

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017 年 4 月 20 日(20.04.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/065016 A1

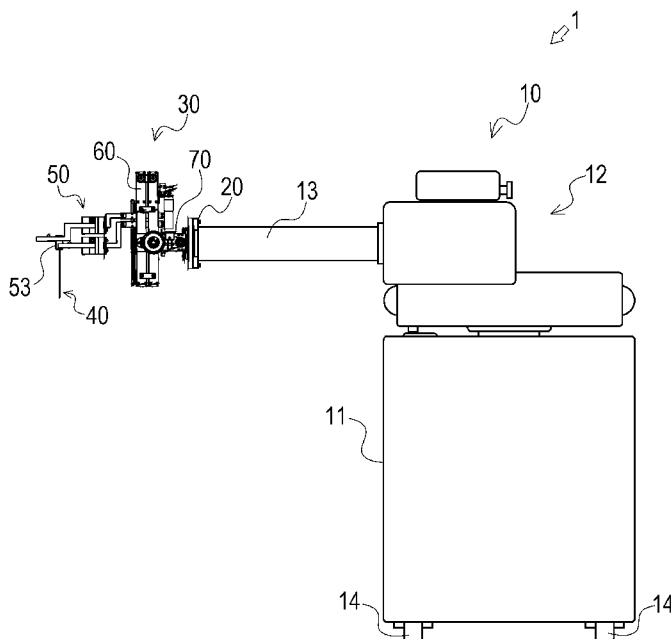
- (51) 国際特許分類:
A61B 34/35 (2016.01) A61B 17/34 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/078920
- (22) 国際出願日: 2016 年 9 月 29 日(29.09.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-202482 2015 年 10 月 13 日(13.10.2015) JP
- (71) 出願人: 国立大学法人 岡山大学 (NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION OKAYAMA UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒7008530 岡山県岡山市北区津島中一丁目 1 番 1 号 Okayama (JP).
- (72) 発明者: 北村 浩基 (KITAMURA Hiroki); 〒7008530 岡山県岡山市北区津島中一丁目 1 番 1 号 国立大学法人岡山大学内 Okayama (JP). 部矢明 (HEYA Akira); 〒7008530 岡山県岡山市北区津島中一丁目 1 番 1 号 国立大学法人岡山大学内 Okayama (JP). 難波 孝文 (NAMBA Takafumi); 〒7008530 岡山県岡山市北区津島中一丁目 1 番 1 号 国立大学法人岡山大学内 Okayama (JP). 亀川

- 哲志 (KAMEGAWA Tetsushi); 〒7008530 岡山県岡山市北区津島中一丁目 1 番 1 号 国立大学法人岡山大学内 Okayama (JP). 松野 隆幸 (MATSUNO Takayuki); 〒7008530 岡山県岡山市北区津島中一丁目 1 番 1 号 国立大学法人岡山大学内 Okayama (JP). 平木 隆夫 (HIRAKI Takao); 〒7008530 岡山県岡山市北区津島中一丁目 1 番 1 号 国立大学法人岡山大学内 Okayama (JP).
- (74) 代理人: 矢野 寿一郎 (YANO Juichiro); 〒5406134 大阪府大阪市中央区城見二丁目 1 番 6 1 号 ツイン 2 1 M I D タワー 3 4 階 特許業務法人矢野内外国特許事務所 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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: PUNCTURE ROBOT

(54) 発明の名称: 穿刺ロボット



(57) Abstract: The purpose of the invention is to provide a puncture robot that can precisely move, to the extent possible, a needle in the puncture direction by setting needle position and orientation in a CT gantry while suppressing the generation of artifacts. Provided is a puncture robot 1 comprising a puncture unit 30, said puncture robot being configured such that: the puncture unit 30 comprises an arm unit 50 on which a puncture needle 40 is mounted on the tip thereof, a frame unit 60 on which the arm unit 50 is mounted, and a base unit 70 that supports the frame unit 60; the frame unit 60 comprises a first frame 61 and a second frame 62 that are rectangular frames and that are each provided with an advancing and retracting shaft 64 extending in the vertical direction in the interior thereof, and a connecting rod 63 that connects the first frame 61 and the second frame 62 so as to face each other; the arm unit 50 comprises an upper arm 51 that supports the base end side of the puncture needle 40 and a lower arm 52 that supports the puncture needle 40 closer to the tip side than the upper arm 51, with the puncture needle 40 being mounted to be parallel to the advancing and retracting shaft 64; and the upper arm 51 and the lower arm 52 are advanced and retracted along the advancing and retracting shaft 64.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/065016 A1



(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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

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

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

C T ガントリ内でアーチファクトの発生を抑えながら針の位置姿勢を設定してできるだけ正確に穿刺方向に針を移動させることのできる穿刺ロボットを提供する。 穿刺部 30 を有する穿刺ロボット 1 において、穿刺部 30 は、先端に穿刺針 40 を装着したアーム部 50 と、アーム部 50 を装着したフレーム部 60 と、フレーム部 60 を支持するベース部 70 を備え、フレーム部 60 は、矩形枠状であって内側に上下方向に延伸させた進退軸 64 をそれぞれ設けた第 1 フレーム 61 及び第 2 フレーム 62 と、第 1 フレーム 61 と第 2 フレーム 62 を互いに対向させて連結する連結桿 63 とを備え、アーム部 50 は、穿刺針 40 の基端側を支持する上側アーム 51 と、この上側アーム 51 よりも穿刺針 40 の先端側を支持する下側アーム 52 とを備え、進退軸 64 と平行に穿刺針 40 を装着し、上側アーム 51 と下側アーム 52 とを進退軸 64 に沿って進退移動させる。

明 細 書

発明の名称： 穿刺ロボット

技術分野

[0001] 本発明は、穿刺ロボットに関するものであり、特に、ＣＴ（Ｃｏｍｐｕｔｅｄ Ｔｏｍｏｇｒａｐｈｙ）によるＸ線透視下で腫瘍等の病変部に穿刺針を穿刺する際に使用する穿刺ロボットに関する。

背景技術

[0002] ＣＴ透視ガイド下で針を穿刺して行うインターベンションにはラジオ波治療、凍結治療、生検、ドレナージなど多岐にわたっており、昨今、この手技が広く行われている。例えば、このラジオ波治療では、ラジオ波治療用の穿刺針を腫瘍に穿刺してラジオ波電流を流しているが、穿刺針で正確に腫瘍を穿刺する必要がある。そこで、ＣＴ等を用いてＸ線による透視を行って腫瘍の位置、及び穿刺針の位置を確認しながら穿刺を行っている。

[0003] また、体内にある腫瘍などにＣＴによるＸ線透視下で穿刺針を穿刺して組織を採取して検査する、いわゆるＣＴガイド下生検が行われている。このＣＴガイド下生検でも、穿刺針で正確に腫瘍を穿刺する必要がある。そこで、ＣＴ等を用いてＸ線による透視を行って腫瘍の位置、及び穿刺針の位置を確認しながら穿刺を行っている。

[0004] これらの穿刺作業は、施術者による手作業で行っているが、Ｘ線を照射しているＣＴのガントリの近傍での作業であり、穿刺針を支持している手など、施術者の身体がＸ線に曝されることがある。そこで、施術者のＸ線被曝をできるだけ回避するように鉛の入ったエプロンを着用するなどして作業しているが、Ｘ線被曝を完全に解消することは困難であった。

[0005] そこで、施術者に代わって穿刺作業を行うロボットを開発することが求められていた。

[0006] なお、ラジオ波治療やＣＴガイド下生検で用いる穿刺針ではなく、硬膜外腔に穿刺する硬膜外針において、穿刺圧力を検知する圧力センサを設けて、

この圧力センサで硬膜外針の針先が硬膜外腔に到達した瞬間を検出する穿刺システムが提案されているが（例えば、特許文献 1 参照。）、穿刺作業自体は施術者が行っていた。

[0007] 本発明者らは、このような現状に鑑み、施術者が遠隔操作することにより穿刺作業を行うロボットの開発を開始した。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開 2 0 1 3 - 0 0 9 9 1 9 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] C T による X 線透視下で穿刺作業する際には、C T ガントリの狭隘な空間の中で針の位置と姿勢を設定しなくてはならない。そのため、針の姿勢を決めるための回転中心を針の近傍に設置する必要がある。

一方で、C T ガントリ内に金属材料が存在すると、アーチファクトを引き起こし C T 画像に悪影響を及ぼすため、針を回転させるための駆動モータやセンサを針の近傍に配置することはできない。

[0010] また、皮膚や腫瘍など動きやすい部位を針が貫くためには、ある程度の穿刺スピードと穿刺の直動の精度が必要である。また、誤って骨などに穿刺針が接触した際に穿刺針が撓む可能性があるので、これを検知するためのセンサを取り付ける必要がある。

[0011] そこで、穿刺針をできるだけ早く穿刺方向に移動させようとする、と、穿刺針に振動が生じやすくなり、この振動によって腫瘍に対して針先が逃げるおそれがあり、振動を抑制しながら穿刺針をできるだけ早く穿刺方向に移動させる必要があった。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明の穿刺ロボットでは、ロボット本体と、このロボット本体が備えた任意の方向に移動する移動端部に装着した穿刺部とを有し、穿刺部は、先端

に穿刺針を装着したアーム部と、このアーム部の基端を装着したフレーム部と、このフレーム部を支持するベース部とを備えているものである。

[0013] 特に、本発明の穿刺ロボットのフレーム部は、矩形枠状であって内側に上下方向に延伸させた進退軸をそれぞれ設けた第1フレーム及び第2フレームと、この第1フレームと第2フレームとを互に対向させて連結する連結桿とを備え、さらに、アーム部は、穿刺針の基端側を支持する上側アームと、この上側アームよりも穿刺針の先端側を支持する下側アームとを備えて、進退軸と平行に穿刺針を装着し、上側アームと下側アームとを進退軸に沿って進退移動させることで穿刺針を穿刺方向に進退移動させることとした。

[0014] さらに、本発明の穿刺ロボットでは、上側アームの中途部に6軸力センサからなる第1センサを設けるとともに、下側アームの中途部に6軸力センサからなる第2センサを設けることにも特徴を有し、さらには、上側アームと下側アームはクランク状に屈曲させて、穿刺針を穿刺方向にオフセットしていることにも特徴を有するものである。

[0015] さらに、本発明の穿刺ロボットでは、上側アームと下側アームは第1センサと第2センサよりも穿刺針側の部分を樹脂材料で形成していることにも特徴を有するものである。

[0016] また、本発明では、本発明の穿刺ロボットのフレーム部は、矩形枠状であって内側に上下方向に延伸させた進退軸をそれぞれ設けた第1フレーム及び第2フレームと、この第1フレームと第2フレームとを互に対向させて連結する連結桿とを備え、さらに、アーム部は、進退軸と平行に穿刺針を装着するとともに、その中途部に穿刺針を穿刺方向に沿って進退するアクチュエータを備えて、上側アームと下側アームとを進退軸に沿って進退移動させることで穿刺針を穿刺部位近傍に進退移動させ、穿刺部位近傍における穿刺針の穿刺動作時に前記アクチュエータを瞬発的に駆動して穿刺部位に瞬発的に穿刺することとした。

[0017] さらに、本発明の穿刺ロボットでは、アーム部はその中途部に6軸力センサからなる二つのセンサを積層して設けることにも特徴を有するものである。

。

[0018] さらに、本発明の穿刺ロボットでは、アーム部は先端に穿刺針を把持する針把持部を有し、針把持部は前記アーム部に対して着脱自在であることにも特徴を有するものである。

[0019] さらに、本発明の穿刺ロボットでは、針把持部は樹脂材料で形成していることにも特徴を有するものである。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、フレーム部を、矩形枠状であって内側に上下方向に延伸させた進退軸をそれぞれ設けた第1フレーム及び第2フレームと、この第1フレームと第2フレームとを互に対向させて連結する連結棒とで構成し、さらに、進退軸と平行に穿刺針を装着し、上側アームと下側アームとを進退軸に沿って進退移動させることで、狭い空間内で穿刺作業を行う場合であっても穿刺針から離れた位置から穿刺針の進退移動と姿勢変更が可能となる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明の実施例1に係る穿刺ロボットを示す側面図。

[図2]実施例1の穿刺部を示す斜視図。

[図3]実施例1の穿刺部を示す側面図。

[図4]実施例1の穿刺部を示す正面図。

[図5]実施例1の穿刺部を示す下面図。

[図6]図2においてフレーム部の一部を取り除いた状態の実施例1の穿刺部を示す斜視図。

[図7]本発明の実施例2に係る穿刺ロボットを示す側面図。

[図8]同じく穿刺ロボットを示す斜視図。

[図9]実施例2の穿刺部（フレームカバーを取り外した状態）を示す斜視図。

[図10]実施例2の穿刺部（フレームカバーを取り外した状態）を示す側面図。

。

[図11]実施例2の穿刺部（フレームカバー及び第1フレーム及び第2フレームの各第2側壁を取り外した状態）を示す側面図。

発明を実施するための形態

[0022] 次に、発明の実施の形態を図を用いて説明する。

[0023] [実施例 1]

実施例 1 に係る穿刺ロボット 1 は、図 1 に示すように、ロボット本体 10 と、このロボット本体 10 が備える任意の方向に移動する移動端部 20 に装着される穿刺部 30 とを有するものである。穿刺部 30 は、ロボット本体 10 の手先部となる部分である。

[0024] ロボット本体 10 は、直方体形状の筐体部 11 と、この筐体部 11 の上部に配置される駆動部 12 と、この駆動部 12 の一端に水平状態に装着されて先端側を筐体部 11 の外側に延伸させた連結ロッド 13 とを主に備えている。さらに、筐体部 11 の側面の上端に図示しない取っ手部を設けるとともに、筐体部 11 の底面部分には複数のキャスター 14 を有し、使用者が取っ手部を把持してロボット本体 10 を移動自在としている。駆動部 12 は、図示しない複数のアクチュエータにより連結ロッド 13 の先端に設けたフランジ形状の移動端部 20 を進退方向、上下方向（昇降方向）、左右方向の 3 次元で移動させるための部分である。ロボット本体 10 は、移動端部 20 の進退方向、及び上下方向と左右方向の移動を直動関節により動作させる。また、駆動部 12 は、図示しないアクチュエータにより連結ロッド 13 を連結ロッド 13 A の軸周りに回転させることができる。ロボット本体 10 は、駆動部 12 を駆動して連結ロッド 13 の先端に設けた移動端部 20 に装着される穿刺部 30 を所望の位置に移動可能としている。ロボット本体 10 は、直動関節を動作させることにより穿刺部 30 を進退方向、上下方向ならびに左右方向に移動させることで、例えば、CT のガントリの近傍のような狭い空間においても穿刺部 30 を安定な軌道で移動させることができる。

[0025] 連結ロッド 13 の先端に配置される移動端部 20 には、穿刺部 30 を装着している。

なお、穿刺部 30 においては、図 2、図 3 で示す両矢印方向を前後方向とする。

- [0026] 穿刺部30は、図2～6に示すように、先端に穿刺針40を装着したアーム部50と、このアーム部50の基端を装着したフレーム部60と、このフレーム部60を支持するベース部70とを備えており、ベース部70を介して連結ロッド13の移動端部20に固定装着している。したがって、ロボット本体10が有する連結ロッド回動用のアクチュエータ（図示せず）で連結ロッド13が軸周りに回動操作されると、穿刺部30は連結ロッド13を回動軸として回動する。
- [0027] ベース部70は、連結ロッド13の先端の移動端部20が装着される円板状の基端板71と、基端板71の左右両端からそれぞれ前方に向けて延伸させてフレーム部60を回動自在に支持する平板状の第1支持片72と第2支持片73とで、平面視略コ字状としている。
- [0028] 基端板71の後側には、連結ロッド13の先端を取り付けるガイド部74を設けており、ガイド部74に連結ロッド13の先端を取り付けて位置決めし、フランジ形状の移動端部20の後端面からクランプネジを装着して、移動端部20の先端に穿刺部30を固定している。
- [0029] 基端板71の前側には、後述するようにフレーム部60を回動操作するためのフレーム部回動用モータ75を取り付けている。
- [0030] フレーム部60は、矩形枠状であって内側に上下方向に延伸させた進退軸64（例えば、ボールねじのねじ軸）をそれぞれ設けた第1フレーム61及び第2フレーム62と、この第1フレーム61と第2フレーム62とを互いに対向させて連結する複数の連結桿63とを備えている。特に、連結桿63で第1フレーム61と第2フレーム62と連結することで、平行リンクを構成している。
- [0031] 第1フレーム61及び第2フレーム62は同一構造であり、代表して第1フレーム61について説明する。
- [0032] 第1フレーム61は、上下方向に延伸して互いに対向した平板状の第1側壁65及び第2側壁66と、第1側壁65と第2側壁66の上側端縁を連結する平板状の第3側壁67と、第1側壁65と第2側壁66の下側端縁を連

結する平板状の第4側壁68とで縦長の矩形枠状としている。

[0033] さらに、第1フレーム61では、第3側壁67寄りの第1側壁65と第2側壁66との間に中間壁69を架設している。

[0034] 第4側壁68と中間壁69には、第1側壁65及び第2側壁66と平行に上下方向に延伸させた進退軸64を支持する下部軸受81と上部軸受82とを設けて、進退軸64を回動自在に装着している。

[0035] さらに、進退軸64は、上部軸受82よりも上方に突出させて延伸させており、上方に突出した進退軸64の上端に第1傘歯車83を装着している。

[0036] この第1傘歯車83と噛合する第2傘歯車84は、第1傘歯車83の上方側であって第1側壁65と第2側壁66に回動自在に架設した回動軸85に装着している。

[0037] 回動軸85は、第2側壁66側の端部を外側方に延伸させて突出させ、突出した回動軸85に連動用プーリ86を装着している。第1フレーム61の連動用プーリ86と、第2フレーム62の連動用プーリ86は同一形状のプーリであって、連動用タイミングベルト87を介して連動連結している。

[0038] さらに、フレーム部60では、第1フレーム61の中間壁69に、回動軸用駆動モータ89を装着するための支持板88を装着し、この支持板88に、回動軸用駆動モータ89の出力軸89aを上下方向に延伸させて回動軸用駆動モータ89を装着している。

[0039] 回動軸用駆動モータ89の出力軸89aには、進退軸用駆動プーリ90を装着し、第1フレーム61の進退軸64には、進退軸用従動プーリ91を装着して、進退軸用駆動プーリ90と進退軸用従動プーリ91とを進退軸用タイミングベルト92で連動連結している。進退軸用従動プーリ91は、第1フレーム61の進退軸64に設けた第1傘歯車83と、第1フレーム61の中間壁69との間に装着している。

[0040] フレーム部60では、回動軸用駆動モータ89を駆動させることで進退軸用タイミングベルト92を介して第1フレーム61の進退軸64を回動させ、さらに、連動用タイミングベルト87を介して連動連結された第2フレー

ム 6 2 の進退軸 6 4 を第 1 フレーム 6 1 の進退軸 6 4 と同様に回転させることとしている。

[0041] フレーム部 6 0 の第 1 フレーム 6 1 と第 2 フレーム 6 2 は、それぞれ第 1 側壁 6 5 と第 2 側壁 6 6 の外側面に外側方に向けて突出させた枢軸 9 3、9 4 を設けており、この枢軸 9 3、9 4 をベース部 7 0 の第 1 支持片 7 2 及び第 2 支持片 7 3 の所定位置に設けた軸受 9 5 で軸支している。すなわち、フレーム部 6 0 の第 1 フレーム 6 1 及び第 2 フレーム 6 2 は、ベース部 7 0 に対して回転自在となっている。

[0042] さらに、第 1 フレーム 6 1 の第 2 側壁 6 6 側に設けた枢軸 9 4 は、ベース部 7 0 の第 1 支持片 7 2 よりも外側方に突出させて、フレーム部用従動プーリ 9 6 を装着している。

[0043] このフレーム部用従動プーリ 9 6 は、ベース部 7 0 の基端板 7 1 の前側に設けたフレーム部回転用モータ 7 5 の出力軸 9 7 に装着したフレーム部用駆動プーリ 9 8 と、回転操作用タイミングベルト 9 9 を介して連動連結して、フレーム部回転用モータ 7 5 によって第 1 フレーム 6 1 を回転操作するとともに、連結桿 6 3 を介して第 1 フレーム 6 1 と連結した第 2 フレーム 6 2 を回転操作している。

[0044] アーム部 5 0 は、穿刺針 4 0 の基端側を支持する上側アーム 5 1 と、この上側アーム 5 1 よりも穿刺針 4 0 の先端側を支持する下側アーム 5 2 とを備えて、フレーム部 6 0 の進退軸 6 4 と平行に穿刺針 4 0 を装着可能としている。

[0045] 上側アーム 5 1 は、後述する平面視コ字状の上側連結体 1 0 1 と、上側左側中間片 1 0 7 と、上側左側中間片 1 0 8 と、第 1 センサ 1 1 1 と、上側先端アーム部 1 2 0 とから主に構成されている。上側アーム 5 1 は、後述するソケット 5 3 を介して穿刺針 4 0 の基端側を支持する。

下側アーム 5 2 は、後述する平面視コ字状の下側連結体 1 0 3 と、下側左側中間片 1 0 9 と、下側右側中間片 1 1 0 と、第 2 センサ 1 1 2 と、下側先端アーム部 1 3 0 とから主に構成されている。下側アーム 5 2 は、上側アーム

ム 5 1 がソケット 5 3 を支持する部分よりも穿刺針 4 0 の先端側を支持する。
。

[0046] 特に、穿刺針 4 0 を支持する上側アーム 5 1 の先端の近傍、及び下側アーム 5 2 の先端には、穿刺針 4 0 を着脱自在に固定する略直方体状のソケット 5 3 を設けている。ソケット 5 3 は、上側アーム 5 1 及び下側アーム 5 2 をそれぞれ左右に開いて、上側アーム 5 1 及び下側アーム 5 2 から取外し可能としており、必要に応じて、穿刺針 4 0 が固定されたソケット 5 3 をアーム部 5 0 から取り外して、アーム部 5 0 から速やかに穿刺針 4 0 を取り外し可能としている。すなわち、穿刺針 4 0 を患者に対して穿刺した状態において、万が一にでも穿刺針 4 0 を緊急的に抜去する必要性が生じた場合に、手作業でも穿刺針 4 0 を抜去可能としている。

なお、ソケットの形状は、本実施形態に限定するものではなく、各種穿刺針の形状に対応して適宜決定すればよい。

[0047] 上側アーム 5 1 と下側アーム 5 2 とは、基端側をフレーム部 6 0 に装着している。具体的には、上側アーム 5 1 の基端側には、フレーム部 6 0 の第 1 フレーム 6 1 の進退軸 6 4 に螺合した上側移動体 1 0 0 と、第 2 フレーム 6 2 の進退軸 6 4 に螺合した上側移動体 1 0 0 とを一体的に連結した平面視コ字状の上側連結体 1 0 1 を設け、この上側連結体 1 0 1 を介して上側アーム 5 1 の基端側をフレーム部 6 0 に装着している。同様に、下側アーム 5 2 の基端側には、フレーム部 6 0 の第 1 フレーム 6 1 の進退軸 6 4 に螺合した下側移動体 1 0 2 と、第 2 フレーム 6 2 の進退軸 6 4 に螺合した下側移動体 1 0 2 とを一体的に連結した平面視コ字状の下側連結体 1 0 3 を設け、この下側連結体 1 0 3 を介して下側アーム 5 2 の基端側をフレーム部 6 0 に装着している。

[0048] 上述した進退軸 6 4 と上側移動体 1 0 0、進退軸 6 4 と下側移動体 1 0 2 は、それぞれボールねじ機構を構成し、回動軸用駆動モータ 8 9 を駆動させることで進退軸用タイミングベルト 9 2 を介して第 1 フレーム 6 1 の進退軸 6 4 及び第 2 フレーム 6 2 の進退軸 6 4 を回動して、上側移動体 1 0 0 及び

下側移動体 102 の進退軸 64 上の位置を変更することができる。すなわち、このようなボールねじ機構により、回転軸用駆動モータ 89 を駆動させるにより上側アーム 51 と下側アーム 52 とを前記進退軸 64 に沿って進退移動させることで穿刺針 40 を穿刺方向に進退移動させて穿刺を行うことができる。

[0049] 上側連結体 101 と下側連結体 103 とは同一構造であり、代表して上側連結体 101 について説明する。

[0050] 上側連結体 101 は、第 1 フレーム 61 と第 2 フレーム 62 のそれぞれ進退軸 64 に螺合した上側移動体 100 の左側面側に取り付けた左側フレーム 104 と、第 1 フレーム 61 と第 2 フレーム 62 のそれぞれ進退軸 64 に螺合した上側移動体 100 の右側面側に取り付けた右側フレーム 105 と、左側フレーム 104 及び右側フレーム 105 の各後端を連結する連結フレーム 106 とで一体的に構成されている。上側連結体 101 は、左側フレーム 104 及び右側フレーム 105 の穿刺針 40 側の端縁を穿刺針 40 側に突出させた結合片 104a、105a を有している。なお、本実施形態では、左側フレーム 104 と各上側移動体 100 は適宜の軸受を介して連結し、右側フレーム 105 と各上側移動体 100 も適宜の軸受を介して連結している。

[0051] また、第 2 フレーム 62 には、リニアガイドが取り付けられている。すなわち、第 2 フレーム 62 の前側には、図 3 に示すように、前方に突出した平板状のリニアガイド配置部 62a を備え、このリニアガイド配置部 62a の後面に進退軸 64 に平行にリニアガイドのレール部 62b が配置され、このレール部 62b に沿ってスライドするスライダ 62c が上側移動体 100 及び下側移動体 102 と一体的に連結されている。これにより、上側移動体 100 及び下側移動体 102 は、安定な軌道で進退軸 64 に平行に移動可能となり、進退軸 64 に沿って移動する上側移動体 100 及び下側移動体 102 の振動を抑制することができる。

[0052] 上側アーム 51 は、上側連結体 101 の左側フレーム 104 の結合片 104a に所定長さの上側左側中間片 107 を連結するとともに、上側連結体 1

０１の右側フレーム１０５の結合片１０５aに所定長さの上側右側中間片１０８を連結している。

[0053] 特に、上側左側中間片１０７と上側右側中間片１０８はクランク状に屈曲させすることで上側アーム５１を屈曲させて、穿刺針４０を穿刺方向にオフセットしている。

[0054] 同様に、下側アーム５２は、下側連結体１０３の左側フレーム１０４の結合片１０４aに所定長さの下側左側中間片１０９を連結するとともに、下側連結体１０３の右側フレーム１０５の結合片１０５aに所定長さの下側右側中間片１１０を連結している。

[0055] 特に、下側左側中間片１０９と下側右側中間片１１０はクランク状に屈曲させすることで下側アーム５２を屈曲させて、穿刺針４０を穿刺方向にオフセットしている。

[0056] このように、上側アーム５１と下側アーム５２をクランク状に屈曲させて、穿刺針４０を穿刺方向にオフセットしていることで、穿刺部３０のフレーム部６０やベース部７０を患者に接触させずに穿刺針４０の根本まで針を穿刺することが可能となる。

[0057] 上側アーム５１は、中途部に６軸力センサからなる第１センサ１１１を設けている。同様に、下側アーム５２は、中途部に６軸力センサからなる第２センサ１１２を設けている。具体的には、上側左側中間片１０７と上側右側中間片１０８は、第１センサ１１１の後端側を保持する保持板に一体的に連結され、この第１センサ１１１を介して上側先端アーム部１２０と連結されている。下側左側中間片１０９と下側右側中間片１１０は、第２センサ１１２の後端側を保持する保持板に一体的に連結され、この第２センサ１１２を介して下側先端アーム部１３０と連結されている。

[0058] 特に、第１センサ１１１と第２センサ１１２は、フレーム部６０が傾いていない初期姿勢において上下方向で同一となる位置に設けている。第１センサ１１１と第２センサ１１２では、上側アーム５１及び下側アーム５２に生じる応力を検出し、検出量が所定の閾値を超えた場合に穿刺を中断すること

としている。第1センサ111と第2センサ112は、後述する制御装置に電氣的に接続されている。

なお、第1センサ111と第2センサ112は、例えば、CTのガントリの近傍での作業時において、金属部材によるアーチファクトの発生を防ぐために、アーム部50においてCTのガントリ下に入らない位置に配置することが好ましい。加えて、上側アーム51及び下側アーム52を介して穿刺針40に生じる応力を精度よく検出するために、なるべく穿刺針40に近い位置に配置することが好ましい。

[0059] 上側先端アーム部120は、第1センサ111の前側に連結される基部121と、この基部121の左右両端からそれぞれ前方に向けて延伸される左右一対の上側アーム片122・122と、ソケット把持部123と、を主に備えている。上側先端アーム部120は、クランプネジ127等も含めて樹脂材料で形成されている。一対の上側アーム片122・122は、クランク状に屈曲させることで上側アーム51を屈曲させて、穿刺針40を穿刺方向にオフセットしている。一対の上側アーム片122・122の後端は、基部121の左右両端に軸支され、上側アーム片122・122のそれぞれの先端側を左右水平方向に開放可能である。一対の上側アーム片122・122の先端近傍には、上側アーム片122・122の対向面から互いに延伸される、上側アーム片122・122間を連結する一対の上側連結アーム片124・124を有している。上側アーム片122・122は、各先端を互いに係止した状態で、クランプネジ127で固定されることで一体的に連結される。

[0060] ソケット把持部123は、上側連結アーム片124・124の後端側の近傍に設けられ、上側アーム片122・122の対向面から互いに延伸される、ソケット53の左右側面を支持するソケット保持アーム片125・125を有している。ソケット保持アーム片125・125は、各先端にソケット53の左右側面の上側に穿設された係合凹部53a・53aに係合する係合凸部126・126を有している。ソケット保持アーム片125・125は

、この係合凸部 1 2 6 ・ 1 2 6 が係合凹部 5 3 a ・ 5 3 a に係合するとともにソケット保持アーム片 1 2 5 ・ 1 2 5 に対してソケット 5 3 を回動可能に保持し、ソケット 5 3 の基端側を把持するものである。クランプネジ 1 2 7 を外して上側アーム片 1 2 2 ・ 1 2 2 の先端側を左右に開放した場合、ソケット保持アーム片 1 2 5 ・ 1 2 5 の係合凸部 1 2 6 ・ 1 2 6 が係合凹部 5 3 a ・ 5 3 a から外れてソケット 5 3 の基端側を把持した状態が解除される。

[0061] 下側先端アーム部 1 3 0 は、第 2 センサ 1 1 2 の前側に連結される基部 1 3 1 と、この基部 1 3 1 の左右両端からそれぞれ前方に向けて水平に延伸される左右一対の下側アーム片 1 3 2 ・ 1 3 2 と、ソケット把持部 1 3 3 と、を主に備えている。下側先端アーム部 1 3 0 は、クランプネジ 1 3 7 等も含めて樹脂材料で形成されている。一対の下側アーム片 1 3 2 ・ 1 3 2 の後端は、基部 1 3 1 の左右両端に軸支され、下側アーム片 1 3 2 ・ 1 3 2 のそれぞれの先端側を左右水平方向に開放可能である。一対の下側アーム片 1 3 2 ・ 1 3 2 の先端近傍には、下側アーム片 1 3 2 ・ 1 3 2 の対向面から互いに延伸される、下側アーム片 1 3 2 ・ 1 3 2 間を連結する一対の下側連結アーム片 1 3 4 ・ 1 3 4 を有している。下側アーム片 1 3 2 ・ 1 3 2 は、各先端を互いに係止した状態で、クランプネジ 1 3 7 で固定されることで一体的に連結される。

[0062] ソケット把持部 1 3 3 は、下側アーム片 1 3 2 ・ 1 3 2 の先端に設けられ、下側アーム片 1 3 2 ・ 1 3 2 の対向面から互いに延伸される、ソケット 5 3 の左右側面を支持するソケット保持アーム片 1 3 5 ・ 1 3 5 を有している。ソケット保持アーム片 1 3 5 ・ 1 3 5 は、各先端にソケット 5 3 の左右側面の下側に穿設された係合凹部 5 3 b ・ 5 3 b に係合する係合凸部 1 3 6 ・ 1 3 6 を有している。ソケット保持アーム片 1 3 5 ・ 1 3 5 は、この係合凸部 1 3 6 ・ 1 3 6 が係合凹部 5 3 b ・ 5 3 b に係合するとともにソケット保持アーム片 1 3 5 ・ 1 3 5 に対してソケット 5 3 を回動可能に保持し、ソケット 5 3 の先端側を把持するものである。クランプネジ 1 3 7 を外して下側アーム片 1 3 2 ・ 1 3 2 の先端側を左右に開放した場合、ソケット保持アーム片 1 3 5 ・ 1 3 5 の係合凸部 1 3 6 ・ 1 3 6 が係合凹部 5 3 b ・ 5 3 b から外れてソケット 5 3 の先端側を把持した状態が解除される。

ム片 1 3 5 ・ 1 3 5 の係合凸部 1 3 6 ・ 1 3 6 が係合凹部 5 3 b ・ 5 3 b から外れてソケット 5 3 の基端側を把持した状態が解除される。

[0063] ソケット 5 3 は、略直方体形状であり、樹脂材料で形成されている。ソケット 5 3 は、左右方向中央で左右に分割可能であり、内側面には穿刺針 4 0 の基端部を嵌合する嵌合孔が形成されている。ソケット 5 3 は、この嵌合孔に穿刺針 4 0 の基端部を嵌合した状態で、ソケット保持アーム片 1 2 5 ・ 1 2 5 の係合凸部 1 2 6 ・ 1 2 6 が係合凹部 5 3 a ・ 5 3 a に係合するとともに、ソケット保持アーム片 1 3 5 ・ 1 3 5 の係合凸部 1 3 6 ・ 1 3 6 が係合凹部 5 3 b ・ 5 3 b に係合することで穿刺針 4 0 の基端側を保持している。

[0064] 穿刺針 4 0 は、ＣＴによるＸ線透視下で被検者に穿刺して組織を採取して検査するために用いられる生検針である。穿刺針 4 0 は、先端が鉤状の内針と、内針を収容する管状の針管部を有している。穿刺針 4 0 は、内針を針管部の先端から出し入れすることで組織を採取するものである。

なお、穿刺針としては、本実施形態に限定するものではなく、例えば、ラジオ波治療用の穿刺針等のその他の用途の穿刺針であっても構わない。

[0065] なお、上側アーム 5 1 及び下側アーム 5 2 は、必要に応じて中途部に延設部材を介装して、フレーム部 6 0 と穿刺針 4 0 との距離を長くするように構成することもできる。

[0066] 穿刺ロボット 1 は、ロボット本体 1 0 内に穿刺ロボット 1 を制御するための制御装置（例えば、ＰＣ（パーソナルコンピュータ））を有し、この制御装置によりロボット本体 1 0 内の各アクチュエータと、穿刺部 3 0 のフレーム部 6 0 に設けた進退軸 6 4 を回動操作する回動軸用駆動モータ 8 9 と、穿刺部 3 0 のベース部 7 0 に設けた第 1 フレーム 6 1 を回動操作するフレーム部回動用モータ 7 5 を動作させることができる。穿刺ロボット 1 は、穿刺作業を行う作業者がＰＣに電氣的に接続される操作具（コントローラ）により動作指示が出されることで、穿刺ロボット 1 が動作指示に従って動作する。また、穿刺ロボット 1 が有する制御装置は、第 1 センサ 1 1 1 と第 2 センサ 1 1 2 の検出信号を取得し、穿刺針 4 0 を穿刺する際の穿刺力を測定することができ

る。

[0067] このように構成した穿刺ロボット1では、ロボット本体10を駆動することにより、穿刺部30を所望の位置に移動することができる。これにより、穿刺針40による穿刺の位置の調整が可能となる。また、ロボット本体10が有する連結ロッド用アクチュエータを駆動することにより、穿刺部30は連結ロッド13を回動軸として回動することができる。さらに、穿刺部30のベース部70に設けた第1フレーム61を回動操作するフレーム部回動用モータ75によって、穿刺針40の2軸方向の姿勢変更運動を可能として穿刺針40による穿刺角度を調整可能としている。

[0068] 具体的には、穿刺ロボット1では、フレーム部回動用モータ75を駆動することで、フレーム部60が枢軸94を中心として揺動してフレーム部60が傾斜し、このフレーム部60を介してリンクする上側アーム51及び下側アーム52の動作により穿刺針40を保持するソケット53が回動し、フレーム部60が傾斜する角度と同じ角度で穿刺針40が傾斜する。つまり、穿刺針40の姿勢変更は、穿刺針40の基端側の針軸上を回動中心として行うことができる。これにより、例えば、CTのガントリの内部の狭い空間において穿刺針40の姿勢変更が可能となり、穿刺ロボット1の操作性が向上する。

[0069] また、本実施形態の穿刺ロボット1では、穿刺針40の進退移動をするための回動軸用駆動モータ89と、穿刺針40の姿勢の回転中心の変更をするためのフレーム部回動用モータ75が、フレーム部60よりも後方に配置される構成である。これにより、CTによるX線透視下での穿刺作業の際に、回動軸用駆動モータ89、フレーム部回動用モータ75をCTガントリの外部に配置することができる。したがって、これら駆動モータがCT画像に影響を及ぼすことがなく、穿刺ロボット1の操作性が向上する。

[0070] また、本実施形態の穿刺ロボット1では、上側アーム51及び下側アーム52における、第1センサ111及び第2センサ112よりも前側（穿刺針40側）を構成する部分（穿刺針40を除く）を樹脂材料で形成している。これにより、例えば、CTによるX線透視下での穿刺作業の際に、CTのガン

トリ内に穿刺針４０を除く金属材料が進入することを防ぎ、アーチファクトの発生を抑えることが可能となり、穿刺作業を正確に行うことができる。

[0071] また、本実施形態の穿刺ロボット１では、穿刺針４０の穿刺動作を回転軸用駆動モータ８９により行い、穿刺針４０の傾きを変更する動作をフレーム部回転用モータ７５により行って、それぞれの動作を独立して実行させることが可能である。

[0072] また、本実施形態の穿刺ロボット１では、上側アーム５１の中途部に６軸力センサからなる第１センサ１１１を設けるとともに、下側アーム５２の中途部に６軸力センサからなる第２センサ１１２を設けている。これにより、第１センサ１１１と第２センサ１１２の検出信号を取得し、穿刺針４０を穿刺する際の穿刺力を測定することができる。また、このような穿刺時の力を測定する第１センサ１１１と第２センサ１１２を、穿刺針４０のなるべく近傍かつＣＴガントリの外部に配置することができる。ひいては、穿刺状態のモニタリングや、施術者に穿刺力を提示して遠隔操作性を向上させるためのインターフェイスの設計に応用することができる。

[0073] また、本実施形態の穿刺ロボット１では、上側アーム５１と前記下側アーム５２はクランク状に屈曲させて、穿刺針４０を穿刺方向にオフセットしている。これにより、進退軸６４上の上側移動体１００及び下側移動体１００の可動範囲に対して、さらに下部に穿刺針４０の可動範囲を設定し、穿刺針４０の根元まで穿刺できる構成になっている。

[0074] また、本実施形態の穿刺ロボット１は、施術者に代わってＸ線を照射しているＣＴのガントリの近傍での穿刺作業が可能となり、施術者のＸ線被曝を防ぐことができる。

[0075] また、本実施形態の穿刺ロボットによれば、リニアガイドをフレーム部６０に配することで、穿刺針４０に生じる振動を抑制しながらできるだけ早く穿刺方向に穿刺針４０を移動させることができる。これにより、穿刺作業の際の精度が向上する。

[0076] [実施例２]

次に、実施例 2 に係る穿刺ロボット 1 A について図を用いて説明する。

実施例 2 に係る穿刺ロボット 1 A は、図 7 及び図 8 に示すように、ロボット本体 1 0 A と、このロボット本体 1 0 A が備える移動端部 2 0 A に装着される穿刺部 3 0 A とを有するものである。穿刺部 3 0 A は、ロボット本体 1 0 A の手先部となる部分である。

[0077] ロボット本体 1 0 A は、直方体形状の筐体部 1 1 A と、この筐体部 1 1 A の上部に配置される駆動部 1 2 A と、この駆動部 1 2 A の一端に水平状態に装着されて先端側を筐体部 1 1 A の外側に延伸させた連結ロッド 1 3 A とを主に備えている。筐体部 1 1 A は、制御装置を収容した第 2 筐体部（図示せず）に配線により電氣的に接続されている。さらに、筐体部 1 1 A の側面の上端に図示しない取っ手部を設けるとともに、筐体部 1 1 A の底面部分には複数のキャスター 1 4 A を有し、使用者が取っ手部を把持してロボット本体 1 0 A を移動自在としている。駆動部 1 2 A は、図示しない複数のアクチュエータにより連結ロッド 1 3 A の先端に設けたフランジ形状の移動端部 2 0 A を進退方向、上下方向（昇降方向）、左右方向の 3 次元で移動させるための部分である。ロボット本体 1 0 A は、移動端部 2 0 A の進退方向、及び上下方向と左右方向の移動を直動関節により動作させる。また、駆動部 1 2 A は、図示しないアクチュエータにより連結ロッド 1 3 A を連結ロッド 1 3 A の軸周りに回転させることができる。ロボット本体 1 0 A は、駆動部 1 2 A を駆動して連結ロッド 1 3 A の先端に設けた移動端部 2 0 A に装着される穿刺部 3 0 A を所望の位置に移動可能としている。ロボット本体 1 0 A は、直動関節を動作させることにより穿刺部 3 0 A を進退方向、上下方向ならびに左右方向に移動させることで、例えば、CT のガントリの近傍のような狭い空間においても穿刺部 3 0 A を安定な軌道で移動させることができる。

[0078] 連結ロッド 1 3 A の先端に配置される移動端部 2 0 A には、穿刺部 3 0 A が装着されている。

なお、穿刺部 3 0 A においては、図 9 等で示す両矢印方向を前後方向とする。

[0079] 穿刺部30Aは、図7、図8に示すように、先端に穿刺針140を装着したアーム部150と、このアーム部150の基端を装着したフレーム部160（図9参照）と、このフレーム部160を支持するベース部170（図9参照）と、フレーム部160を覆うフレームカバー400と、ベース部170を覆うベースカバー410と、を備えており、ベース部170を介して連結ロッド13Aの移動端部20Aに固定装着している。したがって、ロボット本体10Aが有する連結ロッド回動用のアクチュエータ（図示せず）で連結ロッド13Aが軸周りに回動操作されると、穿刺部30Aは連結ロッド13Aを回動軸として回動する。

なお、図9等では、穿刺部30Aの詳細な構造を示すためにフレームカバー400、ベースカバー410を取り外した状態を図示している。

[0080] ベース部170は、連結ロッド13Aの先端の移動端部20Aが装着される円板状の基端板171と、基端板171の左右両端からそれぞれ前方に向けて延伸させてフレーム部160を回動自在に支持する平板状の第1支持片172と第2支持片173とで、平面視略コ字状としている。

[0081] 基端板171の後側には、連結ロッド13の先端を取り付けるガイド部174を設けており、ガイド部174に連結ロッド13Aの先端を取り付けて位置決めし、フランジ形状の移動端部20Aの後端面からクランプネジを装着して、移動端部20Aの先端に穿刺部30Aを固定している。

[0082] 基端板171の前側には、後述するようにフレーム部160を回動操作するためのフレーム部回動用モータ175を取り付けている。

[0083] フレーム部160は、矩形枠状であって内側に上下方向に延伸させた進退軸164（例えば、ボールねじのねじ軸）をそれぞれ設けた第1フレーム161及び第2フレーム162と、この第1フレーム161と第2フレーム162とを互いに対向させて連結する複数の連結桿163とを備えている。特に、連結桿163で第1フレーム161と第2フレーム162と連結することで、平行リンクを構成している。

[0084] 第1フレーム161及び第2フレーム162は同一構造であり、代表して

第1フレーム161について説明する。

[0085] 第1フレーム161は、上下方向に延伸して互いに対向した平板状の第1側壁165及び第2側壁166と、第1側壁165と第2側壁166の上側端縁を連結する平板状の第3側壁167と、第1側壁165と第2側壁166の下側端縁を連結する平板状の第4側壁168とで縦長の矩形枠状としている。

[0086] 第3側壁167と第4側壁168には、第1側壁165及び第2側壁166と平行に上下方向に延伸させた進退軸164を支持する下部軸受181と上部軸受182とを設けて、進退軸164を回動自在に装着している。

[0087] さらに、進退軸164は、上部軸受182よりも上方に突出させて延伸させており、上方に突出した進退軸164の上端に第1傘歯車183を装着している。

また、フレーム部160は、第3側壁167の上部に、第1傘歯車183を囲うように側面視矩形状の上部フレーム部169を有している。

[0088] この第1傘歯車183と噛合する第2傘歯車184は、第1傘歯車183の上方側であって上部フレーム部169の第1上部側壁169aと第2上部側壁169bに回動自在に架設した回動軸185に装着している。

[0089] 回動軸185は、第1上部側壁169a側の端部を外側方に延伸させて突出させ、突出した回動軸185の一端に連動用プーリ186を装着している。第1フレーム161の連動用プーリ186と、第2フレーム162の連動用プーリ186は同一形状のプーリであって、連動用タイミングベルト187を介して連動連結している。

[0090] さらに、フレーム部160では、上部フレーム部169の第2上部側壁169bに、回動軸用駆動モータ189を装着するための支持板188を装着し、この支持板188に、回動軸用駆動モータ189の出力軸189aを水平方向に延伸させて回動軸用駆動モータ189を装着している。

[0091] 回動軸用駆動モータ189の出力軸189aには、進退軸用駆動プーリ190を装着し、第1フレーム161の進退軸164には、進退軸用従動プーリ

リ 191 を装着して、進退軸用駆動プーリ 190 と進退軸用従動プーリ 191 とを進退軸用タイミングベルト 192 で連動連結している。進退軸用従動プーリ 191 は、回動軸 185 の他端に装着されている。

[0092] フレーム部 160 では、回動軸用駆動モータ 189 を駆動させることで進退軸用タイミングベルト 192 を介して第 1 フレーム 161 の進退軸 164 を回動させ、さらに、連動用タイミングベルト 187 を介して連動連結された第 2 フレーム 162 の進退軸 164 を第 1 フレーム 161 の進退軸 164 と同様に回動させることとしている。

[0093] フレーム部 160 の第 1 フレーム 161 と第 2 フレーム 162 は、それぞれ第 1 側壁 165 と第 2 側壁 166 の外側面に外側方に向けて突出させた枢軸 193、194 を設けており、この枢軸 193、194 をベース部 170 の第 1 支持片 172 及び第 2 支持片 173 の所定位置に設けた軸受 195 で軸支している。すなわち、フレーム部 160 の第 1 フレーム 161 及び第 2 フレーム 162 は、ベース部 170 に対して回動自在となっている。

[0094] さらに、第 1 フレーム 161 の第 2 側壁 166 側に設けた枢軸 194 は、ベース部 170 の第 1 支持片 172 よりも外側方に突出させて、フレーム部用従動プーリ 196 を装着している。

[0095] このフレーム部用従動プーリ 196 は、ベース部 170 の基端板 171 の前側に設けたフレーム部回動用モータ 175 の出力軸 197 に装着したフレーム部用駆動プーリ 198 と、回動操作用タイミングベルト 199 を介して連動連結して、フレーム部回動用モータ 175 によって第 1 フレーム 161 を回動操作するとともに、連結桿 163 を介して第 1 フレーム 161 と連結した第 2 フレーム 162 を回動操作している。

[0096] アーム部 150 は、先端に角筒形状で内部にセンサを保持するセンサ保持部 153 を支持している。また、アーム部 150 は、センサ保持部 153 の前部上端側を支持する上側アーム 151 と、センサ保持部 153 の前部下端側を支持する下側アーム 152 と、センサ保持部 153 と、エアシリンダ 220 と、針把持部 230 とを主に備えている。

[0097] 上側アーム 151 は、平面視矩形状の上側アーム基部 154 と、この上側アーム基部 154 の前端に連結される平面視コ字状の上側アーム先端部 155 とから主に構成されている。上側アーム先端部 155 の先端には、センサ保持部 153 の前部上端側を回動自在に軸支する左右一对の軸支部 155a を有している。

下側アーム 152 は、平面視矩形状の下側アーム基部 156 と、この下側アーム基部 156 の前端に連結される平面視コ字状の下側アーム先端部 157 とから主に構成されている。下側アーム先端部 157 の先端には、センサ保持部 153 の前部下端側を回動自在に軸支する一对の軸支部 157a を有している。

[0098] 上側アーム 151 と下側アーム 152 とは、基端側をフレーム部 160 に装着している。具体的には、上側アーム 151 の基端側には、フレーム部 160 の第 1 フレーム 161 の進退軸 164 に螺合した縦長形状の第 1 移動体 200 の上側部と、第 2 フレーム 162 の進退軸 164 に螺合した縦長形状の第 2 移動体 200 の上側部とを一体的に連結した上側連結体 201 を設け、この上側連結体 201 を介して上側アーム 151 の基端側をフレーム部 160 に装着している。同様に、下側アーム 152 の基端側には、フレーム部 160 の第 1 フレーム 161 の進退軸 164 に螺合した第 1 移動体 200 の下側部と、第 2 フレーム 162 の進退軸 164 に螺合した第 2 移動体 200 の下部とを一体的に連結した下側連結体 203 を設け、この下側連結体 203 を介して下側アーム 152 の基端側をフレーム部 160 に装着している。

[0099] 上述した第 1 フレーム 161 の進退軸 164 と第 1 移動体 200、第 2 フレーム 162 の進退軸 164 と第 2 移動体 200 は、それぞれボールねじ機構を構成し、回動軸用駆動モータ 189 を駆動させることで進退軸用タイミングベルト 192 を介して第 1 フレーム 161 の進退軸 164 及び第 2 フレーム 162 の進退軸 164 を回動して、第 1 移動体 200 及び第 2 移動体 200 の進退軸 164 上の位置を変更することができる。すなわち、このようなボールねじ機構により、回動軸用駆動モータ 189 を駆動させるにより上

側アーム 151 と下側アーム 152 とを前記進退軸 164 に沿って進退移動させることで穿刺針 140 を穿刺方向に進退移動させて穿刺を行うことができる。

[0100] 上側連結体 201 と下側連結体 203 とは同一構造であり、代表して上側連結体 201 について説明する。

[0101] 上側連結体 201 は、第 1 フレーム 161 の進退軸 164 に螺合した第 1 移動体 200 の左側面側、及び第 2 フレーム 162 の進退軸 164 に螺合した第 2 移動体 200 の左側面側に取り付けた左側フレーム 204 と、第 1 フレーム 161 の進退軸 164 に螺合した第 1 移動体 200 の右側面側、及び第 2 フレーム 162 の進退軸 164 に螺合した第 2 移動体 200 の右側面側に取り付けた右側フレーム 205 とで構成されている。なお、本実施形態では、左側フレーム 204 と第 1 移動体 200 及び第 2 移動体 200 は適宜の軸受を介して連結し、右側フレーム 205 と第 1 移動体 200 及び第 2 移動体 200 も適宜の軸受を介して連結している。

[0102] また、第 1 フレーム 161、第 2 フレーム 162 には、リニアガイドが取り付けられている。すなわち、第 1 フレーム 161、第 2 フレーム 162 のそれぞれの後側には、図 10 に示すように、後方に突出した平板状のリニアガイド配置部 161a、162a を備え、このリニアガイド配置部 161a、162a の前面に進退軸 164 に平行にリニアガイドのレール部 161b、162b が配置され、このレール部 161b、162b に沿ってスライドするスライダ 161c、162c が第 1 移動体 200、第 2 移動体 200 と一体的に連結されている。これにより、第 1 移動体 200 及び第 2 移動体 200 は、安定な軌道で進退軸 164 に平行に移動可能となり、進退軸 164 に沿って移動する第 1 移動体 200 及び第 2 移動体 200 の振動を抑制することができる。

[0103] センサ保持部 153 には、内部に 6 軸力センサからなる、上部センサ 211 及び下部センサ 212 とが上下に積層された状態で配置されている。下部センサ 212 は、センサ保持部 153 の内部の底部に固定され、この下部セ

ンサ２１２の上部に上部センサ２１１が載置された状態で連結されている。上部センサ２１１の上端面には、エアシリンダ２２０を支持するための支持板２２１の一端が固定されている。支持板２２１とセンサ保持部１５３の内部の天井面との間は、所定間隔の隙間を有している。支持板２２１の他端は、センサ保持部１５３の外側へと延出され、前方に向けて突出している。支持板２２１の他端の下面には、エアシリンダ２２０の本体部分であるエアシリンダ本体２２０ａの一端側（図１０では上端側）が連結されている。上部センサ２１１及び下部センサ２１２は、支持板２２１及びエアシリンダ２２０を介して針把持部２３０と連結されている。

[0104] エアシリンダ２２０は、外形形状が略直方体形状であり、空気圧駆動のリニアアクチュエータである。エアシリンダ２２０は、エアシリンダ２２０の本体部分であるエアシリンダ本体２２０ａと、エアシリンダ本体２２０ａに收容され、所定ストロークで進退するピストンロッド２２０ｂ（図１０参照）と、ピストンロッド２２０ｂの先端に取り付けられる板状のブレード２２０ｃを有している。エアシリンダ２２０は、供給されるエアの空気圧により、ブレード２２０ｃをピストンロッド２２０ｂの進退方向（図１０の状態では上下方向）に沿って所定のストロークで瞬発的に進退動作（穿刺時においては進行動作）させるものである。

[0105] 上部センサ２１１と下部センサ２１２では、支持板２２１及びエアシリンダ２２０を介して針把持部２３０に生じる応力を検出し、検出量が所定の閾値を超えた場合に穿刺を中断することとしている。上部センサ２１１と下部センサ２１２は、後述する制御装置に電氣的に接続されている。上部センサ２１１と下部センサ２１２は、上下に連結して直列に配置している。このように構成することで、上部センサ２１１と下部センサ２１２とで同時に針把持部２３０に生じる応力を検出することができる。また、上部センサ２１１と下部センサ２１２のどちらか一方のセンサが故障した場合であっても、他方のセンサで針把持部２３０に生じる応力を検出することができる。これにより、途切れることなく応力を検出することができ、穿刺作業時の安全性が

高まる。

なお、上部センサ 2 1 1 と下部センサ 2 1 2 は、例えば、C T のガントリの近傍での作業時において、金属部材によるアーチファクトの発生を防ぐために、アーム部 1 5 0 において C T のガントリ下に入らない位置に配置することが好ましい。加えて、上側アーム 1 5 1 及び下側アーム 1 5 2 を介して穿刺針 1 4 0 に生じる応力を精度よく検出するために、なるべく穿刺針 1 4 0 に近い位置に配置することが好ましい。

[0106] エアシリンダ 2 2 0 のブレード 2 2 0 c には、針把持部 2 3 0 をエアシリンダ 2 2 0 に固定するための固定治具であるエアシリンダ固定具 3 0 0 を介して針把持部 2 3 0 が取り付けられる。エアシリンダ固定具 3 0 0 は、ブレード 2 2 0 c の表面（図 1 0 の状態では下側面）に当接して固定される板状の当接固定部 3 0 1 と、この当接固定部 3 0 1 に隣接して前側に凸形状に形成され、針把持部 2 3 0（針把持アーム固定具 2 4 0）の被嵌合部 2 4 1 に嵌合する略直方体状の嵌合部 3 0 2 とを有している。嵌合部 3 0 2 には、後述する固定ピン 2 3 1 が挿入可能な貫通孔が設けられている。

[0107] 針把持部 2 3 0 は、針把持アーム固定具 2 4 0 と、一对の針把持アーム 2 5 0 と、複数（本実施形態では 2 本）の固定ピン 2 3 1 を有している。

[0108] 針把持アーム固定具 2 4 0 は、側面視 H 字形状の樹脂製部材であり、後端側に設けられ、エアシリンダ固定具 3 0 0 の嵌合部 3 0 2 が嵌合する被嵌合部 2 4 1 と、前端側に一对の針把持アーム 2 5 0（左側針把持アーム 2 6 0、右側針把持アーム 2 7 0）の各々の基端側を軸支して回動可能に支持する回動支持部 2 4 2 と、被嵌合部 2 4 1 を上下方向に貫通する複数の貫通孔 2 4 4 とを有している。針把持アーム固定具 2 4 0 は、被嵌合部 2 4 1 にエアシリンダ固定具 3 0 0 の嵌合部 3 0 2 を嵌合した状態で、上述した固定ピン 2 3 1 が挿入されてエアシリンダ固定具 3 0 0 に取り付けられる。これにより、固定ピン 2 3 1 の抜き差しにより、針把持アーム固定具 2 4 0 をエアシリンダ 2 2 0 に取り付けられたエアシリンダ固定具 3 0 0 に容易に着脱可能となっている。

[0109] 針把持アーム２５０は、前方に向けて延伸される左右一对の左側針把持アーム２６０及び右側針把持アーム２７０と、穿刺針１４０の基端部を保持する穿刺針保持部２８０を主に備えている。左側針把持アーム２６０、右側針把持アーム２７０及び穿刺針保持部２８０は樹脂材料で形成されている。左右一对の左側針把持アーム２６０及び右側針把持アーム２７０の後端は、針把持アーム固定具２４０の回動支持部２４２の左右両端に軸支され、左側針把持アーム２６０及び右側針把持アーム２７０のそれぞれの先端側を左右水平方向に９０度の範囲で回動して開放可能である。穿刺針保持部２８０は、略直方体形状であり、左右方向中央で左右に分割され、右側針把持アーム２７０及び穿刺針保持部２８０の対向する凹部分に取付部材により取り付けられている。穿刺針保持部２８０の内側面には穿刺針１４０の基端部を嵌合する嵌合孔が形成されている。左側針把持アーム２６０及び右側針把持アーム２７０を開閉することで、穿刺針保持部２８０が左右分割可能であり、嵌合孔により穿刺針１４０の基端部を着脱自在に係合することができる。左側針把持アーム２６０及び右側針把持アーム２７０の前端には、スナップ錠２９０を備えている。左側針把持アーム２６０及び右側針把持アーム２７０は、この嵌合孔に穿刺針１４０の基端部を嵌合した状態、かつ左側針把持アーム２６０及び右側針把持アーム２７０が対向する内側面が当接した状態で閉じられ、スナップ錠２９０を止めることで穿刺針１４０の基端側を保持している。

なお、穿刺針保持部２８０の形状は、本実施形態に限定するものではなく、各種穿刺針の形状に対応して適宜決定すればよい。また、穿刺針保持部２８０は、左側針把持アーム２６０及び右側針把持アーム２７０と別体ではなく、左側針把持アーム２６０及び右側針把持アーム２７０と一体的に形成してもよい。

[0110] 穿刺針１４０は、スナップ錠２９０を外して左側針把持アーム２６０及び右側針把持アーム２７０をそれぞれ左右に開いて、左側針把持アーム２６０及び右側針把持アーム２７０から取外し可能としており、必要に応じて、針

把持アーム 250 から速やかに穿刺針 140 を取り外し可能としている。すなわち、穿刺針 140 を患者に対して穿刺した状態において、万が一にでも穿刺針 140 を緊急的に抜去する必要がある場合に、手作業でも穿刺針 140 を抜去可能としている。

[0111] 穿刺針 140 は、CT による X 線透視下で被検者に穿刺して組織を採取して検査するために用いられる生検針である。穿刺針 140 は、先端が鉤状の内針と、内針を収容する管状の針管部を有している。穿刺針 140 は、内針を針管部の先端から出し入れすることで組織を採取するものである。

なお、穿刺針としては、本実施形態に限定するものではなく、例えば、ラジオ波治療用の穿刺針等のその他の用途の穿刺針であっても構わない。

[0112] なお、上側アーム 151 及び下側アーム 152 は、必要に応じて中途部に延設部材を介装して、フレーム部 160 と穿刺針 140 との距離を長くするように構成することもできる。

[0113] 穿刺ロボット 1A は、ロボット本体 10A の第 1 筐体部 11A と電氣的に接続される第 2 筐体部（図示せず）内に穿刺ロボット 1A を制御するための制御装置（例えば、PC（パーソナルコンピュータ））を有し、この制御装置によりロボット本体 10A 内の各アクチュエータと、穿刺部 30A のフレーム部 160 に設けた進退軸 164 を回動操作する回動軸用駆動モータ 189 と、穿刺部 30A のベース部 170 に設けた第 1 フレーム 161 を回動操作するフレーム部回動用モータ 175 を動作させることができる。穿刺ロボット 1A は、穿刺作業を行う作業者が PC に電氣的に接続される操作具（コントローラ）により動作指示が出されることで、穿刺ロボット 1A が動作指示に従って動作する。また、穿刺ロボット 1A が有する制御装置は、上部センサ 211 と下部センサ 212 の検出信号を取得し、穿刺針 140 を穿刺する際の穿刺力を測定することができる。また、穿刺ロボット 1A が有する制御装置は、作業者の操作具による操作指示によってエアシリンダ 220 を操作し、患者の穿刺部位に穿刺針 140 を瞬発的に穿刺することができる。また、穿刺ロボット 1A が有する制御装置は、所定の操作設定をすることより

、移動端部 20A の進退方向、及び上下方向と左右方向の移動を直動関節により自動的に動作させ、アーム部 150 が動作しても、穿刺針 140 の先端部（針先）が所定の 3 次元位置から動かないようにすることができる。これにより、穿刺針 140 の先端部（針先）を患者の穿刺部位に近づけた状態で、穿刺針 140 の先端部を動かさずに穿刺針 140 の角度調整等が容易にできる。

[0114] このように構成した穿刺ロボット 1A では、ロボット本体 10A を駆動することにより、穿刺部 30A を所望の位置に移動することができる。これにより、穿刺針 140 による穿刺の位置の調整が可能となる。また、ロボット本体 10A が有する連結ロッド用アクチュエータを駆動することにより、穿刺部 30A は連結ロッド 13A を回動軸として回動することができる。さらに、穿刺部 30A のベース部 170 に設けた第 1 フレーム 161 を回動操作するフレーム部回動用モータ 175 によって、穿刺針 140 の 2 軸方向の姿勢変更運動を可能として穿刺針 140 による穿刺角度を調整可能としている。

[0115] 具体的には、穿刺ロボット 1A では、フレーム部回動用モータ 175 を駆動することで、フレーム部 160 が枢軸 194 を中心として揺動してフレーム部 160 が傾斜し、このフレーム部 160 を介してリンクする上側アーム 151 及び下側アーム 152 の動作によりセンサ保持部 153 が回動して、センサ保持部 153 の前端側に一体的に連結された穿刺針 140 が回動し、フレーム部 160 が傾斜する角度と同じ角度で穿刺針 140 が傾斜する。これにより、例えば、CT のガントリの内部の狭い空間において穿刺針 140 の姿勢変更が可能となり、穿刺ロボット 1A の操作性が向上する。

[0116] また、本実施形態の穿刺ロボット 1A では、穿刺針 140 の進退移動をするための回動軸用駆動モータ 189 と、穿刺針 140 の姿勢の回転中心の変更をするためのフレーム部回動用モータ 175 が、フレーム部 160 よりも後方に配置される構成である。これにより、CT による X 線透視下での穿刺作業の際に、回動軸用駆動モータ 189、フレーム部回動用モータ 175 を CT ガントリの外部に配置することができる。したがって、これら駆動モータ

タがＣＴ画像に影響を及ぼすことがなく、穿刺ロボット１Ａの操作性が向上する。

[0117] また、本実施形態の穿刺ロボット１Ａでは、穿刺針１４０の穿刺動作を回転軸用駆動モータ１８９により行い、穿刺針１４０の傾きを変更する動作をフレーム部回転用モータ１７５により行って、それぞれの動作を独立して実行させることが可能である。

[0118] また、本実施形態の穿刺ロボット１Ａでは、上側アーム１５１及び下側アーム１５２の先端側に６軸力センサからなる上部センサ２１１と下部センサ２１２上下に積層して設けている。これにより、上部センサ２１１と下部センサ２１２の検出信号を取得し、穿刺針１４０を穿刺する際の穿刺力を測定することができる。また、このような穿刺時の力を測定する上部センサ２１１と下部センサ２１２を、穿刺針１４０のなるべく近傍かつＣＴガントリの外部に配置することができる。ひいては、穿刺状態のモニタリングや、施術者に穿刺力を提示して遠隔操作性を向上させるためのインターフェイスの設計に応用することができる。

[0119] また、本実施形態の穿刺ロボット１Ａは、施術者に代わってＸ線を照射しているＣＴのガントリの近傍での穿刺作業が可能となり、施術者のＸ線被曝を防ぐことができる。

[0120] また、本実施形態の穿刺ロボット１Ａによれば、リニアガイドをフレーム部１６０に配することで、穿刺針１４０に生じる振動を抑制しながらできるだけ早く穿刺方向に穿刺針１４０を移動させることができる。これにより、穿刺作業の際の精度が向上する。

[0121] また、本実施形態の穿刺ロボット１Ａによれば、エアシリンダ２２０に針把持部２３０及び針把持アーム固定具２４０を介して穿刺針１４０が取り付けられているため、エアシリンダ２２０により瞬発的な進行動作を行って、穿刺針１４０を穿刺方向に短いストロークで瞬発的な穿刺動作（患者の皮膚を貫く動作）を行うことができる。これにより、医師が用手にて穿刺動作を行う際と同程度の瞬発的な穿刺動作を行うことができる。

[0122] また、本実施形態の穿刺ロボット 1 A によれば、針把持部 2 3 0 は 2 本の固定ピン 2 3 1 を使って上側アーム 1 5 1 及び下側アーム 1 5 2 の先端側（エアシリンダ 2 2 0 の前側）に簡単に取り付けることができ、かつ穿刺針 1 4 0 の着脱もスナップ錠 2 9 0 の施錠の開閉及び左側針把持アーム 2 6 0 及び右側針把持アーム 2 7 0 の左右への開閉で簡単に行うことができる。これにより、施術者が穿刺針 1 4 0 の取付や交換時を清浄に行うことができ、穿刺針 1 4 0 及びその周囲を清潔に保つことができる。例えば、施術者は、滅菌された針把持部 2 3 0 をエアシリンダ固定具 3 0 0 へ挿入し、その後、固定ピン 2 3 1 を差し込むだけで簡単にとりつけが完了する。こうして、穿刺針 1 4 0 は左側針把持アーム 2 6 0 及び右側針把持アーム 2 7 0 によって両側から挟みこまれて保持される。左側針把持アーム及び右側針把持アームにより左右から挟みこんで保持した後は、スナップ錠 2 9 0 により左側針把持アーム 2 6 0 及び右側針把持アーム 2 7 0 を閉じて施錠し、穿刺針 1 4 0 の把持が完了する。穿刺ロボットを運用するにあたって、清潔領域を確保することと、簡単に穿刺針等の交換器具をセットアップすることは大変重要である。本実施形態の穿刺ロボット 1 A によれば、それらを実現できるものになっている。なお、穿刺針の種類によって、左側針把持アーム及び右側針把持アームの形状は適宜変更可能である。

産業上の利用可能性

[0123] 本発明の穿刺ロボットは、医療用の穿刺作業を行う際に利用可能であり、例えば、CT等を用いてX線による透視を行って腫瘍の位置、及び穿刺針の位置を確認しながら穿刺を行う際に有用である。

符号の説明

[0124] 1、1 A 穿刺ロボット
3 0、3 0 A 穿刺部
4 0、1 4 0 穿刺針
5 0、1 5 0 アーム部
5 1、1 5 1 上側アーム

- 52、152 下側アーム
- 60、160 フレーム部
- 61、161 第1フレーム
- 62、162 第2フレーム
- 63、163 連結桿
- 64、164 進退軸
- 70、170 ベース部
- 220 エアシリンダ（アクチュータ）

請求の範囲

- [請求項1] ロボット本体と、このロボット本体が備えた任意の方向に移動する移動端部に装着した穿刺部とを有する穿刺ロボットにおいて、
- 前記穿刺部は、
- 先端に穿刺針を装着したアーム部と、
- このアーム部の基端を装着したフレーム部と、
- このフレーム部を支持するベース部と
- を備え、
- 前記フレーム部は、矩形枠状であって内側に上下方向に延伸させた進退軸をそれぞれ設けた第1フレーム及び第2フレームと、この第1フレームと第2フレームとを互いに対向させて連結する連結棒とを備え、
- 前記アーム部は、前記穿刺針の基端側を支持する上側アームと、この上側アームよりも前記穿刺針の先端側を支持する下側アームとを備えて、前記進退軸と平行に前記穿刺針を装着し、
- 前記上側アームと前記下側アームとを前記進退軸に沿って進退移動させることで前記穿刺針を穿刺方向に進退移動させる穿刺ロボット。
- [請求項2] 前記上側アームの中途部に6軸力センサからなる第1センサを設けるとともに、前記下側アームの中途部に6軸力センサからなる第2センサを設ける請求項1に記載の穿刺ロボット。
- [請求項3] 前記上側アームと前記下側アームは、クランク状に屈曲させて、前記穿刺針を穿刺方向にオフセットしている請求項2に記載の穿刺ロボット。
- [請求項4] 前記上側アームと前記下側アームは、前記第1センサと前記第2センサよりも穿刺針側の部分を樹脂材料で形成している請求項2または請求項3に記載の穿刺ロボット。
- [請求項5] ロボット本体と、このロボット本体が備えた任意の方向に移動する移動端部に装着した穿刺部とを有する穿刺ロボットにおいて、

前記穿刺部は、
先端に穿刺針を装着したアーム部と、
このアーム部の基端を装着したフレーム部と、
このフレーム部を支持するベース部と
を備え、

前記フレーム部は、矩形枠状であって内側に上下方向に延伸させた
進退軸をそれぞれ設けた第1フレーム及び第2フレームと、この第1
フレームと第2フレームとを互いに対向させて連結する連結棒とを備
え、

前記アーム部は、前記進退軸と平行に前記穿刺針を装着するととも
に、その中途部に前記穿刺針を穿刺方向に沿って進退するアクチュエ
ータを備えて、

前記上側アームと前記下側アームとを前記進退軸に沿って進退移動
させることで前記穿刺針を穿刺部位近傍に進退移動させ、

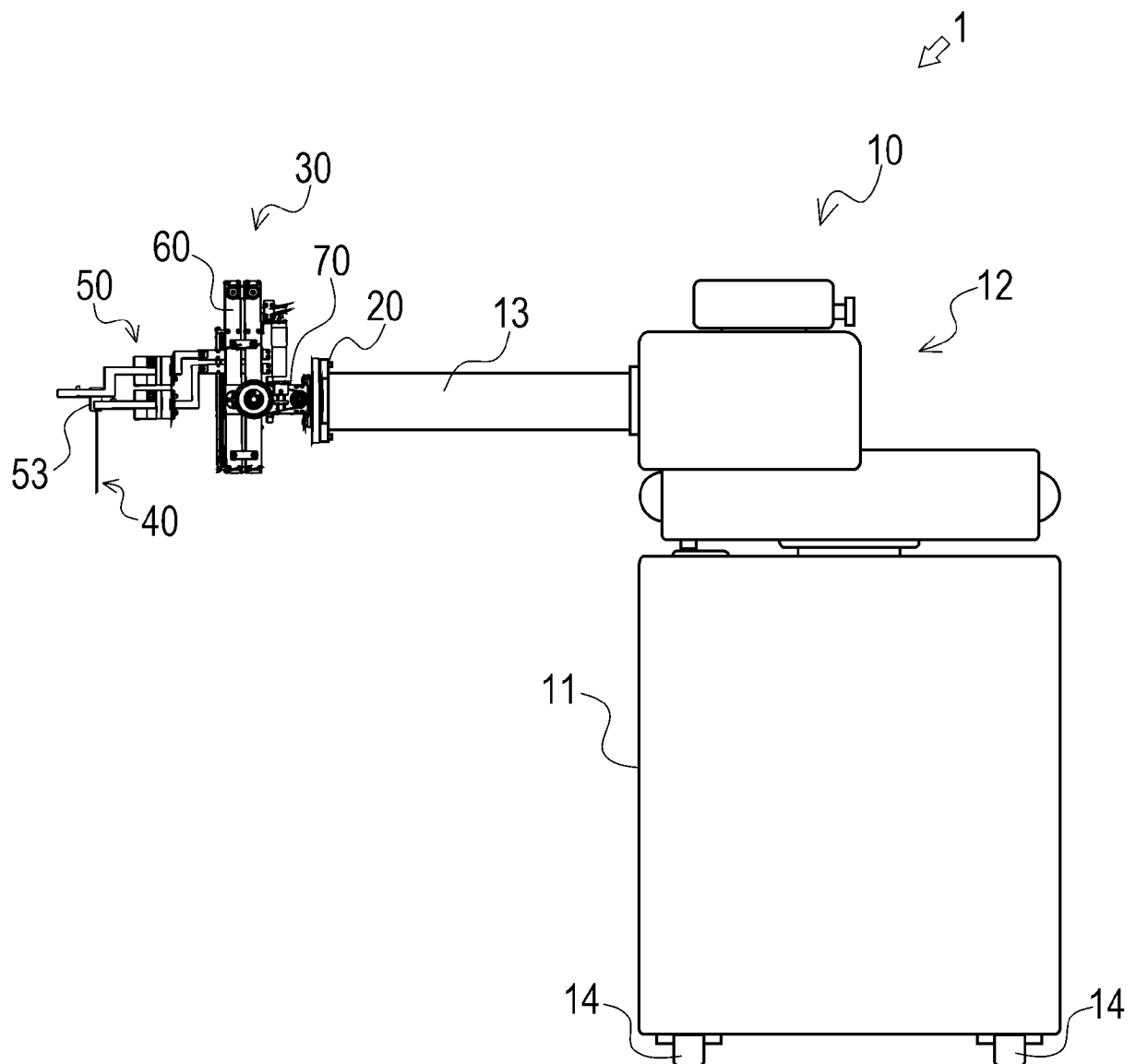
前記穿刺部位近傍における前記穿刺針の穿刺動作時に前記アクチュ
エータを瞬発的に駆動して前記穿刺部位に瞬発的に穿刺する穿刺ロボ
ット。

[請求項6] 前記アーム部は、その中途部に6軸力センサからなる二つのセンサ
を積層して設ける請求項5に記載の穿刺ロボット。

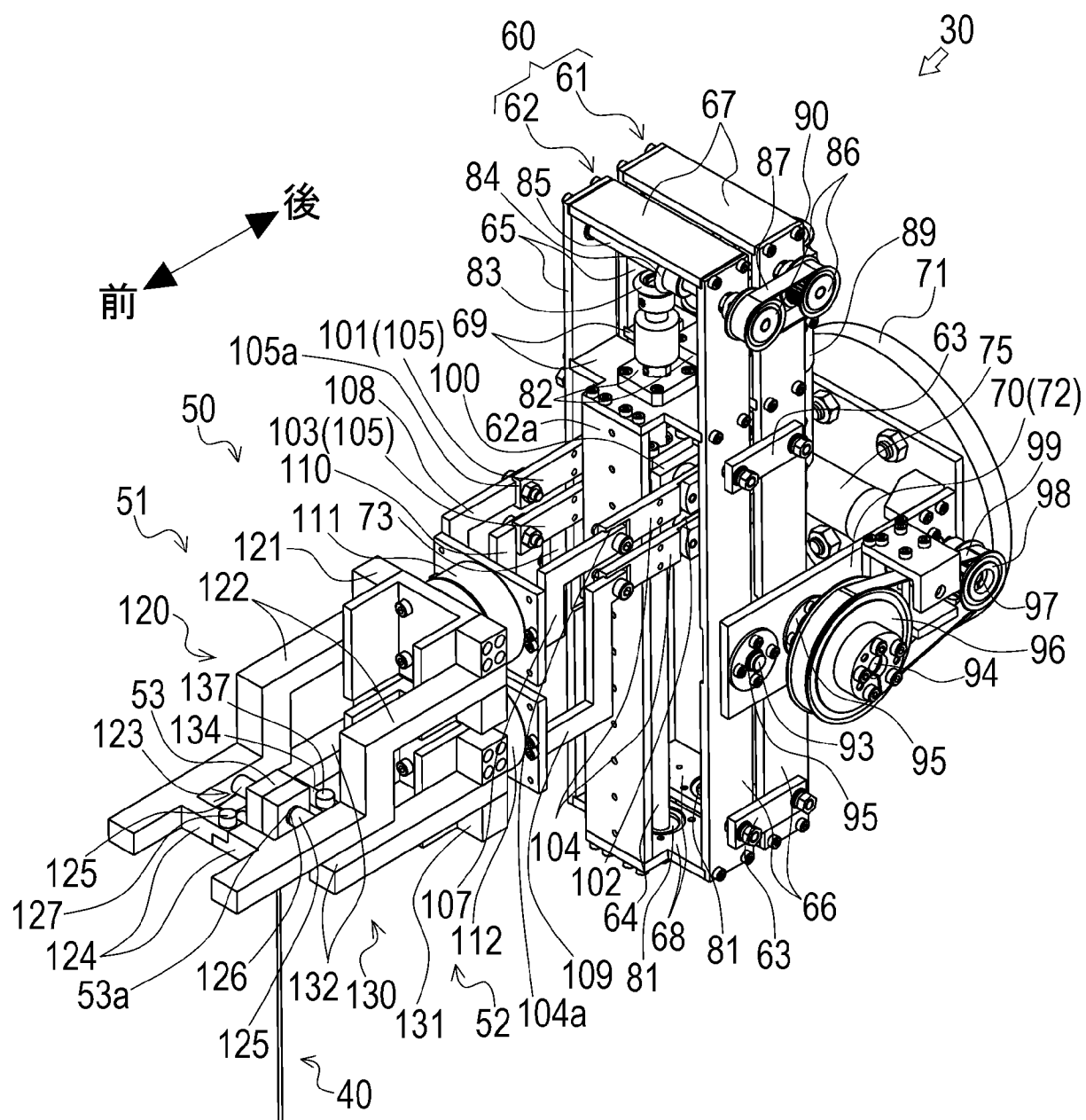
[請求項7] 前記アーム部は、先端に穿刺針を把持する針把持部を有し、前記針
把持部は前記アーム部に対して着脱自在である請求項5または請求項
6に記載の穿刺ロボット。

[請求項8] 前記針把持部は、樹脂材料で形成している請求項5から請求項7の
いずれか一項に記載の穿刺ロボット。

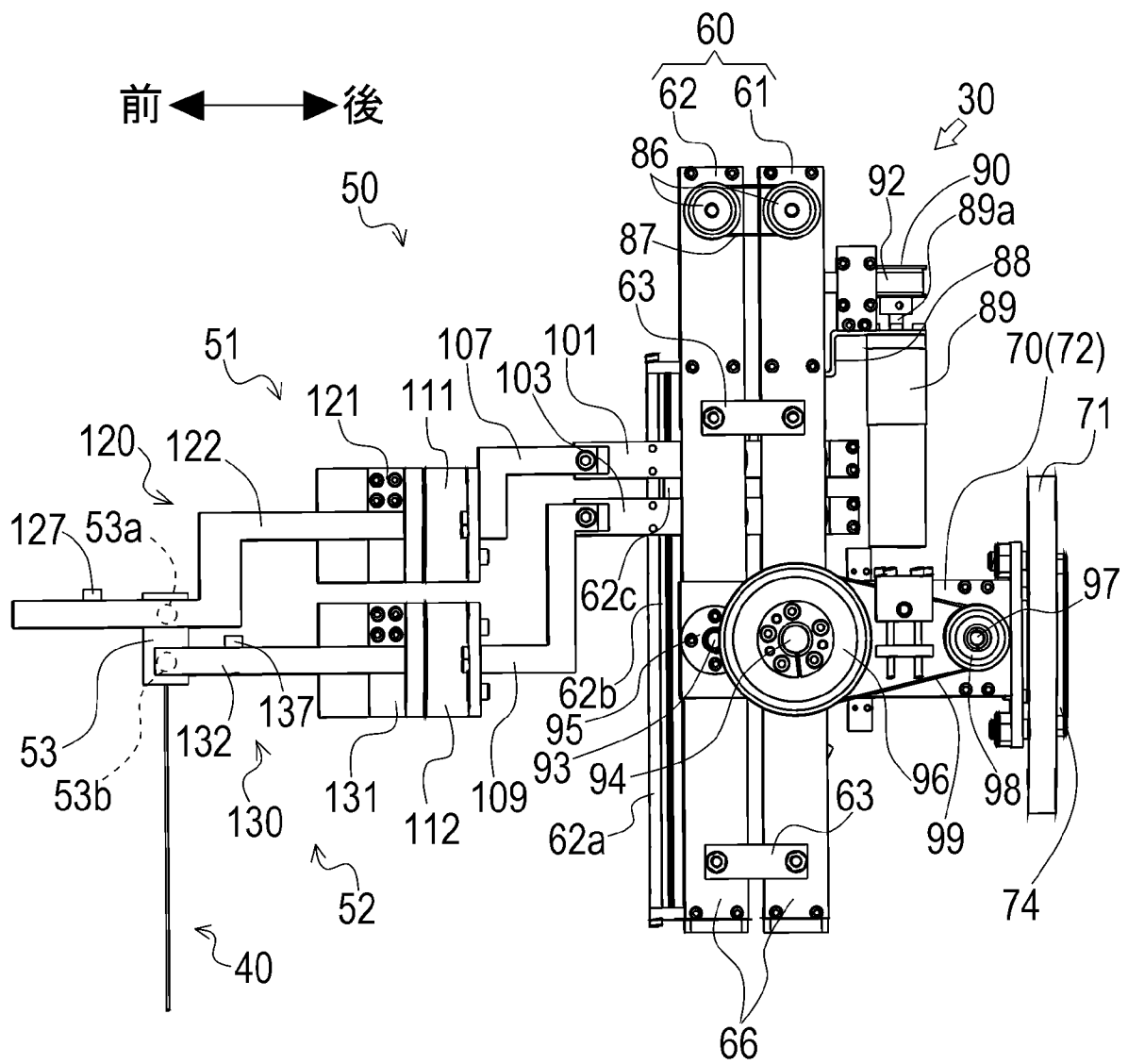
[図1]



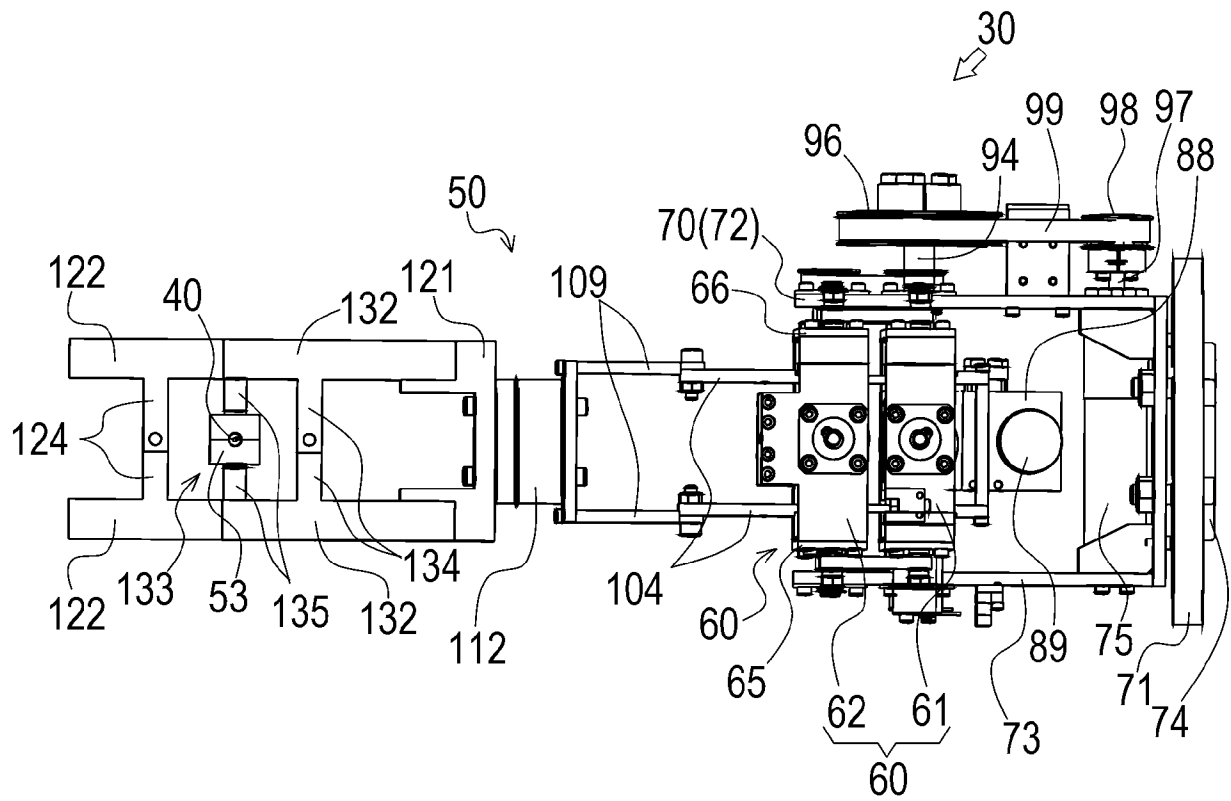
[図2]



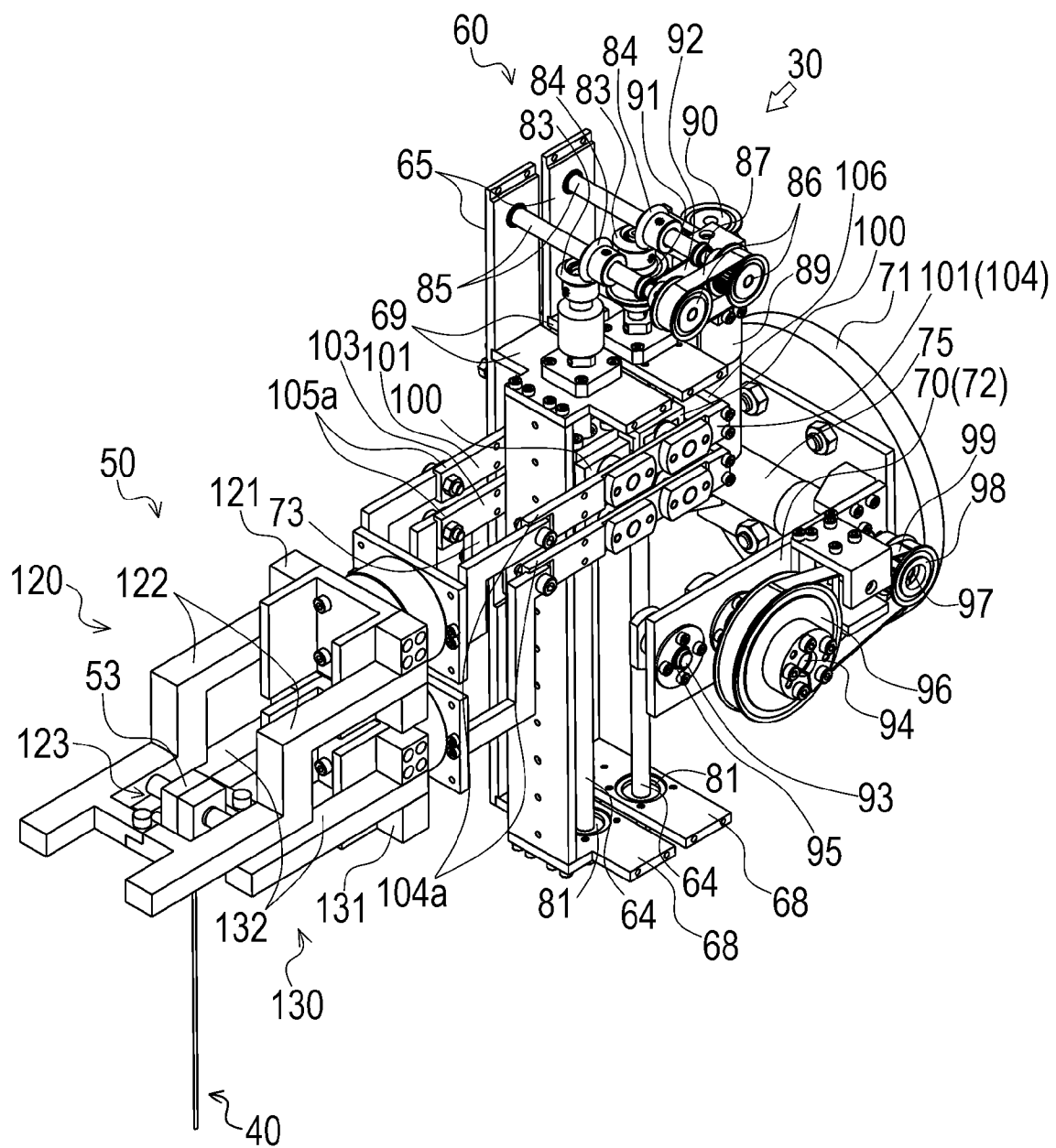
[図3]



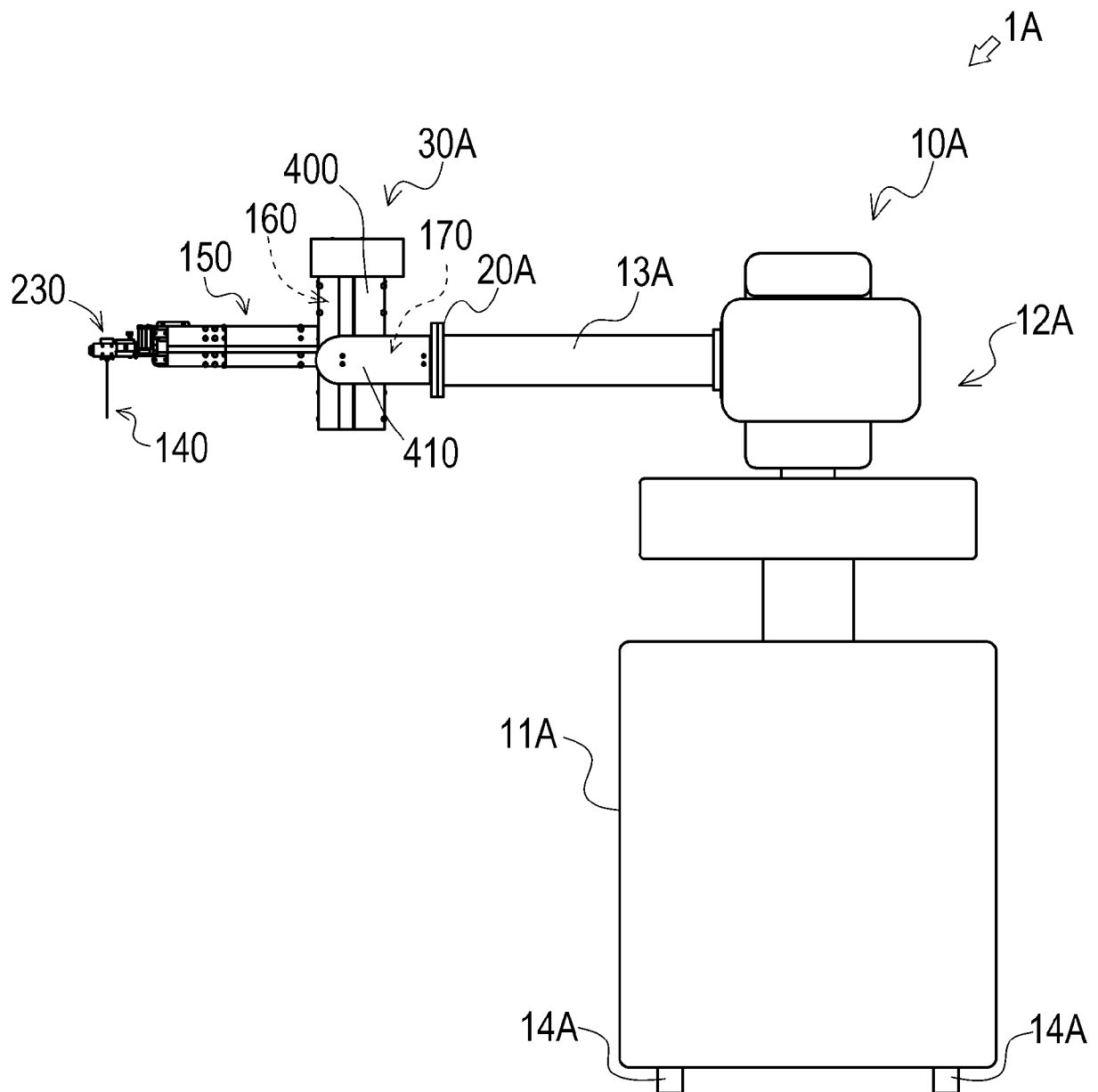
[図5]



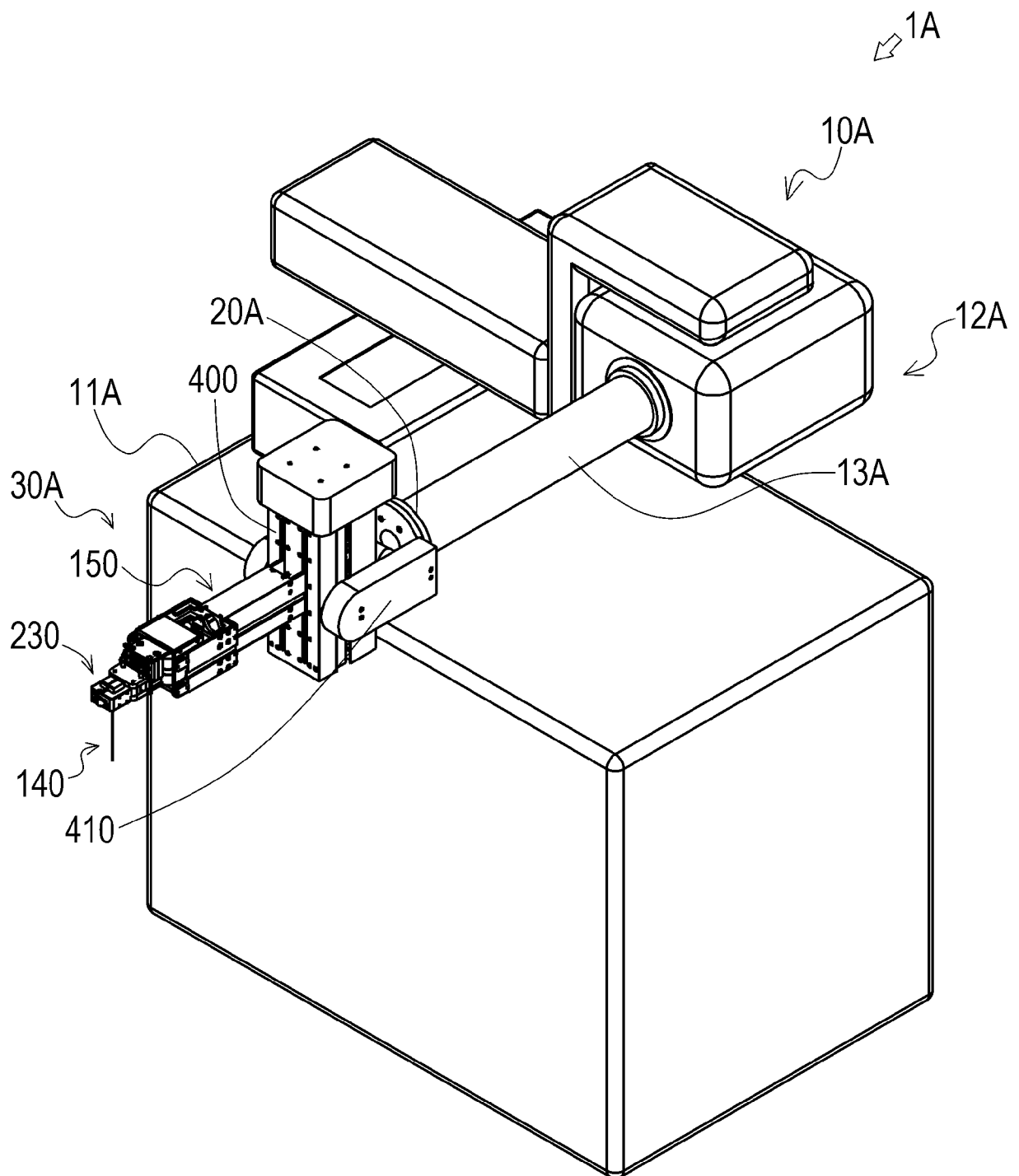
[図6]



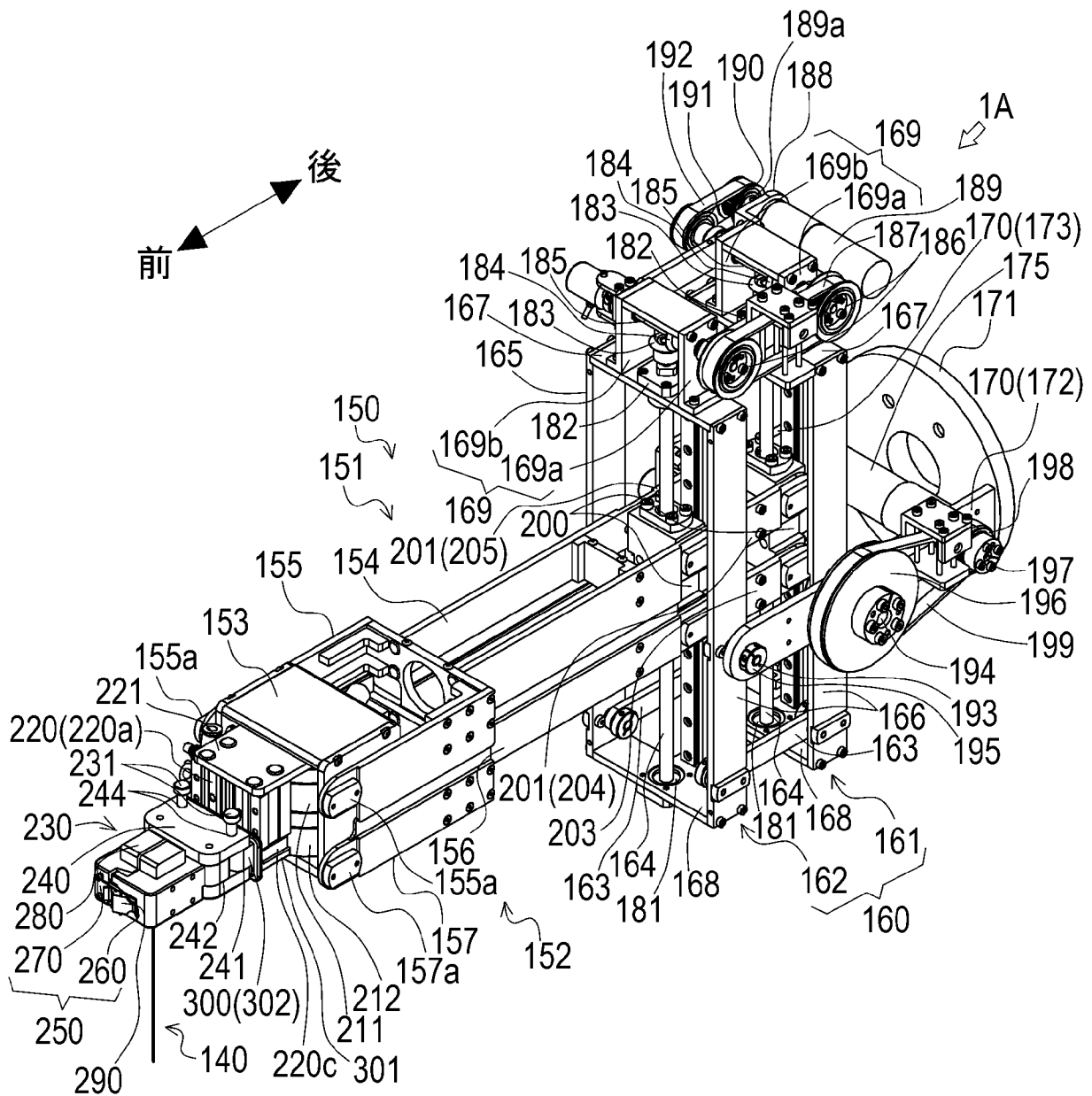
[図7]



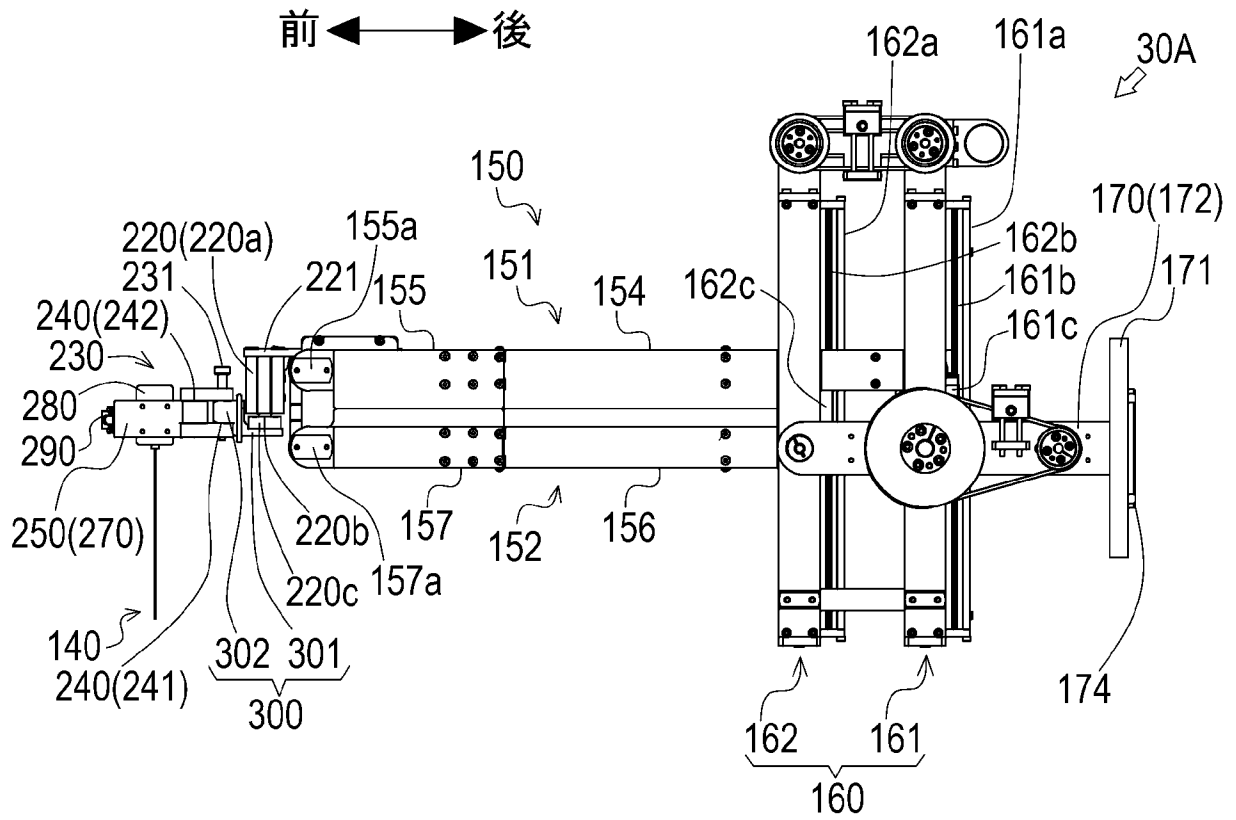
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/078920

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B34/35(2016.01) i, A61B17/34(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)

A61B34/35, A61B17/34

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
A	US 2014/0277333 A1 (HANSEN MEDICAL, INC.), 18 September 2014 (18.09.2014), entire text; all drawings & US 2016/0235946 A1	1-8
A	US 2008/0167674 A1 (RESTORATION ROBOTICS, INC.), 10 July 2008 (10.07.2008), entire text; all drawings & WO 2008/085756 A2 & WO 2008/085758 A2	1-8
A	JP 8-164148 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 25 June 1996 (25.06.1996), entire text; all drawings & US 5836869 A & US 6036637 A	1-8

☒ 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
09 December 2016 (09.12.16)

Date of mailing of the international search report
27 December 2016 (27.12.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/078920

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-530209 A (MicroDexterity Systems, Inc.), 17 September 2002 (17.09.2002), entire text; all drawings & US 6723106 B1 & WO 2000/030557 A1	1-5
A	WO 2015/052718 A1 (TECHNION RESEARCH & DEVELOPMENT FOUNDATION LTD.), 16 April 2015 (16.04.2015), entire text; all drawings & US 2016/0249991 A1	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. A61B34/35(2016.01)i, A61B17/34(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（IPC））

Int.Cl. A61B34/35, A61B17/34

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 請求項の番号
A	US 2014/0277333 A1 (HANSEN MEDICAL, INC.) 2014.09.18, 全文, 全図 & US 2016/0235946 A1	1-8
A	US 2008/0167674 A1 (RESTORATION ROBOTICS, INC.) 2008.07.10, 全文, 全図 & WO 2008/085756 A2 & WO 2008/085758 A2	1-8

☒ 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、一般的技術水準を示すもの	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

09.12.2016

国際調査報告の発送日

27.12.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

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）

毛利 大輔

31

4137

電話番号 03-3581-1101 内線 3386

C (続き) . 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 請求項の番号
A	JP 8-164148 A (オリンパス光学工業株式会社) 1996. 06. 25, 全文, 全図 & US 5836869 A & US 6036637 A	1 - 8
A	JP 2002-530209 A (マイクロデクステラティール・システムズ・イン コーポレーテッド) 2002. 09. 17, 全文, 全図 & US 6723106 B1 & WO 2000/030557 A1	1 - 5
A	WO 2015/052718 A1 (TECHNION RESEARCH & DEVELOPMENT FOUNDATION LTD.) 2015. 04. 16, 全文, 全図 & US 2016/0249991 A1	1 - 5