの縦軸と垂直な軸で第2連結部106Bを回転させるように構成されている。第1連結部106Aからのシャフト116は、第2連結部106Bの回転シャフト133Aを挿入及び取付ける空洞を含む。回転シャフト133A及びシャフト116の空洞は、回転シャフト133Aの回転がシャフト116に対して固定されるように拘束されている。玉軸受136A及び137Aは、モータ筐体134に収容されており、回転シャフト133Aを支持する。平歯車131Aは、シャフト133Aに強固に結合されており、ボルト138Aは、回転シャフト133Aを軸方向に拘束する。モータ130Aが作動すると、回転シャフト133Aが回転して、モータ130Aの出力シャフト135Aに強固に結合されている平歯車132Aを回転させる。モータ130Aは、例えば、筐体134に貫入するボルトを使用して、筐体134に対して拘束されている。ギヤカバー139Aは、作動中のギヤを覆って、外部の物体が、作動中のギヤ131A、132Aと接触するのを防止する。

40

#### 【0030】

第3連結部106Cは、第3連結部が、第2連結部106Bの縦軸と垂直な軸の周りを回転することができるよう、第2連結部106Bに結合されている。モータ130B並びにその関連ギヤ及びシャフトは、第2連結部106Bの縦軸と垂直な軸で、第3連結部

50

106Cに取付けられている回転シャフト140を回転させるように構成されている。図3Eに最もよく示されているように、モータ130Bは、モータ130A並びにその関連ギヤ及びシャフトと同様の様式で、その関連ギヤ及びシャフトを作動させるように構成されている。

【0031】

図3Aに示されている実施形態によると、操作部品106Dは焼灼器ツールを有し、操作部品108Dは把持器具を有する。この実施形態では、操作部品106D、108Dの各々は、部品106D、108Dの各々の縦軸と平行な軸の周りを回転可能に構成されている。図3F及び3Gに最もよく示されているように、操作部品106Dは、焼灼器筐体158及び焼灼器部品157を備える焼灼器ツールである。焼灼器筐体158及び焼灼器ツール157は、第3連結部106Cに収容されている平歯車153筐体に回転可能に結合されている焼灼器部品回転ギヤ159に取付けられている。平歯車153は、モータ154に結合されているギヤヘッド156を介してモータ154により作動する。モータ154及びギヤヘッド156の作動は、平歯車153の回転を引き起こし、したがって焼灼器回転ギヤ159、焼灼器筐体158、及び焼灼器部品157の回転を引き起こす。エンコーダ155は、位置情報をモータ154のインターフェース(非表示)に提供する。焼灼器筐体158は、焼灼器回転ギヤ159の近位にある2つの軸受要素161、169に更に結合されており、これらはモータ筐体152を支持し、その回転摩擦を低減する。モータ筐体152は、第3連結部上部筐体150及び第3連結部下部筐体151に取付けられることにより更に支持されている。焼灼器筐体158及び近位軸受169は、焼灼器筐体158の平行移動を制限し、焼灼器シャフト回転中の摩擦低減を支援する2つの軸受要素161、169に前負荷(つまり、ナット締めの結果としてのクランプ力)を提供する焼灼器シャフトナット160に更に結合されている。ワッシャー162は、前負荷ナット160及び焼灼器回転ギヤ159が、玉軸受161、169と接触することを防止する。

【0032】

図3H～3Kに最もよく示されているように、操作部品108Dは、把持器具筐体171、把持器具駆動ピン172、及び把持器具かみ合い部182A、182Bを備える把持器具ツールである。図3Iに最もよく示されているように、把持器具筐体171は、第3連結部108C内の平歯車163と回転可能に結合されている平歯車163Aに取付けられており、回転に関して拘束されている。回転モータ166及びギヤヘッド166Aの作動は、平歯車163の回転を引き起こし、したがって把持器具筐体171及び操作部品108Dの回転を引き起こす。把持器具筐体171は、把持器具筐体171、把持器具筐体171の横方向の移動を制限する遠位六角前負荷ナット189Aを支持し、それらの回転摩擦を低減する2つの軸受要素173A、173Bに更に結合されており、把持器具筐体171回転中の摩擦低減を支援する軸受173A、173Bに前負荷(つまり、軸受の摩擦を低減し、軸受の平行移動を防止するためにナットにより加えられるクランプ力)を提供する。傾斜ワッシャー190Aは、玉軸受173Bと六角前負荷ナット189Aとの間に位置する。

【0033】

図3Jに最もよく示されているように、モータ170は、モータ170のモータ筐体177に対する平行移動及び回転運動を拘束するために、例えば1つ又は複数のボルトを使用してモータ筐体177に強固に結合されている。作動モータ170は、作動平歯車175に強固に結合されている。モータ170の作動は、平歯車175の回転を引き起こし、それが平歯車176の回転に変換される。平歯車176は、駆動シャフト筐体180に強固に結合されており、駆動シャフト筐体180は、把持器具駆動シャフト172に強固に結合されている。したがって、モータ170の作動による平歯車176の回転は、駆動シャフト筐体180の回転および把持器具駆動シャフト172の平行移動(182A及び182Bにより半径方向に拘束されているため)をもたらす。図3Kに最もよく示されているが、把持器具回転ボルト181は、把持器具筐体171の1つの側面にねじ込まれ、把持器具182A、182Bの両方の穴に貫入する。把持器具駆動ピン172に機械加工さ

10

20

30

40

50

れたピン174は、182A、182Bの溝に支えられている。把持器具駆動ピン172が平行移動すると共に、ピン174は、182A及び182Bの溝に沿って移動し、把持器具の開閉がもたらされる。1つの実施形態では、把持器具駆動シャフト180の回転は、近位六角前負荷ナット189B、傾斜ワッシャー190B、190C、190D、及び軸受要素173C、173Dにより支援される。駆動シャフト筐体180は、更に、近位軸受173Dに対する駆動シャフト筐体180の平行移動を拘束する駆動シャフト筐体ネジ179に強固に結合されている。

【0034】

1つの実施形態によると、各操作部品106D、108Dは、2つのツールを有することができ、操作部品106D、108Dの各々は、部品106D、108Dの各々の縦軸と平行な軸の周りを回転可能に構成されている。例えば、1つの実施形態では、各操作部品106D、108Dは、2つの構成、すなわち、把持器具構成及び焼灼器ツール構成を有する。把持器具構成では、操作部品106D、108Dは、把持器具が、実質的に第3連結部106D、108Dの縦軸に沿って位置決めされるように回転しているため、操作可能である。対照的に、焼灼器ツール構成では、操作部品106D、108Dは、焼灼器ツールが、実質的に第3連結部106D、108Dの縦軸に沿って位置決めされるように回転しているため操作可能である。この実施形態では、2つのツールの各々は、上記の操作部品106D、108Dのツールが単一である実施形態と同様に作動するように構成することができる。

【0035】

操作部品106D、108Dは、各々の部品106D、108Dの構成が独立しているのと同様に、完全に独立している。すなわち、一方のアームの操作部品が把持器具構成にある場合、他方のアームの操作部品はいずれの構成であってもよく、これは、その逆にも当てはまる。また、他の操作部品は、本明細書に記載のように、置換することができる。

【0036】

この実施形態では、本体102は、上述のように、互いに結合されている2つの円柱状部品102A、102Bで構成されている。或いは、本体102は、単一の部品であってもよく、更に、上記又は本明細書の他所にて参照により組み込まれている種々の特許出願に開示されているデバイス本体実施形態のいずれであってもよい。

【0037】

図4A～4Fには、ロボット医療用デバイス250の別の実施形態が示されている。図4A及び4Fに最もよく示されているように、デバイス実施形態250は、接続点254で互いに結合されている2つの円柱状部品252A、252Bを有する本体252を含む。このデバイスは、本体252に結合されている2つのアーム256、258を有する。より詳しくは、第1アーム256は、第1円柱状部品252Aに回転可能に結合されており、第2アーム258は、第2円柱状部品252Bに回転可能に結合されている。第1アーム256は、第1部品252Aに結合されている第1連結部256A、第1連結部256Aに結合されている第2連結部256D、及び第2連結部256Dに結合されている第3連結部256Bを有する。同様に、第2アーム258は、第2部品252Bに結合されている第1連結部258A、第1連結部258Aに結合されている第2連結部258D、及び第2連結部258Dに結合されている第3連結部258Bを有する。第1アーム256は、第3連結部256Bに結合されている操作部品256Cを有し、第2アーム258は、第3連結部258Bに結合されている操作部品258Cを有する。図4Fは、支持ロッドが取り付けられたデバイス250の図である。各本体部品252A、252Bは、制御ロッド295A、295Bに接続されている。制御ロッド295A、295Bは、体内挿入中にデバイス250の位置を操作するために使用することができる。デバイス250が位置決めされれば、特注嵌合支持ロッド260を導入することができる。嵌合されると、支持ロッド260は、アーム256、258の全体的位置を互いに対して拘束する。支持ロッド260は、最上部ではナット296A、296Bにより、底部では特定の嵌合幾何学配置により、制御ロッド295A、295Bに拘束されている。幾つかの実施形態で

10

20

30

40

50

は、図4Aに最もよく示されているように、デバイス250は、視覚システム261を含む。視覚システム261は、小型カメラ261A及び超高輝度発光ダイオード261Bを含んでいてもよい。

【0038】

図4Eに最もよく示されているように、第1連結部256Aは、第1連結部256Aが、第1部品252Aの縦軸と平行な軸の周りを回転することができるよう、第1部品252Aに結合されている。加えて、第1連結部256Aは、第1部品252Aの縦軸と垂直な軸の周りをD方向に回転することもできる。同様に、第1連結部258Aは、第1連結部が、第2部品252Bの縦軸と平行な軸の周りを回転することができるよう、第2部品252Bに結合されている。加えて、第1連結部258Aは、第2部品252Bの縦軸と垂直な軸の周りを回転することもできる。第2連結部256Dは、第2連結部256Dが、第1連結部256Aの縦軸と垂直な軸の周りをE方向に回転することができるよう、第1連結部256Aに結合されている。同様に、第2連結部258Dは、第2連結部258Dが、第1連結部258Aの縦軸と垂直な軸の周りを回転することができるよう、第1連結部258Aに結合されている。第3連結部256Bは、第3連結部256Bが、第2連結部256Dの縦軸と垂直な軸の周りをF方向に回転することができるよう、第2連結部256Dに結合されている。同様に、第3連結部258Bは、第3連結部258Bが、第2連結部258Dの縦軸と垂直な軸の周りを回転することができるよう、第2連結部258Dに結合されている。操作部品256Cは、操作部品256Cが、第3連結部256Bの縦軸と平行な軸の周りを回転することができるよう、第3連結部256Bに結合されている。同様に、操作部品258Cは、操作部品258Cが、第3連結部258Bの縦軸と平行な軸の周りを回転することができるよう、第3連結部258Bに結合されている。

10

20

【0039】

図4Bに最もよく示されているように、第1部品252Aは、モータ263及び作動機構を保持する胴体モータ筐体262を備える。作動機構は、モータ263の出力シャフト263Aに強固に結合されている平歯車264Aを含む。モータ出力シャフト263Aが回転すると共に、平歯車264Aは、平歯車264B及びシャフト267の両方に配置されている平坦部により胴体回転シャフト267と共に半径方向に拘束されている平歯車264Bを回転させる。回転シャフト267は、2つのフランジ付き玉軸受265A、265Bで支持されている。胴体回転シャフト267は、ネジ268により第1連結部256Aに拘束されている。また、シャフト267は、ネジ266により第1連結部256Aに軸方向に拘束されている。第2連結部252Bは、第1部品252Aと同様に構成されている。

30

【0040】

図4Cに最もよく示されているように、第1連結部256Aは、モータ273及び作動機構を保持する上部アームモータ筐体271を備える。作動機構は、モータ273の出力シャフト273Aに強固に結合されている平歯車274Bを含む。モータ出力シャフト273Aが回転すると共に、平歯車274Bは、平歯車274A及びシャフト275の両方に配置されている平坦部により出力回転シャフト275に半径方向に拘束されている平歯車274Aを回転させる。出力回転シャフト275は、2つの玉軸受276A、276Bで支持される。出力回転シャフト275は、シャフト275及び出力連結部279の両方に配置されている平坦部により出力連結部279に拘束されている。また、出力回転シャフト275は、ネジ277により軸方向に拘束されている。ワッシャー278は、離間を維持し、軸受に前負荷をかけるために使用される。ギヤキャップ270及びワイヤリングキャップ272は、モータ筐体271に接続している。第1連結部258A及び第2連結部256D、258Dは、第1連結部256Aと同様に構成されている。

40

【0041】

第3連結部256Bは、図4Dに最もよく示されているように、嵌合する2つの対称性半分で構成されている前腕本体280を備える。第3連結部256Bは、操作部品256

50

Cが、第3連結部256Bの縦軸と平行な軸の周りを回転するための部品を更に備える。操作部品256の回転は、モータシステム282を使用して達成される。モータシステム282は、位置情報をモータ282Bのインターフェース(非表示)に提供するエンコーダ282A、及び遊星ギヤヘッド282Cに接続されているモータ282Bを備える。モータシステム282は、適切な離間を提供する前方前腕筐体284内に設置されている。平歯車286Bは、ギヤヘッド282Cの出力シャフト282Dに強固に結合されている。ギヤヘッド出力シャフト282Dが回転すると共に、平歯車286Bは、エポキシにより出力回転シャフト288と共に半径方向に拘束されている平歯車286Aを回転させる。出力回転シャフト288は、2つの薄型玉軸受293で支持される。傾斜ワッシャー294は、間隔を維持し、軸受に前負荷をかけるために使用される。前負荷ナット292は、出力シャフト上の全てを軸方向に拘束するために使用される。

#### 【0042】

図4Dに最もよく示されているように、第3連結部256Bは、把持かみ合い部289A、289Bを開閉させるための部品も備える。かみ合い部289A、289Bを開閉させる作動機構は、全部品間の適切な離間を維持する後方前腕筐体283内に設置されているモータ281を含む。平歯車285Aは、モータ281の出力シャフト281Aに強固に結合されている。モータ出力シャフトが回転すると共に、平歯車285Aは、後方出力シャフト287に押し込みピンで半径方向に拘束されている平歯車285Bを回転させる。後方出力シャフト287は、2つの薄型玉軸受293で支持される。傾斜ワッシャー294は、間隔を維持し、軸受に前負荷をかけるために使用される。前負荷ナット292及びネジ291は、後方出力シャフト287上の全てを軸方向に拘束するために使用される。かみ合い部289A、289Bを開閉するためには、駆動ロッド290を、駆動ロッド290と後方出力シャフト287とのネジ結合を使用して直線的に平行移動させる。後方出力シャフト287が回転すると共に、後方出力シャフト287と駆動ロッド290とのネジインターフェースは、駆動ロッド290を、出力回転シャフト288の内部開口部288A内で平行移動させる。グリッパ器具289A、289Bの各々に1つずつある2つの傾斜スロット297は、滑りばめとして駆動ロッド290のピンと嵌合されており、駆動ロッド290が直線的に平行移動すると共に、かみ合い部289A、289Bを開閉させる。或いは、図4Gに最もよく示されているように、かみ合い部289A、289Bの作動は、4節機構を使用して実施することができる。第3連結部258Bは、第3連結部256Bと同様に構成されている。

#### 【0043】

図5A～5Sには、ロボット医療用デバイス300の別の実施形態が示されている。図示されているこのデバイス実施形態300は、接続点304で互いに結合されている2つの円柱状部品302A、302Bを有する本体302を含む。このデバイスは、本体302に結合されている2つのアーム306、308を有する。より詳しくは、第1アーム306は、第1円柱状部品302Aに回転可能に結合されており、第2アーム308は、第2円柱状部品302Bに回転可能に結合されている。第1アーム306は、第1部品302Aに結合されている第1連結部306A、第1連結部306Aに結合されている第2連結部306B、及び第2連結部306Bに結合されている第3連結部306Cを有する。同様に、第2アーム308は、第2部品302Bに結合されている第1連結部308A、第1連結部308Aに結合されている第2連結部308B、及び第2連結部308Bに結合されている第3連結部308Cを有する。第1アーム306は、第3連結部306Cに結合されている操作部品306Dを有し、第2アーム308は、第3連結部308Cに結合されている操作部品308Dを有する。加えて、本体302は、支持部品310にも結合されている。

#### 【0044】

第1連結部306Aは、第1連結部306Aが、第1部品302Aの縦軸と平行な軸の周りを回転することができるよう、第1部品302Aに結合されている。同様に、第1連結部308Aは、第1連結部308Aが、第2部品302Bの縦軸と平行な軸の周りを

10

20

30

40

50

回転することができるよう、第2部品302Bに結合されている。第2連結部306Bは、第2連結部306Bが、第1連結部306Aの縦軸と平行な軸の周りを回転することができるよう、第1連結部306Aに結合されている。加えて、第2連結部306Bは、第1部品306Aの縦軸と垂直な軸の周りを回転することができる。同様に、第2連結部308Bは、第2連結部308Bが、第1連結部308Aの縦軸と平行な軸の周りを回転することができるよう、第1連結部308Aに結合されている。加えて、第2連結部308Bは、第1連結部308Aの縦軸と垂直な軸の周りを回転することができる。第3連結部306Cは、第3連結部306Cが、第2連結部306Bの縦軸と平行な軸の周りを回転することができるよう、第2連結部306Bに結合されている。加えて、第3連結部306Cは、第2部品306Bの縦軸と垂直な軸の周りを回転することができる。同様に、第3連結部308Cは、第3連結部308Cが、第2連結部308Bの縦軸と平行な軸の周りを回転することができるよう、第2連結部308Bに結合されている。加えて、第3連結部308Cは、第2連結部308Bの縦軸と垂直な軸の周りを回転することができる。操作部品306Dは、操作部品306Dが、第3連結部306Cの縦軸と平行な軸の周りを回転することができるよう、第3連結部306Cに結合されている。加えて、操作部品306Dは、第3連結部306Cの縦軸と垂直な軸の周りを回転することができる。

#### 【0045】

この実施形態では、図5B、5C、及び5Fに示されているように、支持ロッド312A、312Bは、2つの取付部品316A、316Bを使用して、部品310内の適所に保持されており（又は部品310は、支持ロッド312A、312Bを覆うように適所に保持されている）、取付部品の各々は、支持ロッド312A、312Bの1つに取付けられるように構成されている。図5Bに示されている特定の実施形態では、取付部品316A、316Bは、ねじ込みナットであり、支持部品310が、2つの支持ロッド312A、312Bを覆うように配置された後、部品310を適所に保持するために、ねじ込みナット316Aは、支持ロッド312Aにねじ込み結合され、ねじ込みナット316Bは、支持ロッド312Bにねじ込み結合される。或いは、取付部品316A、316Bは、部品310を適所に保持するための任意の既知の取付部品であり得る。

#### 【0046】

図5C及び5Dに最もよく示されているように、支持ロッド312Aは、支持ロッド取付具318Aにねじ込み結合されている。支持ロッド取付具蟻継ぎ318Cは、支持ロッド取付具蟻継ぎ318C及び本体片324A、324Bに貫入し、その後支持ロッド取付具蟻継ぎナット322A、322Bにねじ込み結合される支持ロッド取付具蟻継ぎネジ320A、320Bにより、第1部品302Aの本体片324A、324Bに押し込まれる。図5Eに最もよく示されているように、支持ロッド取付具蟻継ぎナット322A、322Bは、本体片324A、324Bにより幾何学的に支持されている。結合システム支持ロッド312A及び支持ロッド取付具318Aは、結合システム、支持ロッド312A、及び支持ロッド取付具318Aが、支持ロッド取付具ネジ318Bの縦軸と平行な軸の周りを回転することができるよう、支持ロッド取付具蟻継ぎ318Cに結合されている。

#### 【0047】

図5F、5G、及び5Hに最もよく示されているように、第1部品モータ組立体326（エンコーダ326A、モータ326B、及びギヤヘッド326C）は、接着により第1部品モータ筐体334に結合されている。第1部品モータ筐体334は、第1部品302Aの本体324A、324Bに幾何学的に結合されており、本体324A及び本体324Bから第1部品モータ筐体334へはクランプ力が加えられている。本体324A及び本体324Bは、さねはぎ及びゴムバンド及びテープにより拘束されている。第1モータギヤ328Aは、出力シャフトに固定されるように、締め代及びD字形機構により第1部品モータ組立体326（具体的には、ギヤヘッド326C）に結合されている。第1モータ軸受セット330A、303Bは、第1部品モータ筐体334に設置されている。第1モータ出力シャフト332は、第1モータ軸受セット330A、303Bに回転可能に結合

10

20

30

40

50

されており、第1モータ出力ギヤ328Bにねじ込み結合されている。第1モータ出力シャフト332は、第1モータ軸受セット330A、303Bにクランプ力を加えて、軸受摩擦を低減する。

【0048】

図5F及び5Gに最もよく示されているように、第1部品302A及び第1連結部306Aは、回転可能に結合されている。第1モータ出力ギヤ328Bは、第1モータ出力ギヤ328Bに貫入し第1連結部蟻継ぎ338にねじ込み結合されている第1部品嵌合ネジ336A、336Bにより、第1連結部蟻継ぎ338に固定されている。第1連結部蟻継ぎ338は、第1連結部本体346に幾何学的に結合され、押し込まれている。第1連結部蟻継ぎネジ340は、第1連結部蟻継ぎ338に貫入し、第1連結部本体346にねじ込み結合されており、第1連結部蟻継ぎ338の平行移動を防止する。第1連結部モータキャップ344は、さねはぎにより第1連結部本体346に幾何学的に結合されており、第1連結部蟻継ぎ338にねじ込み結合されている第1連結部モータキャップ344に貫入する第1連結部キャップネジ342により固定されている。第1連結部モータ組立体348（エンコーダ348A、モータ348B、ギヤヘッド348C）は、第1連結部モータタブ354に接着結合されている。結合システム、第1連結部モータ組立体348、及び第1連結部モータタブ354cは、第1連結部本体346に幾何学的に結合されている。第1連結部直接駆動出力シャフト352は、D型特徴により第1連結部モータ組立体348に幾何学的に結合されている。第1連結部直接駆動出力シャフトネジ356は、第1連結部直接駆動出力シャフト352にねじ込み結合されており、ギヤヘッド出力シャフト248Dに力を加えることにより第1連結部モータ組立体348を固定する。第1連結部直接駆動出力シャフト352は、第1連結部直接駆動出力シャフト352を、第1連結部軸受セット350A、350Bのアウターレースに嵌合し、第1連結部本体346を、第1連結部軸受セット350A、350Bのインナーレースに嵌合することにより、第1連結部本体346に回転可能に結合されている。

【0049】

図5Hに最もよく示されているように、第1連結部直接駆動嵌合連結部360は、第1連結部直接駆動出力シャフト352にねじ込み結合されている第1連結部直接駆動嵌合連結部360に貫入する第1連結部直接駆動嵌合ネジ358により、幾何学的に第1連結部直接駆動出力シャフト352に固定されている。第1連結部直接駆動出力シャフト352は、D字形機構により第1連結部直接駆動嵌合連結部360に幾何学的に結合されており、第1連結部直接駆動出力シャフト352に圧入嵌合している第1連結部直接駆動止めネジ378により固定されている。第1連結部直接駆動止めネジ378は、第1連結部直接駆動嵌合連結部360にねじ込み結合されている。第2連結部第1モータ出力シャフト368は、締め代及びD字形機構により第2連結部第1モータ出力ギヤ364Bに幾何学的に結合されている。第2連結部第1モータ出力ギヤ364Bは、第2連結部第1モータギヤ364Aに回転可能に結合されている。第2連結部第1モータギヤ364Aは、締め代及びD字形機構により第2連結部第1モータ362に幾何学的に結合されている。図5H～5Jに最もよく示されているように、第2連結部第1モータ362は、第2連結部第1モータ本体374に幾何学的に結合されており、第2連結部第1モータギヤキャップ372A及び第2連結部第1モータ本体374に貫入し、第2連結部第1モータ362にねじ込み結合されている第2連結部第1モータネジ376A、376Bにより固定されている。第2連結部第1モータ軸受セット366A、366Bは、第2連結部第1モータ本体374及び第2連結部第1モータワイヤキャップ372Bに設置されている。第2連結部第1モータ出力シャフト368は、第2連結部第1モータ軸受セット366A、366Bのインナーレースに回転可能に結合されている。第2連結部第1モータワイヤキャップ372Bは、さねはぎにより、第2連結部第1モータ本体374に結合されている。第2連結部第1モータ出力シャフト前負荷ネジ370は、第2連結部第1モータ出力シャフト368にねじ込み結合されており、第2連結部第1モータ軸受セット366A、366B（具体的には、366B）及び第2連結部第1モータワイヤキャップ372Bに貫入し、第2

10

20

30

40

50

連結部第1モータ軸受セット366A、366Bにクランプ力を加えて、軸受摩擦を低減する。

【0050】

図5J～5Kに最もよく示されているように、第2連結部第2モータ380は、第2連結部第1モータ本体374及び第2連結部第2モータ筐体384により幾何学的に拘束されている。第2連結部第2モータギヤ382Aは、締め代及びD字形機構により幾何学的に拘束されている。第2連結部第2モータギヤ382Aは、第2連結部第2モータ出力ギヤ382Bに回転可能に結合されている。第2連結部第2モータ出力ギヤ382Bは、締め代及びD字形機構により第2連結部第2モータ連結部390に幾何学的に結合されている。第2連結部第2モータ軸受セット388A、388Bは、第2連結部第2モータ筐体384及び第2連結部第2モータギヤキャップ386に設置されている。第2連結部第2モータ連結部390は、第2連結部第2モータ軸受セット388A、388Bに回転可能に結合されている。第2連結部第2モータ前負荷ネジ394は、第2連結部第2モータ軸受388Bに貫入し、第2連結部第2モータ連結部390にねじ込み結合されており、第2連結部第2モータ軸受セット388A、388Bにクランプ力を加えて、軸受摩擦を低減する。第2連結部第2モータギヤキャップ386は、さねはぎにより、並びに第2連結部第2モータ380にねじ込み結合されている第2連結部第2モータギヤキャップ386及び第2連結部第2モータ筐体384に貫入する第2連結部第2モータネジ396A、396Bにより、第2連結部第2モータ筐体384に幾何学的に拘束されている。

10

【0051】

20

図5L及び5Mに最もよく示されているように、第2連結部第2モータ連結部390は、D字形機構により第3連結部第1モータ出力シャフト402に幾何学的に結合されており、第3連結部第1モータ出力シャフト402に圧入嵌合されている第2連結部第2モータ止めネジ392により固定されている。第2連結部第2モータ止めネジ392は、第2連結部第2モータ連結部390にねじ込み結合されている。第3連結部第1モータ398は、第3連結部本体半分412A、412Bに幾何学的に結合されており、第3連結部第1モータギヤキャップ400及び第3連結部本体半分412A、412Bに貫入し、第3連結部第1モータ398にねじ込み結合されている第3連結部第1モータネジ410A、410Bにより固定されている。第3連結部第1モータギヤキャップ400は、さねはぎにより第3連結部本体半分412A、412Bに幾何学的に拘束されている。第3連結部本体半分412A、412Bは、さねはぎ(TG)及びゴムバンド(EB)及びテープにより互いに幾何学的に拘束されるが、任意の適切な方法を使用することができる。第3連結部第1モータギヤ408Aは、締め代及びD字形機構により、第3連結部第1モータ398に幾何学的に拘束及び固定されている。第3連結部第1モータギヤ408Aは、第3連結部第1モータ出力ギヤ408Bに回転可能に結合されている。第3連結部第1モータ出力ギヤ408Bは、締め代及びD字形機構により、第3連結部第1モータ出力シャフト402に幾何学的に拘束及び固定されている。第3連結部第1モータ軸受セット406A、406Bは、第3連結部本体半分412Aに設置されている。第3連結部第1モータ出力シャフト402は、第3連結部第1モータ軸受セット406A、406Bに回転可能に結合されている。第3連結部第1モータ前負荷ネジ404は、第3連結部モータ軸受セット406Aに貫入し、第3連結部第1モータ出力シャフト402にねじ込み結合されており、第3連結部第1モータ軸受セット406A、406Bにクランプ力を加えて、軸受摩擦を低減する。

30

【0052】

40

図5Mに最もよく示されているように、第3連結部第2モータ組立体414(314Aエンコーダ、414Bモータ、414Cギヤヘッド)は、接着により第3連結部第2モータ筐体422に結合されている。第3連結部第2モータ筐体422は、第3連結部本体半分412A、412Bに幾何学的に結合されている。第3連結部第2モータギヤ420Aは、締め代及びD字形機構により、第3連結部第2モータ組立体414に幾何学的に結合されている。第3連結部第2モータギヤ420Aは、第3連結部第2モータ出力ギヤノバ

50

持器具ヨーク 420B に回転可能に結合されている。第3連結部第3モータ416は、第3連結部本体半分412A、412Bに幾何学的に結合されている。第3連結部第3モータギヤ418Aは、締め代及びD字形機構により、第3連結部第3モータ416に幾何学的に結合されている。第3連結部第3モータギヤ418Aは、第3連結部第3モータ出力ギヤ/把持器具駆動機構418Bに回転可能に結合されている。第3連結部第2モータ軸受セット426A、426Bは、第3連結部第2モータ筐体422に設置されている。第3連結部第2モータ出力ギヤ/把持器具ヨーク420Bは、第3連結部第2モータ軸受セット426A、426Bに回転可能に結合されている。第3連結部第2モータ前負荷ナット430は、第3連結部第2モータ出力ギヤ/把持器具ヨーク420Bにねじ込み結合されており、第3連結部第2モータ軸受セット426A、426Bにクランプ力を加えて、軸受摩擦を低減する。第3連結部第3モータ軸受セット428A、428Bは、第3連結部第3モータ筐体424に設置されている。図5Nに最もよく示されているように、第3連結部第3モータ筐体424は、第3連結部第3モータ416に幾何学的に結合されており、第3連結部第3モータ筐体424に貫入し、第3連結部第3モータ416にねじ込み結合されている第3連結部第3モータネジ436A、436Bにより固定されている。第3連結部第3モータ出力ギヤ/把持器具ヨーク418Bは、第3連結部第3モータ軸受セット428A、428Bに回転可能に結合されている。第3連結部第3モータ前負荷ナット432及び第3連結部第3モータ前負荷ネジ434は、第3連結部第3モータ出力ギヤ/把持器具駆動機構418Bにねじ込み結合されており、第3連結部第3モータ軸受セット428A、428Bにクランプ力を加えて、軸受摩擦を低減する。

10

20

#### 【0053】

図5N～5Qに最もよく示されているように、第3連結部把持器具駆動シャフト444は、第3連結部第3モータ出力ギヤ/把持器具駆動機構418Bにねじ込み結合されている。第3連結部把持器具駆動シャフト444は、回転を防止する第3連結部把持器具438A、438Bに幾何学的に結合されている。第3連結部把持器具駆動ピン442は、第3連結部把持器具駆動シャフト444に押し込まれており、第3連結部把持器具438A、438Bのグリッパ溝と嵌合している。第3連結部把持器具回転ピン440は、第3連結部把持器具438A、438Bに貫入する第3連結部第2モータ出力ギヤ/把持器具ヨーク420Bの最上部側に幾何学的に結合されており、第3連結部第2モータ出力ギヤ/把持器具ヨーク420Bの底部側にねじ込み結合されている。第3連結部第3モータ出力ギヤ/把持器具駆動機構418Bが回転すると、第3連結部把持器具駆動シャフト444は、第3連結部把持器具438A、438Bとの嵌合により平行移動し、第3連結部把持器具駆動ピン442を、第3連結部把持器具438A、438Bのスロット内で前方に移動させ、把持器具438A、438Bを開く。

30

#### 【0054】

使用に当たって、デバイス300を体内に挿入する場合、各アームは、ロボットが挿入される前に、図5Rに最もよく示されているように位置決めされる。各ロボットアームが個々に挿入される場合、まず、前腕308Cが、単一の切開部から挿入される。その後、上部アーム308Bが、切開部から腹壁のそれぞれの側に挿入される。図5Sに最もよく示されているように、胴体308Aの第1半分を切開部から腹壁のそれぞれの側に挿入し、胴体302Bの次の半分を切開部から降下させる前に、第1連結部第2モータ組立体348を開始位置から-45度に作動させる。このプロセスを、第2アームでも繰り返す。ロボットアームの各々の支持ロッド312A、312Bは、支持ロッド部品310が、胴体セグメント302A、302Bの各々と嵌合するまで、支持ロッド部品310の穴に挿入される。その後、つまみナット316A、316Bが、支持ロッド部品310の最上部に密着し、両アームセグメントが支持ロッド部品310に固定されるまで、各支持ロッド312A、312Bにねじ込まれる。

40

#### 【0055】

複数の実施形態が開示されているが、本発明の更なる他の実施形態は、当業者であれば、本発明の例示的な実施形態を提示及び説明する以下の詳細な説明から明白になるであろ

50

う。本発明は、本発明の趣旨及び範囲から一切逸脱することなく、種々の自明な態様における改変が可能であることが理解されるであろう。したがって、図面及び詳細な説明は、性質を例示するものとみなされるべきであり、限定的なものではない。

【0056】

本発明は、好ましい実施形態を参照して説明されているが、当業者であれば、本発明の趣旨及び範囲から逸脱せずに、形状及び詳細に変更をなし得ることを認識するであろう。

【図2A】

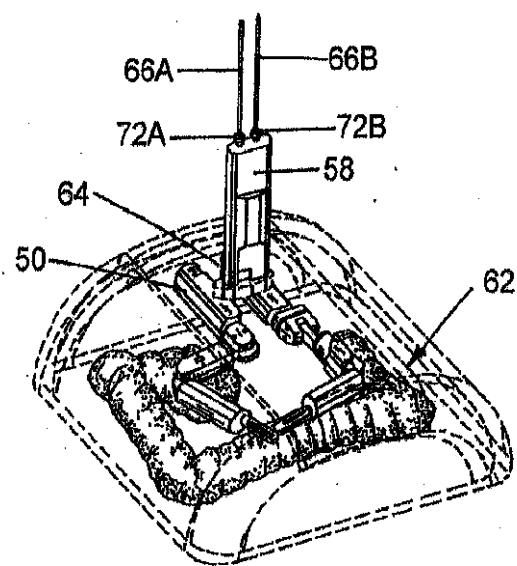


Fig. 2A

【図2B】

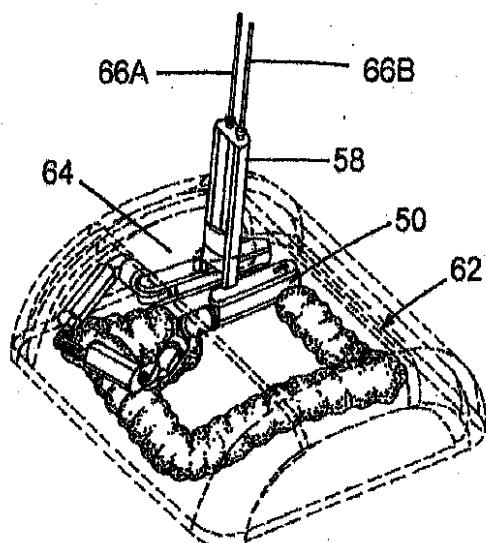


Fig. 2B

### 【図2C】

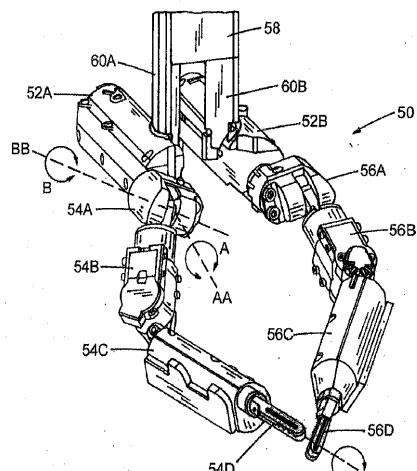


Fig. 2C

【図2D】

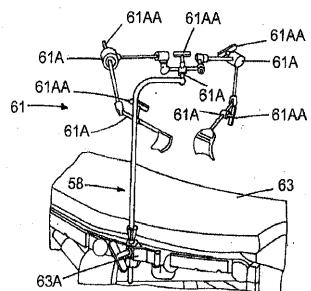


Fig. 2D

【 図 2 E 】

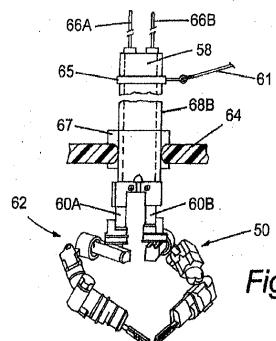


Fig. 2E

【図3A】

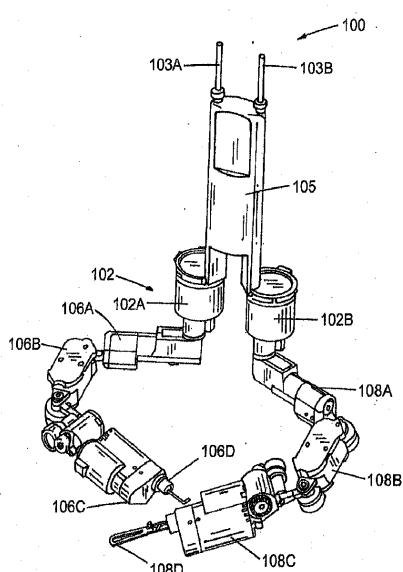


Fig. 3A

【 図 3 B 】

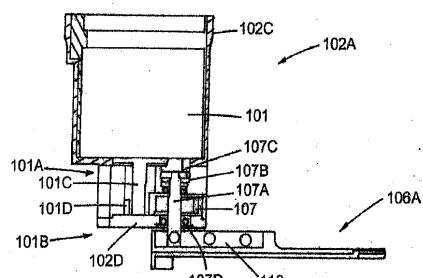
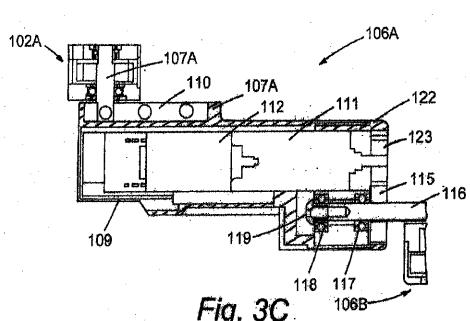


Fig. 3B

〔図3C〕



*Fig. 3C*

【図3D】

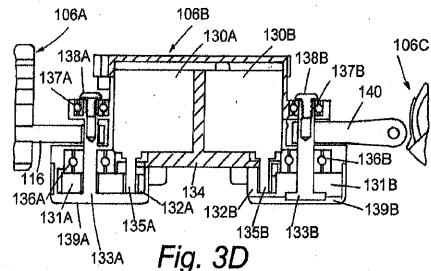


Fig. 3D

【図3F】

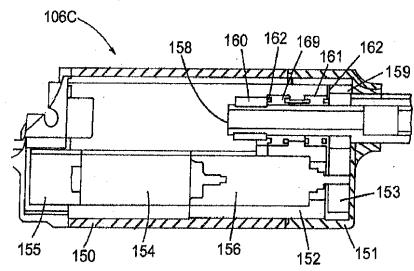


Fig. 3F

【図3E】

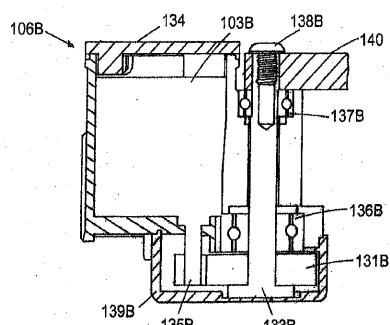


Fig. 3E

【図3G】

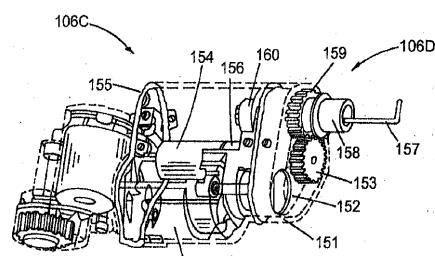


Fig. 3G

【図3H】

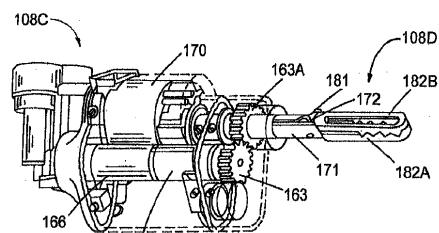


Fig. 3H

【図3J】

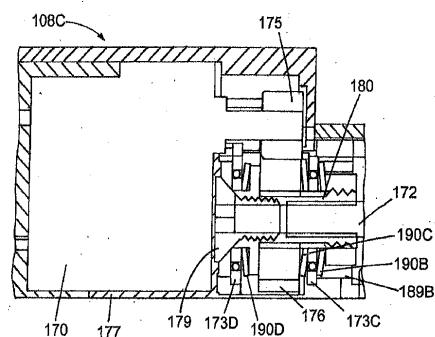


Fig. 3J

【図3I】

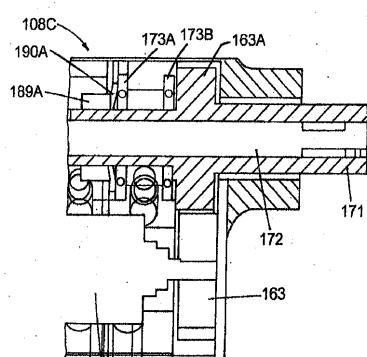


Fig. 3I

【図3K】

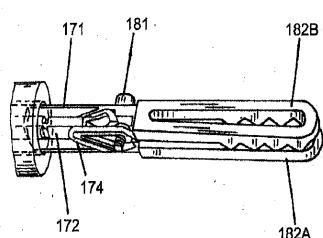


Fig. 3K

【図4A】

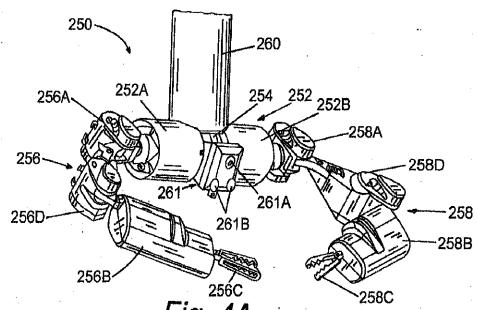


Fig. 4A

【 図 4 B 】

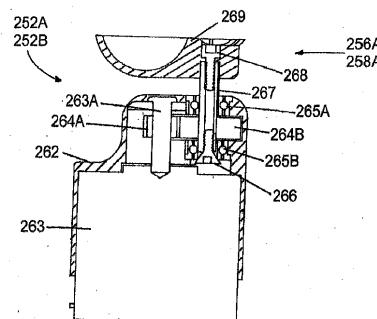


Fig. 4B

### 【図4C】

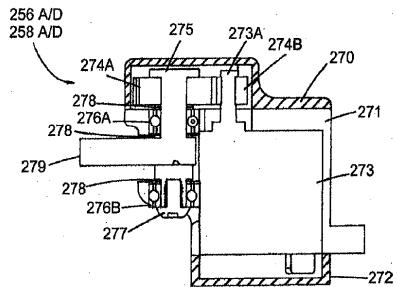


Fig. 4C

【図4D】

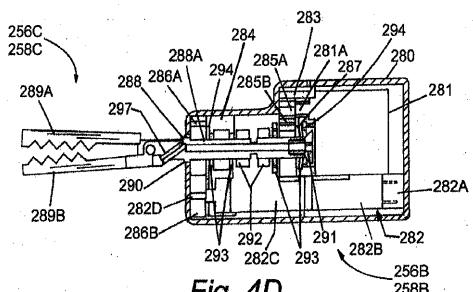


Fig. 4D

【図4E】

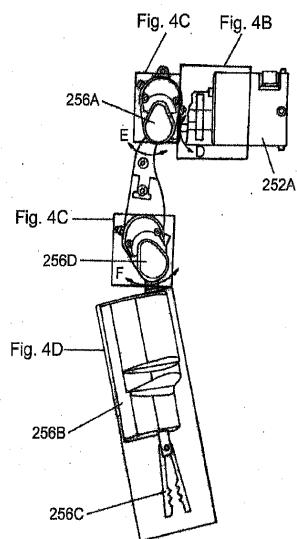


Fig. 4E

【図4F】

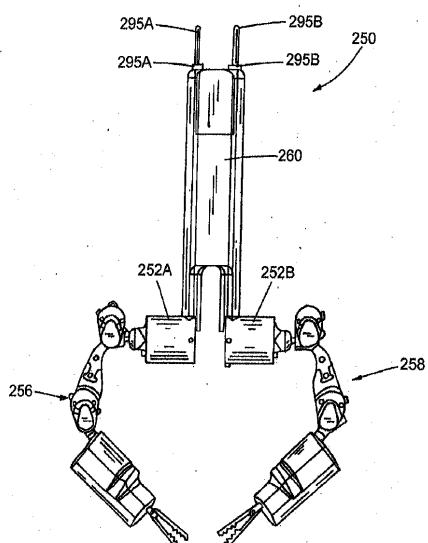


Fig. 4F

【図 5 A】

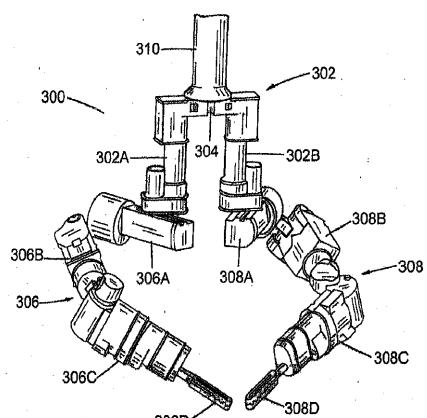


Fig. 5A

【図 5 B】

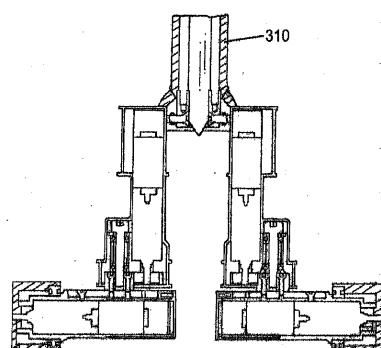


Fig. 5B

【図 5 C】

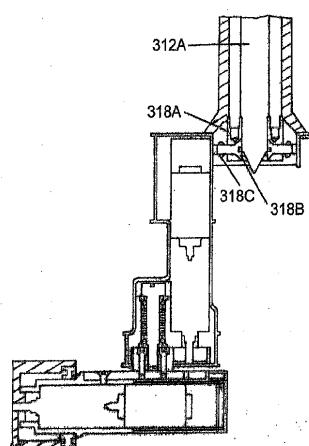


Fig. 5C

【図 5 E】

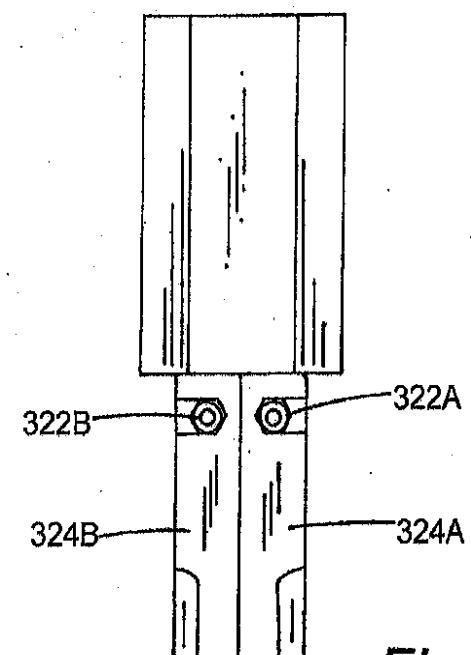


Fig. 5E

【図 5 D】

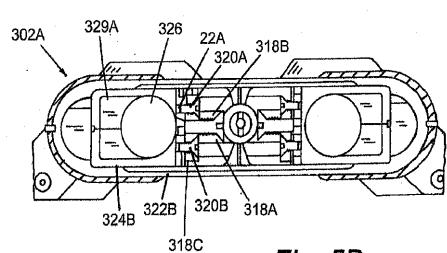


Fig. 5D

【図 5 G】

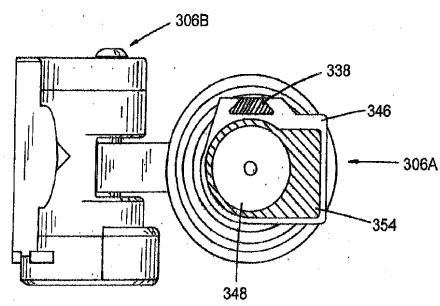


Fig. 5G

【図 5 H】

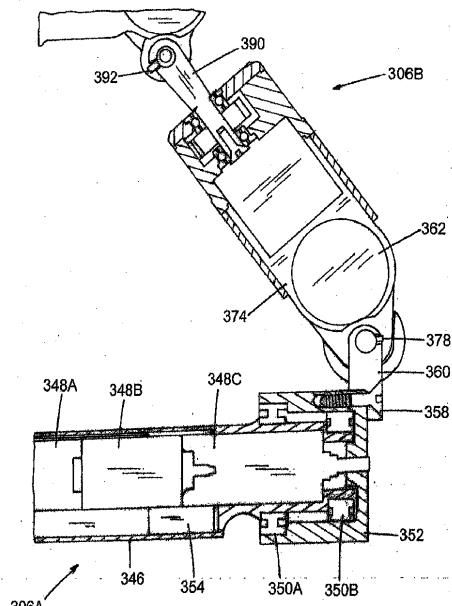


Fig. 5H

【図 5 I】

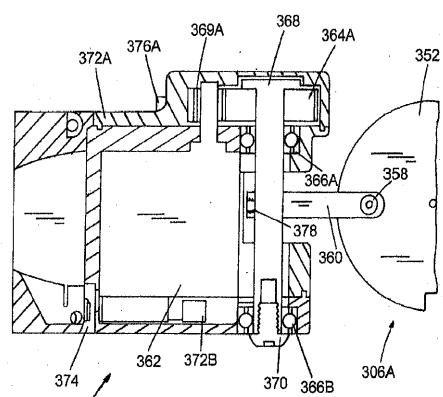


Fig. 5I

【図 5 K】

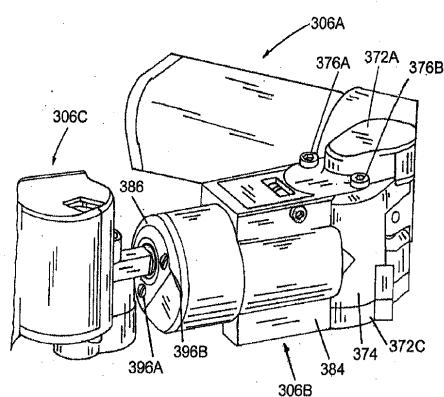


Fig. 5K

【図 5 J】

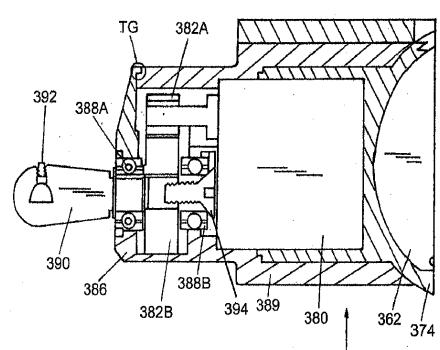


Fig. 5J

【図 5 L】

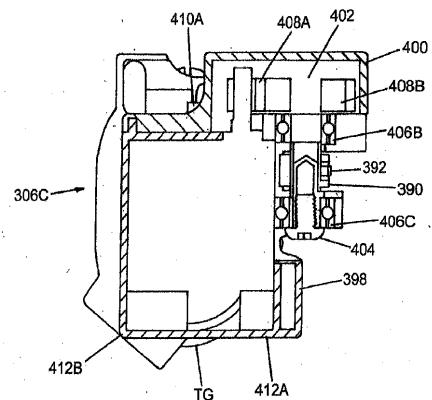


Fig. 5L

【図 5 P】

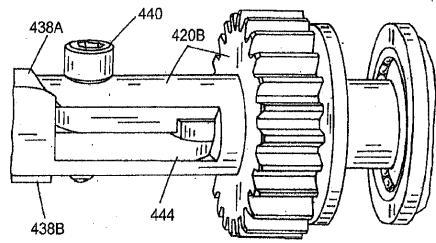


Fig. 5P

【図 5 O】

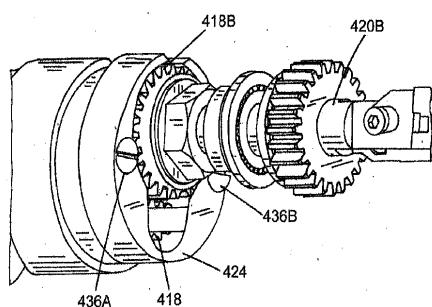


Fig. 5 O

【図 5 R】

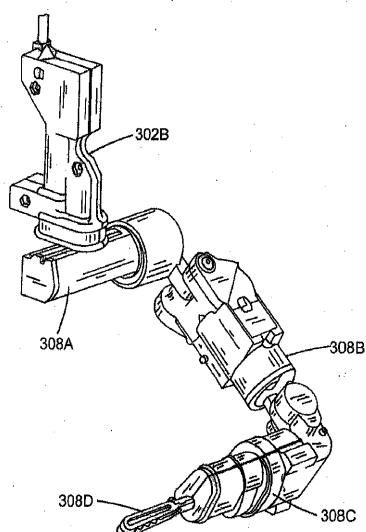


Fig. 5R

【図 5 S】

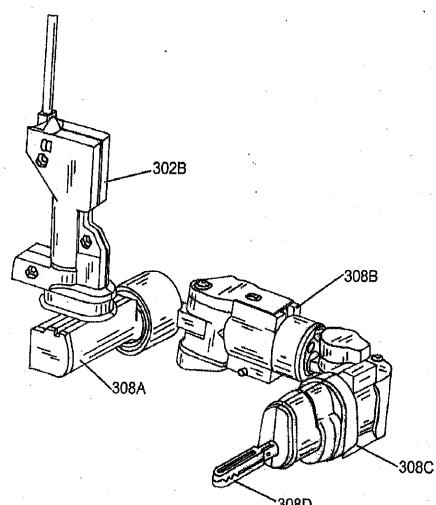
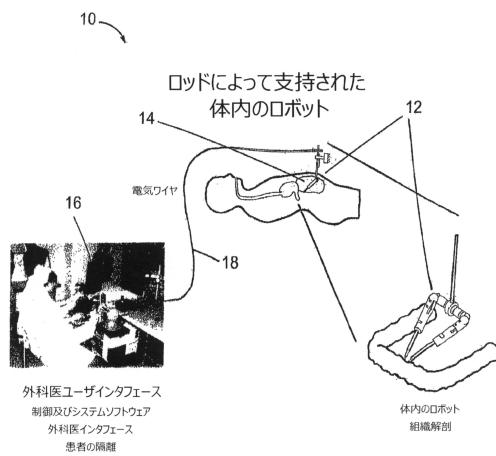
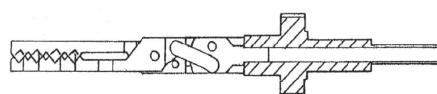
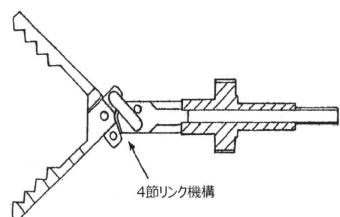


Fig. 5S

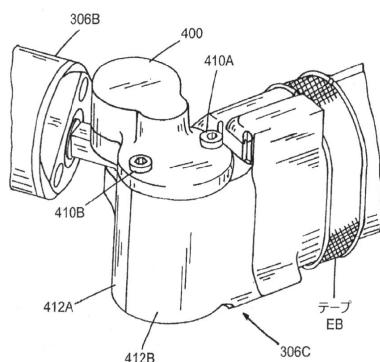
【図1】



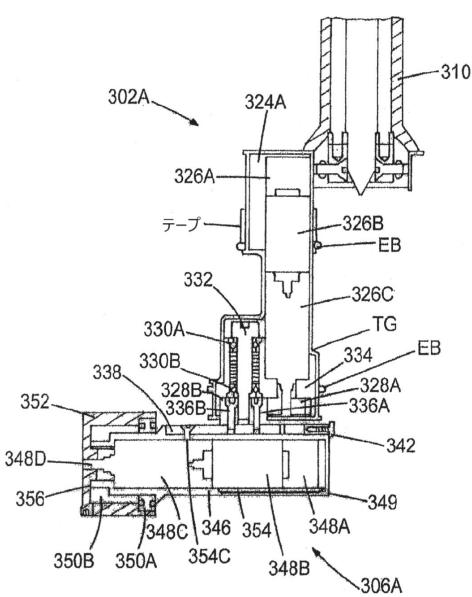
【図4 G】



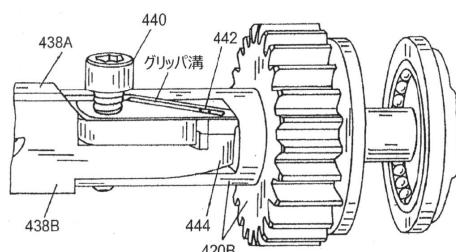
【図5 M】



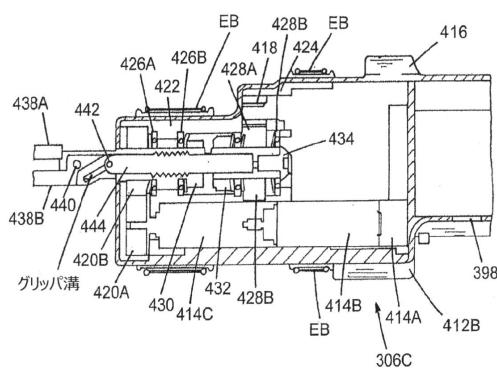
【図5 F】



【図5 Q】



【図5 N】



---

フロントページの続き

(72)発明者 ファリター、シェーン  
アメリカ合衆国 68526 ネブラスカ州 リンカーン ブラックストーン ロード 6137

(72)発明者 ワートマン、タイラー  
アメリカ合衆国 68801 ネブラスカ州 グランド アイランド クエスターズ レイク 6  
1

(72)発明者 ストラバラ、カイル  
アメリカ合衆国 15201 ペンシルベニア州 ピッツバーグ スタントン アベニュー 52  
40 アパートメント 309

(72)発明者 マコーミック、ライアン  
アメリカ合衆国 22203 バージニア州 アーリントン エヌ エマーソン ストリート 7  
16

(72)発明者 リーマン、エイミー<sup>1</sup>  
アメリカ合衆国 68467 ネブラスカ州 ヨーク アーバー ハイツ 23

(72)発明者 オレイニコフ、ドミトリー  
アメリカ合衆国 68164 ネブラスカ州 オマハ ピニー ストリート 13330

審査官 吉田 昌弘

(56)参考文献 特表2010-536436 (JP, A)  
特開2011-115591 (JP, A)  
特開2011-045500 (JP, A)  
特開2008-114339 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 61 B 34 / 30  
B 25 J 9 / 08