

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2007 年 11 月 29 日 (29.11.2007)

PCT

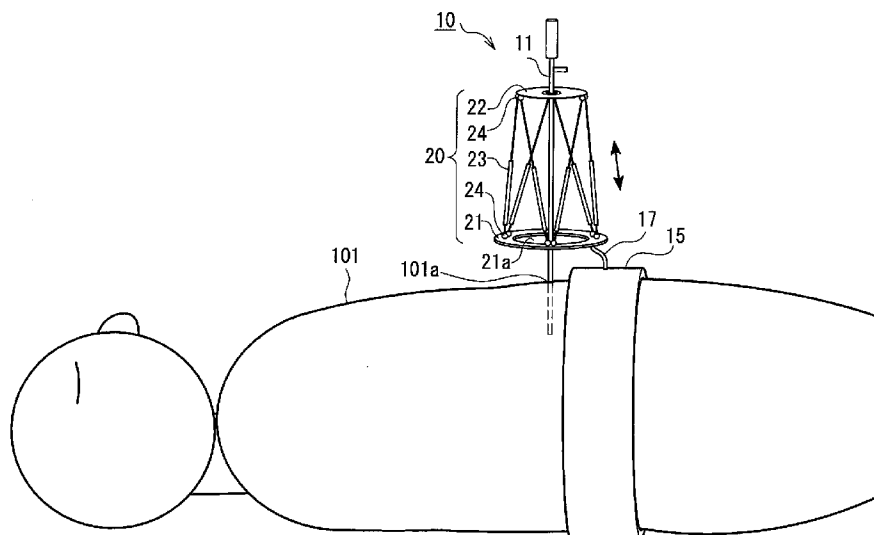
(10) 国際公開番号
WO 2007/136090 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 19/00 (2006.01) A61B 1/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/060524
- (22) 国際出願日: 2007 年 5 月 23 日 (23.05.2007)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2006-144487 2006 年 5 月 24 日 (24.05.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 財団
法人大阪産業振興機構 (OSAKA INDUSTRIAL PRO-
MOTION ORGANIZATION) [JP/JP]; 〒5400029 大阪
府大阪市中央区本町橋 2 番 5 号マイドームおおさか
内 Osaka (JP). 国立大学法人大阪大学 (OSAKA UNI-
VERSITY) [JP/JP]; 〒5650871 大阪府吹田市山田丘
1 番 1 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ): 西川 敦
(NISHIKAWA, Atsushi). 宮崎 文夫 (MIYAZAKI,
Fumio). 谷口 和弘 (TANIGUCHI, Kazuhiro). 門田
守人 (MONDEN, Morito). 関本 貢嗣 (SEKIMOTO,
Mitsugu).
- (74) 代理人: 特許業務法人池内・佐藤アンドパートナ-
ーズ (IKEUCHI SATO & PARTNER PATENT ATTOR-
NEYS); 〒5306026 大阪府大阪市北区天満橋 1 丁目
8 番 30 号 OAP タワー 26 階 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH,
BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,

[続葉有]

(54) Title: MEDICAL MANIPULATOR AND MEDICAL MANIPULATOR DEVICE USING THE SAME

(54) 発明の名称: 医療用マニピュレータ及びこれを用いた医療用マニピュレータ装置



(57) Abstract: A medical manipulator (20) has a base member (21), a stage (22) constructed to hold a medical instrument, and actuators (23) for connecting the base member and the stage together. At least one of the actuators includes at least one deformation member. The at least one deformation member is deformed according to the amount of energy applied to the member. The at least one actuator extends and retracts in its longitudinal direction according to the deformation of the at least one deformation member. This enables positioning of a general-purpose medical instrument such as a laparoscope. Also, the medical manipulator reduces a space that a manipulator device occupies during its operation.

(57) 要約: 医療用マニピュレータ (20) は、ベース部材 (21) と、医療用器具を保持するように構成されたステージ (22) と、ベース部材とステージとを連結する複数のアクチュエータ (23) とを備える。複数のアクチュエータのうちの少なくとも 1 つのアクチュエータは、

[続葉有]



WO 2007/136090 A1



PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

少なくとも1つの変形部材を含む。少なくとも1つの変形部材は、少なくとも1つの変形部材に加えられたエネルギー量に応じて変形する。少なくとも1つのアクチュエータは、少なくとも1つの変形部材の変形に応じて、少なくとも1つのアクチュエータの長手方向に沿って伸縮する。これにより、腹腔鏡等の汎用の医療用器具を位置決めでき、また、マニピュレータ装置の動作時における占有領域を小さくすることができる。

明 細 書

医療用マニピュレータ及びこれを用いた医療用マニピュレータ装置 技術分野

[0001] 本発明は、医療用マニピュレータ及びこれを用いた医療用マニピュレータ装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、図5に示すように、腹腔鏡102と細長い鉗子103とを患者101の体にあけた小さな穴から患者101の体内に挿入して外科的処置を行う腹腔鏡下手術が普及してきている。腹腔鏡102はカメラ助手105が操作し、術者106はモニタ104に映し出される腹腔鏡102が撮影した患者101の体内画像を見ながら鉗子103を用いて必要な処置を行う。このような腹腔鏡下手術は、患者101に与える肉体的、精神的負担が少ないというメリットから盛んに行われるようになってきている。

[0003] 腹腔鏡下手術では、通常、術者106は両手を駆使して鉗子103の操作を行うため、腹腔鏡102の把持・操作はカメラ助手105の手に委ねられる。従って、術者106とカメラ助手105との意思疎通が不十分であると、術者106にとって最適な視野がいつも得られるとは言えない。また、カメラ助手105の手振れにより視野が安定しないことがある。

[0004] そこで、カメラ助手105に代わって腹腔鏡102を把持し位置決めするマニピュレータ装置が提案されている。

[0005] 図6A及び図6Bは腹腔鏡を把持し位置決めすることができる従来のマニピュレータ装置を示した図である(特許文献1参照)。患者101は手術用ベッド130上に横たわっている。マニピュレータ装置110は手術用ベッド130付近の手術室の床に固定された固定台111上に搭載されている。マニピュレータ装置110は、腹腔鏡102を把持する第1球面ジョイント112及び第2球面ジョイント113を備える。第1球面ジョイント112の位置はアーム115によって患者101の腹部に設けられた腹腔鏡102の挿入孔付近に固定される。第2球面ジョイント113は、4本のリンク121, 122, 123, 124及びモータ125, 126により構成される二次元位置出し機構120により二次元平面

内の所望する位置に位置決めされる。第1球面ジョイント112に対する第2球面ジョイント113の相対的位置を変えることにより、腹腔鏡102の挿入方向を任意に変えることができる。

特許文献1:特開平9-276289号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0006] 一般に、腹腔鏡下手術において使用される、ズーム機能を備えていない腹腔鏡102は、図7に示すように、患者101に対する抜き差し131、患者101の腹部に設けた挿入孔101aを中心とするピッチ133及びヨー134の3自由度を有していることが好ましい。更に、腹腔鏡102が挿入方向回りのロール132が生じない機構により保持されるか、または、この機構を備えない場合には、腹腔鏡102は上記3自由度にロール132を加えた4自由度を有していることが好ましい。

[0007] しかしながら、図6A及び図6Bのマニピュレータ装置では、腹腔鏡102として光学ズーム機能を有する専用の腹腔鏡を用いることを前提としているために、抜き差し131を実現できない。したがって、このマニピュレータ装置を用いて、ズーム機能を備えていない腹腔鏡102などの汎用の医療用器具を位置決めすることができない。

[0008] さらに、マニピュレータ装置110では、4本のリンク121, 122, 123, 124の屈伸によって腹腔鏡102を位置決めするために、マニピュレータ装置110の動作時における装置の占有領域が大きくなる。その結果、手術室での術者の移動範囲が制限される。

[0009] 本発明は、従来の上記の問題を解決し、腹腔鏡等の汎用の医療用器具を位置決めでき、さらに、マニピュレータ装置の動作時における占有領域を小さくすることができる医療用マニピュレータ及びこれを用いた医療用マニピュレータ装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の医療用マニピュレータは、ベース部材と、医療用器具を保持するように構成されたステージと、前記ベース部材と前記ステージとを連結する複数のアクチュエータとを備える。前記複数のアクチュエータのうちの少なくとも1つのアクチュエータは

、少なくとも1つの変形部材を含む。前記少なくとも1つの変形部材は、前記少なくとも1つの変形部材に加えられたエネルギー量に応じて変形する。前記少なくとも1つのアクチュエータは、前記少なくとも1つの変形部材の変形に応じて、前記少なくとも1つのアクチュエータの長手方向に沿って伸縮する。

[0011] 本発明の医療用マニピュレータ装置は、上記の本発明の医療用マニピュレータと、前記ステージに保持された医療用器具とを備える。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、腹腔鏡等の汎用の医療用器具を位置決めでき、さらに、マニピュレータ装置の動作時における占有領域を小さくすることができる医療用マニピュレータ及びこれを用いた医療用マニピュレータ装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図1は、本発明の一実施形態に係る医療用マニピュレータ装置を患者に装着した状態を示した概略図である。

[図2]図2は、本発明の一実施形態に係る医療用マニピュレータの概略構成を示した図である。

[図3]図3は、形状記憶アクチュエータを用いたアクチュエータの一例の概略構成を示した図である。

[図4]図4は、高分子系アクチュエータを用いたアクチュエータの一例の概略構成を示した図である。

[図5]図5は、腹腔鏡下手術の概略を示した図である。

[図6A]図6Aは、腹腔鏡下手術で使用される腹腔鏡を把持し位置決めすることができる従来のマニピュレータ装置の側面図である。

[図6B]図6Bは、図6AのB-B線の矢視背面図である。

[図7]図7は、腹腔鏡下手術において要求される腹腔鏡の運動の自由度を示した図である。

発明を実施するための最良の形態

[0014] 図1は、本発明の一実施形態に係る医療用マニピュレータ装置10を患者101に装着した状態を示した概略図である。本実施形態の医療用マニピュレータ装置10は、

少なくとも医療用マニピュレータ20と医療用器具としての腹腔鏡11とを備えている。

[0015] 医療用マニピュレータ20の概略構成を図2に示す。図示したように、医療用マニピュレータ20は、ベース部材21、医療用器具を保持するように構成されたステージ22、及びベース部材21とステージ22とをそれぞれ連結する複数のアクチュエータ23を備えたパラレルメカニズムからなる。パラレルメカニズムとは、医療用マニピュレータ20のように、ベース部材21から最終出力であるステージ22までが複数のリンクで並列に接続されている機構をいう。アクチュエータ23の両端とベース部材21及びステージ22とはボールジョイントなどの周知の関節機構24により連結されている。

[0016] 腹腔鏡11は、ステージ22の中央に形成された開孔22a及びベース部材21に形成された相対的に大きな開孔21aに順に挿入されて、ステージ22の開孔22aの周縁に保持される。

[0017] 複数のアクチュエータ23の伸縮量を個別に制御することにより、ベース部材21に対するステージ22の距離及び姿勢(角度)を任意に設定することができる。このとき、ステージ22に保持された腹腔鏡11は、ベース部材21に形成された開孔21a内で変位する。

[0018] 医療用マニピュレータ20がパラレルメカニズムを備えることにより、ステージ22に保持された腹腔鏡11に、図7に示した抜き差し131、ロール132、ピッチ133、及びヨー134の4自由度の運動を行わせることができる。これにより汎用の医療用器具を位置決めすることが可能となる。

[0019] また、パラレルメカニズムを用いることにより、ベース部材から最終出力であるステージまでの間に複数のリンクが直列に連結されたシリアルメカニズムを用いた場合に比べて、医療用マニピュレータ20の小型化・軽量化が容易であり、動作範囲が小さくなり、更に、ステージ22の位置決め精度と剛性が向上する。

[0020] 更に、パラレルメカニズムを用いることにより、シリアルメカニズムを用いた場合に比べて複数のアクチュエータ23の各々に要求される動作精度、出力、剛性は小さくても良い。これにより、各アクチュエータ23を安価にできる。従って、複数のアクチュエータ23の一部又は全部、あるいは医療用マニピュレータ20の全体を使い捨て可能にすることができる。その結果、医療用マニピュレータの清潔性、安全性が向上す

る。

- [0021] 本実施形態では、パラレルメカニズムとして6本のアクチュエータ23を備えたStewart-Gough機構を用いている。これにより、腹腔鏡11に6自由度の運動を行わせることが可能となり、図7に示した4自由度に加えて更に2自由度が加えられることで、冗長性が増し、安全性が向上する。
- [0022] 複数のアクチュエータ23は、少なくとも1つの変形部材を含む。少なくとも1つの変形部材は、少なくとも1つの変形部材に加えられたエネルギー量に応じて変形する。少なくとも1つのアクチュエータは、少なくとも1つの変形部材の変形に応じて、少なくとも1つのアクチュエータの長手方向に沿って伸縮する。
- [0023] 本実施形態では、例えば、少なくとも1つの変形部材の各々が、互いに協働して伸縮するので、腹腔鏡11は多自由度に運動する。
- [0024] 例えば、少なくとも1つの変形部材は、少なくとも1つの変形部材に加えられたエネルギー量に応じて弾性的に変形する。少なくとも1つのアクチュエータは、少なくとも1つの変形部材の弾性的な変形に応じて、少なくとも1つのアクチュエータの長手方向に沿って伸縮する。ここで「弾性的に変形する変形部材」とは、変形部材の外部から加えられるエネルギー量と変形部材の変形の大きさとが比例する部材を意味する。変形部材の外部から変形部材にエネルギーを加えることで変形部材は変形し、変形部材に加えられたエネルギーを除くことで変形部材は元の形状に戻る。「弾性的に変形する変形部材」は、例えば、後述する高分子系人工筋肉「EPAM」(登録商標)である。
- [0025] アクチュエータ23の駆動要素である変形部材としては、外界からの刺激により変形伸縮する性質を備えた材料を用いることが好ましく、更に、その伸縮の程度を制御可能であることが好ましい。このような条件を満足する変形部材としては、特に制限はないが人工筋肉を挙げることができる。人工筋肉とは、人間の筋肉のように柔らかく伸縮するアクチュエータをいう。
- [0026] また、変形部材は洗浄や高温高压に耐えることが特に好ましい。このような変形部材を用いることにより、医療用マニピュレータ20を分解することなく超音波洗浄装置や滅菌装置内に投入して超音波洗浄やオートクレーブ滅菌をすることが可能になる

。

[0027] また、一般に、人工筋肉は、モータなどのアクチュエータに比べて小型且つ軽量であるので、パラレルメカニズムとの組み合わせにより医療用マニピュレータ20の一層の小型化・軽量化を容易に実現できる。本発明者らは、変形部材として人工筋肉を用いて、アクチュエータ23の長さ(縮小時)150mm、伸縮長50mm、ベース部材21の半径60mm、ステージ22の半径30mm、重さ364gという小型軽量の医療用マニピュレータ20の試作機を実現している。

[0028] 医療用マニピュレータ20を小型化・軽量化できることにより以下のような効果が得られる。術者との接触の可能性が低減するので安全性が向上し、占有空間及び動作範囲が小さいので手術の邪魔にならず、超音波洗浄装置や滅菌装置内に分解することなくそのまま投入できる。また、持ち運びや取り付けが容易であるのでセットアップ性が向上し、また、図1に示すような患者装着型の医療用マニピュレータ装置を実現できる。

[0029] マニピュレータ装置が大型且つ大重量である場合、そのようなマニピュレータ装置は一般に手術室の床などに固定して使用される。このような場合、手術中に患者とマニピュレータ装置との位置関係が変わると、腹腔鏡と患者に設けられた腹腔鏡挿入用孔との位置関係が変わり、患者を傷つける可能性がある。図1に示すような患者装着型の医療用マニピュレータ装置であれば、この問題が解消され、安全性が向上する。

[0030] 更に、人工筋肉で代表される変形部材は、その可動範囲が限定されているので、万が一その制御系が暴走しても、DCモータのように運動し続けることはない。また、複数のアクチュエータ23のうちの1つが仮に制御系の暴走などにより制御不能に陥って予期せぬ動作をしようとしても、残りのアクチュエータ23が機械構造的にその動作を抑制するように作用する。従って、高度の安全性を実現できる。

[0031] 一方、人工筋肉は、モータなどの他のアクチュエータに比べて、一般に非力で低剛性である。しかしながら、パラレルメカニズムの複数のアクチュエータ23として人工筋肉を用いることにより、ステージ22を大きな駆動力で駆動することができ、且つ高い剛性と高い位置決め精度でその位置を維持することが可能になる。

- [0032] 人工筋肉としては、形状記憶材料を用いたアクチュエータ(形状記憶アクチュエータ)、高分子材料を用いたアクチュエータ(ポリマーアクチュエータ)、静電力を利用したアクチュエータ(静電アクチュエータ)、空気圧を用いたアクチュエータ(エアアクチュエータ)などを使用することができる。
- [0033] 形状記憶材料とは、事前にその材料に対して特定の形状を記憶させる処理を行っておけば、外力による変形を加えても、ある温度に加熱(又は冷却)すると自らもとの記憶形状に戻ることもできる機能性材料である。このような効果は金属だけに限らず、高分子材料やセラミックなどにおいても発見されている。図3は、金属系形状記憶材料からなる形状記憶アクチュエータ54を備えたアクチュエータ50の一例の概略構成を示した図である。一端が開放された筒状のスリーブ51内に被駆動部材としてのロッド52が挿入されている。スリーブ51の底面51aとロッド52との間には、ロッド52を底面51aから遠ざける向きの付勢力を発生する圧縮コイルバネ53が設けられている。スリーブ51の底面51aとロッド52とを連結する形状記憶アクチュエータ54が、圧縮コイルバネ53が発生する付勢力に対抗している。形状記憶アクチュエータ54としては、例えばトキ・コーポレーション株式会社製の「バイオメタル(BioMetal)」(登録商標)を用いることができる。この形状記憶アクチュエータ54は、通常は柔らかくナイロン系のようにしなやかで引っ張り力を加えて伸ばすことができるが、電流を流すとピアノ線のように強靱となり、事前に記憶させた長さに強い力で収縮する。その後、通電をやめると再び柔らかくなり、再度引っ張ると通電前の長さに伸ばす(戻す)ことができる。形状記憶アクチュエータ54を流れる電流を制御することで、ロッド52を矢印52a方向に移動させることができる。形状記憶アクチュエータとしては図3に限定されず、例えば線状の形状記憶材料をらせん状に巻回して弾性を付与した形状記憶バネであってもよい。
- [0034] ポリマーアクチュエータとは、外界刺激により変形を起こす高分子の総称である。その刺激は、化学的刺激(pHの変化や含浸水分量の変化など)、電氣的刺激、熱刺激、光刺激、磁気刺激など多岐にわたる。その中でも、電氣的刺激によりポリマーを制御するアクチュエータが好ましい。例えば、電圧印加によりポリマー中のイオンが移動してポリマーが変形するICPFアクチュエータ、電圧印加により電界溶液中のイオ

ンをポリマー電極が吸収して変形する導電性ポリマーアクチュエータ、ポリマーそのものが誘電分極されて逆圧電効果により変形する圧電ポリマーアクチュエータ、ポリマー間の電極に生じるクーロン力で中間層のポリマーが変形する電歪ポリマーアクチュエータなどを例示できる。ポリマーアクチュエータは、エネルギー効率が低い、低コストで作製できるなど魅力的な点が多い。図4は、ポリマーアクチュエータ62を備えたアクチュエータ60の一例の概略構成を示した図である。一端が開放された筒状のスリーブ61内に、Artificial Muscle Inc.製のElectroactive Polymer Artificial Muscle(「EPAM」(登録商標))技術を用いた円柱状のポリマーアクチュエータ62が収納されている。ポリマーアクチュエータ62の一端に棒状の被駆動部材としてのロッド63が固定されており、他端はスリーブ61の底面61aに固定されている。ロッド63はスリーブ61の開放端61bより突出している。ポリマーアクチュエータ62に接続された電極64に電圧を印加することにより、ロッド63を矢印63a方向に移動させることができる。このポリマーアクチュエータ62は、図3に示した形状記憶アクチュエータ54に比べて、高い駆動力と大きな変位量を得ることができる。従って、パラレルメカニズムのアクチュエータ23として好ましく利用することができる。また、他の高分子材料からなるポリマーアクチュエータに比べて、耐久性、変位量、動作速度、発生応力の点で優れている。

[0035] 本発明者らは、図3及び図4に示したアクチュエータは、超音波洗浄及びオートクレーブ滅菌が可能であることを確認している。

[0036] 静電アクチュエータは、電荷と電荷の間に働く吸引・反発力(クーロン力)を利用して、物体を駆動するアクチュエータである。

[0037] エアアクチュエータの代表的なものに空気圧シリンダがあるが、人工筋肉としては、フレキシブルマイクロアクチュエータ(FMA)やマッキベン型などが考案されている。

[0038] 図1に示すように、患者101にベルト15を装着し、このベルト15とベース部材21とを可撓性を有する多自由度把持アーム17を介して連結しても良い。これにより、患者101の体に装着するウェアラブル型の医療用マニピュレータ装置10を実現できる。医療用マニピュレータ装置10がウェアラブル型であることにより、手術中に患者101の姿勢を変えても、患者101に対する腹腔鏡11の相対的な位置や姿勢は変化しないから、患者101を傷付けることがなく、高い安全性が確保される。

- [0039] 医療用マニピュレータ装置10を患者101に装着するための固定部材としてベルト15を用いているので、医療用マニピュレータ装置10を患者の所望する位置に容易に装着することができる。例えば、胆嚢摘出手術を行う場合、ベルト15を患者101の下腹部に周回させて装着することができる。下腹部は、胆嚢に近く、また、呼吸等による揺れが少ないので医療用マニピュレータ装置10をしっかりと固定することができる。また、下腹部には骨盤があるので、解剖学上、医療用マニピュレータ装置10の固定に適している。更に、下腹部付近は腹腔鏡の操作空間に適していると術者に認識されており、医療用マニピュレータ装置10が手術の妨げになる可能性は低い。
- [0040] 多自由度把持アーム17は、医療用マニピュレータ装置10の自重によってその形状が変化しない機械的強度と、自由にその形状を変形させることができる可撓性とを有している。その一端は患者101に装着されたベルト15に固定され、他端は医療用マニピュレータ装置10のベース部材21に固定されている。このような多自由度把持アーム17を介して医療用マニピュレータ装置10を患者101に装着することにより、以下のような効果が得られる。
- [0041] 多自由度把持アーム17が所定の機械的強度を有していることにより、患者101に対する医療用マニピュレータ装置10の相対的位置を一定に維持し続けることができる。これにより、手術中に患者101の姿勢を変えても、患者101に対する腹腔鏡11の相対的な位置や姿勢は変化しないから、患者101を傷付けることがなく、高い安全性が確保される。
- [0042] 多自由度把持アーム17が可撓性を有することにより、患者101に対する医療用マニピュレータ装置10の相対的な位置や姿勢などの初期設定(セットアップ)を容易に行える。更に、手術中に医療用マニピュレータ装置10の位置や姿勢の再設定も自由且つ容易に行える。再設定により、再設定前の医療用マニピュレータ20の可動範囲外の視野を新たに得ることができる。医療用マニピュレータ20の可動範囲を広くすれば、患者101に対する医療用マニピュレータ装置10の再設定は不要になる可能性はあるが、医療用マニピュレータ20の動作範囲が拡大することにより手術の邪魔になる可能性がある。可撓性の多自由度把持アーム17を用いることにより、広い撮影範囲と医療用マニピュレータ装置10の小型化とを両立させることができる。

- [0043] 多自由度把持アーム17の材料は特に制限はなく、例えば金属製線材を用いることができる。また、その本数は、1本でも複数本でも良い。
- [0044] 本発明の医療用マニピュレータ20は軽量であるので、多自由度把持アーム17に、上述の機械的強度と可撓性とを併せ持たせることは容易である。
- [0045] 腹腔鏡11は、ステージ22に対する腹腔鏡11の長手方向の角度変化を許容するジョイント機構(図示せず)を介して、ステージ22に保持されていることが好ましい。これにより、ベース部材21に対するステージ22の位置や姿勢が変化したときに、腹腔鏡11は患者101に設けた挿入孔101aを中心とするピッチ及びヨーの動作を無理なく行うことができるので、患者101を傷付けることがなく、高い安全性を確保することができる。このようなジョイント機構としては、特に制限はないが、例えば、ステージ22に対する腹腔鏡11のロールを制限する機構を付加した球面滑り軸受けや、これと同等の作用を有するジョイント機構を用いることができる。
- [0046] また、腹腔鏡11は永久磁石を介してステージ22に保持されることが好ましい。例えば、図2に示すようにステージ22の開口22aの周縁に永久磁石25を取り付け、これと嵌合する腹腔鏡11の部分に取り付けられた金属材料を磁気吸引させることができる。これにより、腹腔鏡11の医療用マニピュレータ20からの取り外しが容易になる。手術中には、電気メス使用時の霧や返り血などにより腹腔鏡11先端のレンズが汚れ、視界が妨げられる場合がある。このような場合に、腹腔鏡11を医療用マニピュレータ20から取り外し、その先端のレンズを洗浄することができる。
- [0047] 本発明は、上記に示した実施形態に限定されず、適宜変更することが可能である。
- [0048] 例えば、上記の実施形態では、ベース部材21とステージ22とを連結する複数のアクチュエータ23の全てが弾性的に変形する変形部材を含む例を示したが、本発明はこれに限定されない。本発明では、複数のアクチュエータ23のうちの少なくとも1つが弾性的に変形する変形部材を含めばよい。また、複数のアクチュエータ23のうちの少なくとも1つに含まれる変形部材の数は、1つに限定されず、複数であってもよい。
- [0049] 上記の実施形態では、複数のアクチュエータ23の全てが弾性的に変形する変形部材を含む例を示したが、本発明はこれに限定されない。

[0050] 例えば、複数のアクチュエータ23の全ては、超弾性的に変形する変形部材を含んでもよい。少なくとも1つの変形部材は、少なくとも1つの変形部材に加えられたエネルギー量に応じて超弾性的に変形する。少なくとも1つのアクチュエータは、少なくとも1つの変形部材の超弾性的な変形に応じて、少なくとも1つのアクチュエータの長手方向に沿って伸縮する。ここで「超弾性的に変形する変形部材」とは、変形部材の外部から加えられるエネルギー量と変形部材の変形の大きさが比例しない部材を意味する。変形部材の外部から変形部材にエネルギーを加えることで変形部材は変形し、変形部材に加えられたエネルギーを除くことで変形部材は元の形状に戻る。「超弾性的に変形する変形部材」は、例えば、「BioMetal」(登録商標)である。なお、BioMetalは、BioMetalの外部から加えられるエネルギー量が所定の大きさである場合には、弾性的に変形する部材に近似して変形する。

[0051] 複数のアクチュエータ23のうちの少なくとも1つが超弾性的に変形する変形部材を含んでもよい。また、複数のアクチュエータ23のうちの少なくとも1つに含まれる変形部材の数は、1つに限定されず、複数であってもよい。

[0052] また、上記の実施形態では、ベース部材21と、ステージ22と、これらを連結する複数のアクチュエータ23とがパラレルメカニズムを構成していたが、本発明の医療用マニピュレータではパラレルメカニズムが構成されている必要はない。例えば、ベース部材と、ステージと、これらを連結する複数のアクチュエータとがシリアルメカニズムを構成していても良い。

[0053] 以下、変形部材付きアクチュエータを含むシリアルメカニズムの例を説明する。本発明のシリアルメカニズムは、例えば第1及び第2のアクチュエータを備える。第1及び第2のアクチュエータの各々は1つの変形部材を含む。第1及び第2のアクチュエータの各々は変形部材の変形に応じてその長手方向に沿って伸縮する。第1のアクチュエータの一端はベース部材に接続され、第1のアクチュエータの他端は第2のアクチュエータの一端に接続され、第2のアクチュエータの他端はステージに接続されている。ベース部材に対する第1のアクチュエータの長手方向の向きは一定である。第1及び第2のアクチュエータの間の角度は一定で、例えば角度dである。

[0054] 本発明のシリアルメカニズムの最大占有範囲は、最大長に伸びた第2のアクチュエ

ータが第1のアクチュエータによって移動する平行四辺形の内側領域である。本発明のシリアルメカニズムがステージを位置決めできる範囲(位置決め可能範囲)は、上記平行四辺形に含まれる。第2のアクチュエータの最短長はゼロではないので、位置決め可能範囲は、最大占有範囲より小さく、一致することはない。

[0055] 一方、従来技術のシリアルメカニズムは、例えば一定長さの第1及び第2のロッドと2つの回動部とを備える。各回動部は、一軸回りの回転運動を行う。第1のロッドの一端は1つの回動部を介してベース部材に接続され、第1のロッドの他端は別の1つの回動部を介して第2のロッドの一端に接続され、第2のロッドの他端はステージに接続されている。

[0056] 従来技術のシリアルメカニズムの最大占有範囲は、ベース部材を中心とし、第1及び第2のロッドの合計長を半径とする円の内側領域である。従来技術のシリアルメカニズムがステージを位置決めできる範囲(位置決め可能範囲)は、第2のロッド長が第1のロッド長と同一又はこれより長い場合に最大となり、この場合、上記円の内側領域と一致する。

[0057] 本発明のシリアルメカニズムと従来技術のシリアルメカニズム(変形部材なし)とを比較する。

[0058] 従来技術のシリアルメカニズムでは、最大占有範囲と位置決め可能範囲とを一致させることができる。これに対して、本発明のシリアルメカニズムでは、最大占有範囲は、位置決め可能範囲より常に大きい。従って、従来技術のシリアルメカニズムは、最大占有範囲内に位置決めできない無駄な領域が存在しないように設計することが可能であるので、最大占有範囲の有効利用の観点からは、本発明のシリアルメカニズムに比べて有利である。

[0059] しかしながら、医療用マニピュレータでは、一般に大きな位置決め可能範囲は必要ない。即ち、特定の限られた範囲内でステージを位置決めできれば十分である。この範囲を位置決め必要範囲と呼ぶことにする。ステージを位置決め必要範囲内で位置決めする際のシリアルメカニズムの占有範囲を考える。本発明のシリアルメカニズムは、回動部を備えておらず、2つの変形部材をそれぞれ伸縮することでステージの位置決めを行う。これに対して、従来技術のシリアルメカニズムは、2本のロッド長は一

定で、その向きを変えることでステージの位置決めを行う。従って、シリアルメカニズムの占有範囲の、位置決め必要範囲からはみ出し面積は、本発明のシリアルメカニズムは、従来技術のシリアルメカニズムに比べて一般に小さい。よって、本発明のシリアルメカニズムを用いれば、マニピュレータ装置の動作時における占有範囲を実質的に小さくすることができる。

[0060] 上記の実施形態では、医療用器具として腹腔鏡11を備えた医療用マニピュレータ装置を説明した。しかしながら、医療用マニピュレータ20によって位置決めされる医療用器具は腹腔鏡に限定されず、例えば、腹腔鏡と同様に患者の体内を撮影するカメラを搭載した胸腔鏡であっても良い。あるいは、組織の除去、生検サンプリング等の内科又は外科医療等に使用される各種機能鉗子器具等であっても良い。

[0061] ここで、腹腔鏡(又は胸腔鏡)の構成に特に制限はない。例えば、患者に挿入される細い管(光学視管又は鏡筒という)内にレンズ系と照明用のファイバーが内蔵されており、カメラ自体はこの細い管の一端に接続された太い部分に内蔵されているタイプ、患者に挿入される細い管の先端に小さなカメラが装着されているタイプなど、従来から汎用されているものを使用することができる。

[0062] 医療用マニピュレータ20に搭載される医療用器具としては、例えば特別に小型軽量化した特殊な器具を使用する必要はなく、腹腔鏡下手術において従来から使用されていた汎用の器具をそのまま使用することができる。これは、医療用マニピュレータ20がパラレルメカニズムを備えていることにより、大きな駆動力と高い位置決め精度を有しているからである。

[0063] 上記の実施形態では、患者の体に装着するウェアラブル型の医療用マニピュレータ装置を説明した。しかしながら、本発明はこれに限定されず、手術台付近の手術室の床に固定したり、手術台付近の手術室の天井から吊り下げたり、あるいは、手術台に固定したりして使用される固定型の医療用マニピュレータ装置であっても良い。固定型の場合であっても、上述の多自由度把持アーム17を介在させて医療用マニピュレータ装置10を支持すると、患者101に対する医療用マニピュレータ装置10の相対的な位置や姿勢などの初期設定や手術中の再設定を自由且つ容易に行える。また、固定型の方が、ウェアラブル型に比べて、医療用マニピュレータ装置10の位置や

姿勢の設定が容易である場合もある。

- [0064] 以上に説明した実施の形態は、いずれもあくまでも本発明の技術的内容を明らかにする意図のものであって、本発明はこのような具体例にのみ限定して解釈されるものではなく、その発明の精神と請求の範囲に記載する範囲内でいろいろと変更して実施することができ、本発明を広義に解釈すべきである。

産業上の利用可能性

- [0065] 腹腔鏡下手術は、その低侵襲性や美容面での優位性だけでなく、医療経済的にも入院期間の短縮などのメリットが認められ、急速に普及してきている。本発明はこの腹腔鏡下手術において特に高い利用価値を有している。

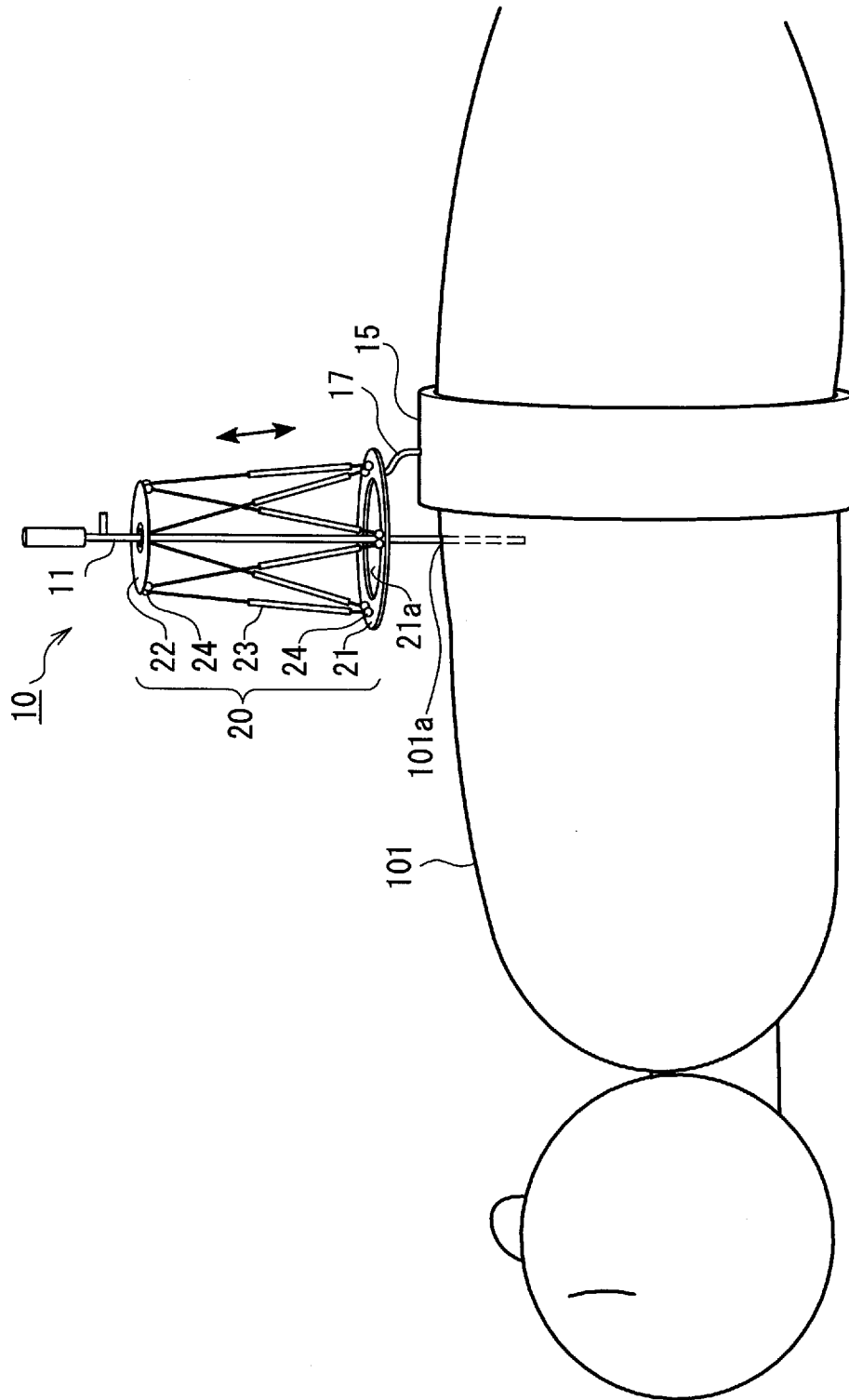
請求の範囲

- [1] ベース部材と、
医療用器具を保持するように構成されたステージと、
前記ベース部材と前記ステージとを連結する複数のアクチュエータと
を備えた医療用マニピュレータであって、
前記複数のアクチュエータのうちの少なくとも1つのアクチュエータは、少なくとも1
つの変形部材を含み、
前記少なくとも1つの変形部材は、前記少なくとも1つの変形部材に加えられたエネ
ルギー量に応じて変形し、
前記少なくとも1つのアクチュエータは、前記少なくとも1つの変形部材の変形に応
じて、前記少なくとも1つのアクチュエータの長手方向に沿って伸縮する医療用マニ
ピュレータ。
- [2] 前記少なくとも1つの変形部材は、前記少なくとも1つの変形部材に加えられたエネ
ルギー量に応じて弾性的に変形し、
前記少なくとも1つのアクチュエータは、前記少なくとも1つの変形部材の弾性的な
変形に応じて、前記少なくとも1つのアクチュエータの長手方向に沿って伸縮する請
求項1に記載の医療用マニピュレータ。
- [3] 前記少なくとも1つの変形部材は、前記少なくとも1つの変形部材に加えられたエネ
ルギー量に応じて超弾性的に変形し、
前記少なくとも1つのアクチュエータは、前記少なくとも1つの変形部材の超弾性的
な変形に応じて、前記少なくとも1つのアクチュエータの長手方向に沿って伸縮する
請求項1に記載の医療用マニピュレータ。
- [4] 前記少なくとも1つの変形部材は人工筋肉を含む請求項1に記載の医療用マニピ
ュレータ。
- [5] 前記人工筋肉は高分子材料を含む請求項4に記載の医療用マニピュレータ。
- [6] 前記複数のアクチュエータの各々は前記ベース部材と前記ステージとを連結する
請求項1に記載の医療用マニピュレータ。
- [7] 前記ベース部材と前記ステージと前記複数のアクチュエータとはStewart-Gough機

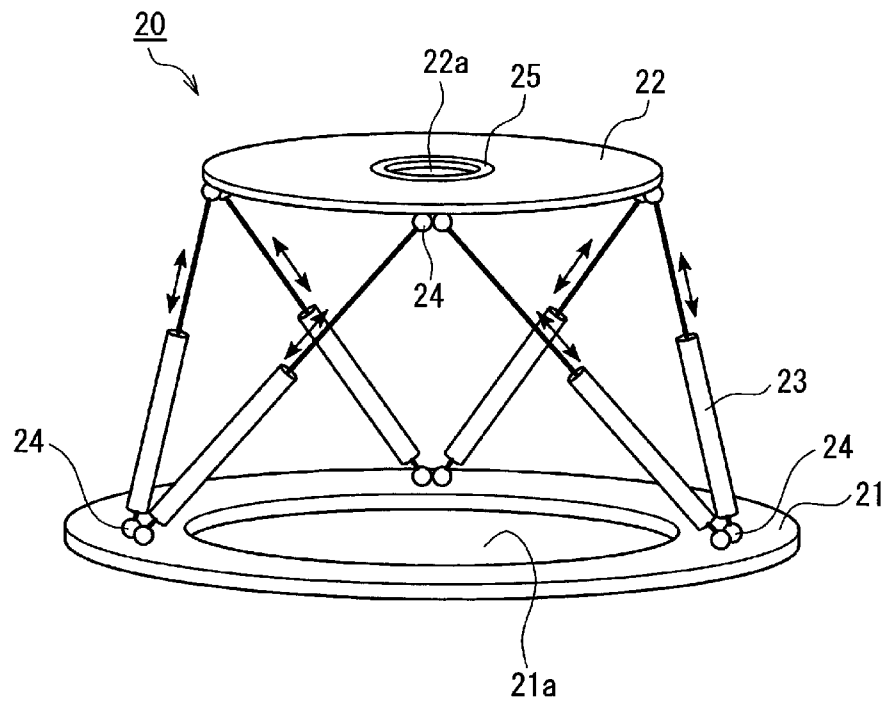
構を構成する請求項1に記載の医療用マニピュレータ。

- [8] 請求項1に記載の医療用アクチュエータと、前記ステージに保持された医療用器具とを備えた医療用マニピュレータ装置。
- [9] 前記医療用器具が腹腔鏡または胸腔鏡である請求項8に記載の医療用マニピュレータ装置。
- [10] 更に、患者に固定される固定部材と、前記固定部材と前記ベース部材とを連結する可撓性を有する多自由度把持アームとを備えた請求項8に記載の医療用マニピュレータ装置。
- [11] 前記固定部材が、前記医療用マニピュレータ装置を患者の下腹部の骨盤付近に装着するためのベルトである請求項10に記載の医療用マニピュレータ装置。
- [12] 前記医療用器具は前記ステージに永久磁石を介して保持されている請求項8に記載の医療用マニピュレータ装置。

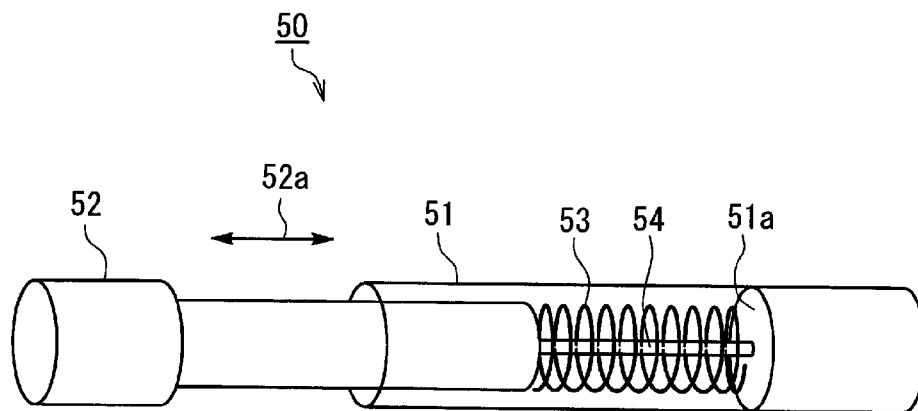
[図1]



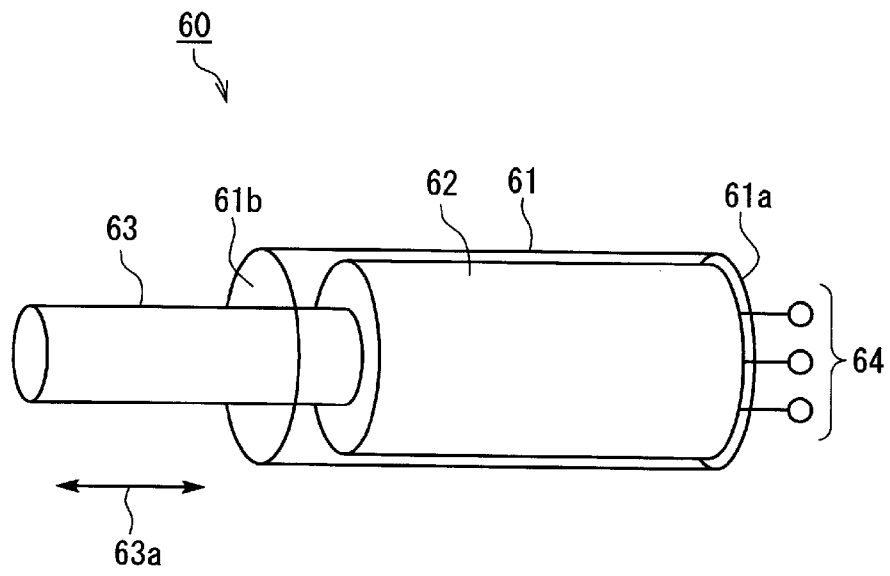
[図2]



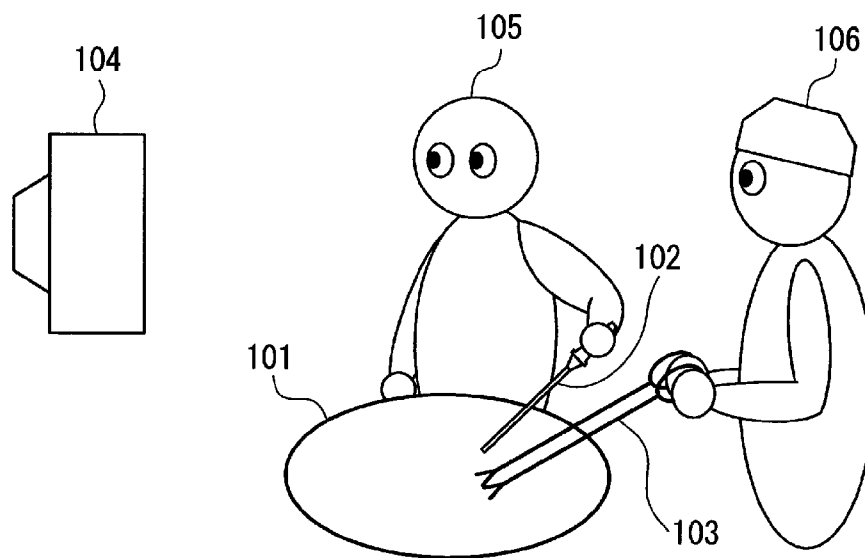
[図3]



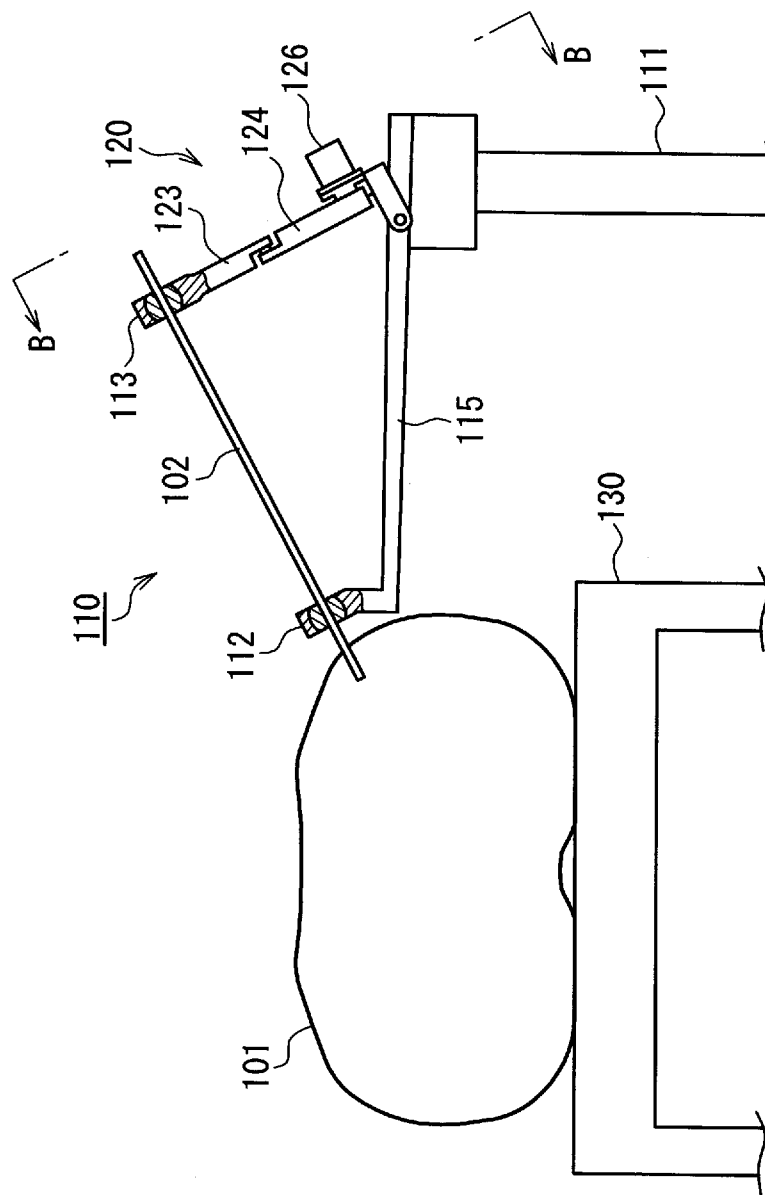
[図4]



[図5]



[図6A]



A diagram of a surgical instrument, such as a stapler or suture driver. It features a curved blade (101) with a distal tip (101a). The blade is connected to a handle (102) via a joint (132). The handle has a trigger (133) and a release button (134). The blade is shown in a retracted position, with arrows indicating its movement.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/060524

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B19/00(2006.01) i, A61B1/00(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B19/00, A61B1/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 6-46935 B2 (Director General, Agency of Industrial Science and Technology), 22 June, 1994 (22.06.94), Column 3, line 47 to column 4, line 22; Figs. 1, 2 (Family: none)	1-3, 6-12, 4, 5
Y	JP 2004-283925 A (Canon Inc.), 14 October, 2004 (14.10.04), Par. No. [0015]; Figs. 1, 7 & US 2004-0196546 A1	4, 5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
03 August, 2007 (03.08.07)

Date of mailing of the international search report
14 August, 2007 (14.08.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. A61B19/00(2006.01)i, A61B1/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. A61B19/00, A61B1/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 7 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 7 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 7 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 6-46935 B2 (工業技術院長) 1994. 06. 22, 第 3 欄第 47 行-第 4 欄 第 22 行、第 1、2 図 (ファミリーなし)	1-3, 6-12, 4, 5
Y	JP 2004-283925 A (キャノン株式会社) 2004. 10. 14, 段落【0015】、 第 1、7 図 & US 2004-0196546 A1	4, 5

C 欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 3 . 0 8 . 2 0 0 7

国際調査報告の発送日

1 4 . 0 8 . 2 0 0 7

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

内藤 真徳

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 4 6

3 I

9 0 3 3