

(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
2016年10月6日(06.10.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/158452 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 17/062 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/058487
- (22) 国際出願日: 2016年3月17日(17.03.2016)
- (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 2015-074491 2015年3月31日(31.03.2015) JP
- (71) 出願人: ブラザー工業株式会社 (BROTHER KOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4678561 愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 寺田 宏平(TERADA Kohei); 〒4678561 愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号 ブラザー工業株式会社内 Aichi (JP). 石井 大輔(ISHII Daisuke); 〒4678561 愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号 ブラザー工業株式会社内 Aichi (JP). 木下 尚久(KINOSHITA Naohisa); 〒4678561 愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号 ブラ

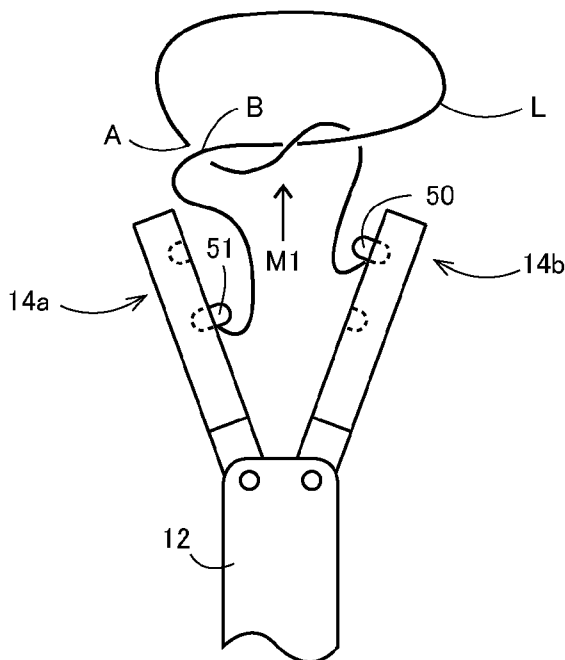
ザー工業株式会社内 Aichi (JP). 小林 将人(KOBAYASHI Masato); 〒4678561 愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号 ブラザー工業株式会社内 Aichi (JP).

- (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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.
- (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), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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),

[続葉有]

(54) Title: KNOT FORMATION DEVICE

(54) 発明の名称: 結び目形成装置



(57) Abstract: Provided is a knot formation device (10) having a first arm mechanism (14a) and a second arm mechanism (14b). Needles (50, 51) are respectively fixed to both ends of a string-shaped member (L). When an arm body (36a) of the first arm mechanism (14a) rotates about an axial line (C4) while holding the needle (50), and an arm body (36b) of the second arm mechanism (14b) rotates about an axial line (C5) while holding the needle (51), a loop (R) can be formed in the string-shaped member (L). Next, the two arm mechanisms (14a, 14b) are brought closer to one another, and the two arm mechanisms (14a, 14b) transfer their respective needles (50, 51) to the other (14b, 14a). The two arm mechanisms (14a, 14b) each separate from the other (14b, 14a), and then a moving member (78) pushes the string-shaped member (L). Thereupon, a section in which the string-shaped member (L) is fixed to the needle (50) can be passed through the loop (R), and a knot (M1) can be formed in the string-shaped member (L). In this way, a knot (M1) can be automatically formed by a simple procedure.

(57) 要約: 結び目形成装置(10)は第1アーム機構(14a)及び第2アーム機構(14b)を有する。糸状部材(L)の両端にはそれぞれ針(50、51)が固定されている。第1アーム機構(14a)のアーム本体(36a)が針(50)を保持したまま軸線(C4)回りに回転するとともに、第2アーム機構(14b)のアーム本体(36b)が針(51)を保持したまま軸線(C5)回りに回転すると、糸状部材(L)にループ(R)ができる。次に、両アーム機構(14a、14b)が相互に接近し、両アーム機構

(14a、14b)がそれぞれ針(50、51)を相手(14b、14a)に引き渡す。両アーム機構(14a、14b)が相手(14b、14a)から離れ、続いて移動部材(78)が糸状部材(L)を押し出す。すると、糸状部材(L)のうち針(50)に固定された部分がループ(R)の中を通過し、糸状部材(L)に結び目(M1)ができる。このように、単純な操作で自動的に結び目(M1)を形成することができる。

WO 2016/158452 A1

WO 2016/158452 A1



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))

明 細 書

発明の名称： 結び目形成装置

技術分野

[0001] 本発明は、被結紮体たとえば糸状部材の端を受け渡すことで結び目を形成する形式の結び目形成装置に関するものである。

背景技術

[0002] 被結紮体たとえば糸状部材にループを形成してその被結紮体を固定する技術としては、たとえば特許文献1に記載されている、金属或いは合成樹脂で構成された糸アンカーを用いて糸状部材を縫りあわせるもの、たとえば特許文献2に記載されている糸状部材自体に予め形成された凹凸形状を嵌合させるものがある。また、特許文献3では、熱や超音波によって糸状部材を相互に溶着する技術が提案されている。しかし、これらの糸状部材を縫りあわせる、嵌合させる、溶着することにより固着させる糸状部材は、結紮される糸状部材と比べて結合強度や締めつけ性が不十分であるという問題があった。

[0003] そのため、糸状部材自体を結紮することにより結び目を形成して固定する種々の結紮方法が知られ、結び目の形成を補助する補助具は、種々提案されている。たとえば、特許文献4および特許文献5に記載された持針器、補助具がそれである。

[0004] 特許文献4には、2本の持針器を単に束ねて相対的位置関係を拘束し、手作業と同じ動作を行なうことにより結び目を形成するものが記載されており、このような技術では、実質的に2本の持針器をそれぞれ操作する必要がある。また、特許文献5には、所定の手技を行なうことにより結び目を形成する縫合補助具が記載されている。この場合には、糸状部材の受け渡しのためにもう一本の鉗子を用いる必要があり、その縫合補助具だけで結び目を形成することが不可能であった。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：米国特許第7416556号明細書

特許文献2：米国特許第5207694号明細書

特許文献3：米国特許第5417700号明細書

特許文献4：米国特許第5336230号明細書

特許文献5：米国特許第5480406号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献4および特許文献5のように、糸状部材を結紮する装置は、種々提案されているものの、いずれも操作者が行う糸状部材の結紮を支援する補助器具であるに過ぎず、結び目を機械的動作により、簡単かつ確実に形成する装置を実現するものではない。

[0007] 上記引用文献4、引用文献5のいずれの器具でも、操作する人間がどの糸状部材のどちら側に鉗子を通させて糸状部材のどこをいつ掴み、どちら向きに何回巻き付けるか等を決定するために、操作者の目などを通して入ってくる情報に応じて操作者が判断し操作をしている。このため、これらを使用して結び目を形成するには、事前の十分なる練習と、使用時にも熟練の手技を必要とした。すなわち、引用文献4、引用文献5のいずれの器具も熟練を要し、機械的な動作により、簡単かつ確実に結び目を形成する装置とは言い難いものであった。

[0008] 本発明は以上の事情を背景として為されたものであり、その目的とするところは、単純な操作で機械的な動作により、簡単かつ確実に結び目を形成することができる結び目形成装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] かかる目的を達成するための本発明の要旨とするところは、（a）ベース部と、（b）前記ベース部に設けられ、相対的に移動可能に構成された第1アーム機構および第2アーム機構と、（c）前記第1アーム機構に設けられ、被結紮体の第1位置を着脱可能に保持する第1保持部材と、（d）前記第2アーム機構に設けられ、前記被結紮体の第1位置を着脱可能に保持する第

2 保持部材と、（e）前記第 1 アーム機構に設けられ、前記被結紮体の第 2 位置を着脱可能に保持する第 3 保持部材と、（f）前記第 2 アーム機構に設けられ、前記被結紮体の第 2 位置を着脱可能に保持する第 4 保持部材と、（g）前記被結紮体の第 2 位置を支持し、回転動作により、前記被結紮体の第 1 位置と前記第 2 位置との間の 2 位置が交差する前記被結紮体のループを形成するループ形成手段と、（h）前記第 1 アーム機構および第 2 アーム機構を相互に離間させ、前記被結紮体の第 1 位置と第 2 位置を前記第 1 保持部材と前記第 4 保持部材で保持した状態で、前記ループ形成手段により前記被結紮体のループを形成させる第 1 ループ形成操作と、前記第 1 アーム機構および第 2 アーム機構を相互に接近させるアーム接近操作と、前記被結紮体の第 1 位置と第 2 位置を前記第 1 保持部材と第 4 保持部材により保持する状態から前記第 2 保持部材と第 3 保持部材により保持する状態へ切り替える第 1 切替操作と、前記被結紮体の第 1 位置と第 2 位置を前記第 2 保持部材と第 3 保持部材により保持する状態で前記第 1 アーム機構および第 2 アーム機構を相互に離間させる第 1 アーム離間操作とを順次実行することにより前記第 1 位置を前記ループに通過させて前記被結紮体に結び目を形成する、前記ベース部に設けられた操作部とを、含むことにある。

発明の効果

[0010] 本発明の結び目形成装置によれば、前記ベース部に設けられた操作部の操作により、前記第 1 アーム機構および第 2 アーム機構を相互に離間させ、前記被結紮体の第 1 位置と第 2 位置を前記第 1 保持部材と前記第 4 保持部材で保持した状態で、前記ループ形成手段により前記被結紮体のループを形成させる第 1 ループ形成操作と、前記第 1 アーム機構および第 2 アーム機構を相互に接近させるアーム接近操作と、前記被結紮体の第 1 位置と第 2 位置を前記第 1 保持部材と第 4 保持部材により保持する状態から前記第 2 保持部材と第 3 保持部材により保持する状態へ切り替える第 1 切替操作と、前記被結紮体の第 1 位置と第 2 位置を前記第 2 保持部材と第 3 保持部材により保持する状態で前記第 1 アーム機構および第 2 アーム機構を相互に離間させる第 1 ア

ーム離間操作とを順次実行することにより、前記第 1 位置を前記ループに通過させて前記被結紮体に結び目を、自動的に形成することができる。

[0011] ここで、好適には、(i) 前記ループ形成手段は、前記第 1 アーム機構および第 2 アーム機構に備えられ、(j) 前記操作部は、前記第 1 アーム機構および第 2 アーム機構を相互に離間させ、前記被結紮体の第 1 位置と第 2 位置を前記第 2 保持部材と前記第 3 保持部材で保持した状態で、前記ループ形成手段により前記被結紮体のループを形成させる第 2 ループ形成操作と、前記第 1 アーム機構および第 2 アーム機構を相互に接近させるアーム接近操作と、前記被結紮体の第 1 位置と第 2 位置を前記第 2 保持部材と第 3 保持部材により保持する状態から前記第 1 保持部材と第 4 保持部材により保持する状態へ切り替える第 2 切替操作と、前記被結紮体の第 1 位置と第 2 位置を前記第 1 保持部材と第 4 保持部材により保持する状態で前記第 1 アーム機構および第 2 アーム機構を相互に離間させる第 2 アーム離間操作とを順次実行することにより前記第 1 位置に前記ループを再度通過させる。このため、ループ形成手段が前記第 1 アーム機構および第 2 アーム機構の両方に備えられることで、前記第 1 アーム機構および第 2 アーム機構は機能的に対称である。これにより、前記第 1 ループ形成操作、前記アーム接近操作、前記第 1 切替操作、および前記第 1 アーム離間操作を順次実行することにより第 1 の結び目を形成するのに続いて、直ちに、前記第 2 ループ形成操作、前記アーム接近操作、前記第 2 切替操作、および前記第 2 アーム離間操作とを順次実行することにより、前記第 1 位置に前記ループを再度通過させて次の第 2 の結び目を形成することができ、単純な操作で自動的に多段の結び目を形成することができる。

[0012] また、好適には、(k) 前記結び目は、前記被結紮体の第 1 位置を、前記ループで交差している 2 位置のうちの該第 1 位置よりも遠い側の位置から近い側の位置へ前記ループを相対的に通過させることにより形成されるものであり、(l) 前記操作部は、前記結び目を複数回形成するものであって、前記複数回の結び目のうちのいずれかの結び目において、前記ループ形成手段

に、前回形成されたループと前記第 1 位置の通過予定軌跡まわりを逆向きに巻いたループを形成させる。これにより、所定の結び目に続いて形成される結び目において、前記ループ形成手段に、前回形成されたループと前記第 1 位置の通過予定軌跡まわりを逆向きに巻いたループを形成させるので、結び目が解け難い男結びと称される結び目を単純な操作で自動的に形成することができる。

[0013] また、好適には、(m) 前記結び目は、前記被結紮体の第 1 位置を、前記ループで交差している 2 位置のうちの該第 1 位置よりも遠い側の位置から近い側の位置へ前記ループを相対的に通過させることにより形成されるものであり、(n) 前記操作部は、前記結び目を複数回形成するものであって、前記複数回の結び目のうちのいずれかの結び目において、前記ループ形成手段に、前回形成されたループとは前記第 1 位置の通過予定軌跡まわりを同じ向きに巻いたループを形成させる。これにより、所定の結び目に続いて形成される結び目において、前記ループ形成手段に、前回形成されたループと前記第 1 位置の通過予定軌跡まわりを同じ向きに巻いたループを形成させるので、結び目を締め易い女結びと称される結び目を単純な操作で自動的に形成することができる。

[0014] また、好適には、前記ループ形成手段は、その回転動作により前記ループを 1 周形成する。これにより、1 周形成されたループからの単結紮と称される、最も基本的な結び目である単結紮が形成される。

[0015] また、好適には、前記ループ形成手段は、その回転動作により前記ループを 2 周形成する。これにより、2 周形成されたループからの二重結紮と称される、単結紮の次に単純で単結紮よりも解け難い二重の結び目が形成される。

[0016] また、好適には、前記ループ形成手段は、その回転動作により、一回目のループ形成においては、前記ループの投影面と交差する軸である仮想軸まわりに前記ループを 2 周形成し、二回目のループ形成においては、前記仮想軸まわりに前記ループを 1 周形成する。これにより、二重結紮の次に単結紮が

形成された外科結紮と称される結び目が形成される。この外科結紮は、最下段の二重結紮の結び目の大きさが大きいために結紮対象物に加わる力が単結紮より小さく、また二段目の結び目を作っている間に最下段の結び目が緩みにくい。

[0017] また、好適には、（o）前記ループ形成手段は、前記回転中心からの前記第保持部材までの距離よりも大きい半径を有するループ形成部と、前記回転中心から前記第2保持部材までの距離よりも小さな半径を有する被結紮体通過部とを有し、（p）前記第1位置は、前記ループ形成手段の回転中心まわりにループを形成した被結紮体と前記被結紮体通過部とに囲まれた領域を通過して前記第1保持部材と前記第2保持部材との間で受け渡される。これにより、被結紮体の第1位置を前記ループ内に通過させる機構を簡単に実現することができる。

[0018] また、好適には、（q）前記ループ形成手段は、前記回転中心からの前記第2保持部材までの距離よりも大きい半径を有するループ形成部と、前記ループ形成部よりも回転軸に沿って前記第2アーム機構から遠い位置にあって前記ループ形成部よりもさらに大きな半径を有するループ保持部とを有し、（r）前記ループ形成部よりも前記ループ形成部よりも回転軸に沿って前記第2アーム機構から近い側は前記ループ形成部以下の半径を有する。これにより、被結紮体のループ形成時には、ループ形成手段と第2アームとの間にできた凹溝に係がはまって安定したループを形成することができ、また、被結紮体の端を交換した後は、ループが自然にループ形成手段から外れる利点がある。

[0019] また、好適には、（s）前記ループ形成手段は、前記被結紮体の第2位置を前記被結紮体の長手方向に沿って摺動可能に支持しており、（t）前記操作部は、前記被結紮体の第2位置よりも前記第1位置から遠い側にある引張り位置を引いて結び目を締める。これにより、被結紮体を結ぶだけでなく、形成した結び目を緩める機能を装置に持たせることができる。

[0020] また、好適には、前記ループ形成手段は、前記第2アーム機構に沿って、

前記第 2 保持部材との距離が接近する方向に移動することができる。これにより、被結紮体が別の物体に通されている場合など、被結紮体によって結ばれる対象物があるとき、対象物の厚みを第 1 アーム機構および第 2 アーム機構で挟み込んだ状態で、被結紮体の端を受け渡すことができ、対象物の両側で被結紮体を保持した状態を作ることができる。

[0021] また、好適には、前記ループ形成手段は、前記第 2 アーム機構との距離が接近する方向に沿って変形することができる。これにより、被結紮体が別の物体の穴に通されている場合など、被結紮体によって結ばれる対象物があるとき、対象物の厚みを第 1 アーム機構および第 2 アーム機構で挟み込んだ状態で、被結紮体の端を受け渡すことができ、対象物の両側で被結紮体を保持した状態を作ることができる。

[0022] また、好適には、(u) 前記ループ形成手段は、前記被結紮体の前記第 2 位置から前記第 1 位置側に離れた第 1 支持部と、前記被結紮体の前記第 2 位置から前記引張り位置側に離れた第 2 支持部とで前記被結紮体の第 2 位置を支持しており、(v) 前記操作部は、前記第 2 支持部が前記第 1 支持軸よりも前記第 1 アーム機構または前記第 2 アーム機構に沿って前記ベース部に近い側にあるときに前記引張り位置を引いて前記結び目を締める。これにより、第 1 アーム機構および第 2 アーム機構の先端近傍を結紮対象物に押し付けながらベース部の側から前記被結紮体の引張り位置を引くことで、結び目をタイトに締めることができる。

[0023] また、好適には、前記操作部には、前記被結紮体の前記引張り位置が、操作者が直接引くことが可能な位置に設けられている。これにより、操作者が手指で直接に被結紮体の張力を感じながら引くことができるので、レバーやハンドルを介して被結紮体を引く場合に比較して、締めつけが強すぎたり弱すぎたりすることなく、適切な強さで被結紮体の結び目を締めることができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]本発明の一実施例における結び目形成装置の、第 1 アーム機構および第

2 アーム機構が開いた状態を示す正面図である。

[図2]図1の結び目形成装置の、第1アーム機構および第2アーム機構が閉じた状態を示す正面図である。

[図3]図1の結び目形成装置を分解して示す斜視図である。

[図4]図1乃至図3に示す結び目形成装置の第1アーム機構の、開位置に位置させられている状態を示す斜視図である。

[図5]図1乃至図3に示す結び目形成装置の第1アーム機構の、閉位置に位置させられている状態を示す斜視図である。

[図6]図4および図5に示す第1アーム機構が開位置に位置させられている状態であって、2つの針のうちの先端側の針を解放し、基端側に位置する針をロックした状態を、ガイドカバーを取り外して示す斜視図である。

[図7]図4および図5に示す第1アーム機構が開位置に位置させられている状態であって、2つの針のうちの先端側の針をロックし、基端側に位置する針を解放した状態を、ガイドカバーを取り外して示す斜視図である。

[図8]図1乃至図3に示す結び目形成装置の第1アーム機構の構成を拡大して説明する斜視図である。

[図9]図1の開状態の結び目形成装置の縦断面を示す図である。

[図10]図2の閉状態の結び目形成装置の縦断面を示す図である。

[図11]図1の開状態の結び目形成装置の底面、すなわち操作部材の端面を示す図である。

[図12]図1の結び目形成装置に設けられた操作部材を図13の原点から45度、すなわち図11から270度回転操作した状態を示す図である。

[図13]図1の結び目形成装置に設けられた操作部材の回転操作角度と、その操作部材の回転操作によって動作する、第1アーム機構および第2アーム機構の開閉動作、アーム本体の回転動作、針のロックおよび解放動作との関係を説明するチャートである。

[図14]図1の結び目形成装置に設けられた操作部材の回転操作により図13に示す順に行なわれる動作を説明する模式図であって、第1アーム機構およ

び第2アーム機構が開かれたアーム離間状態を示している。

[図15]図1の結び目形成装置に設けられた操作部材の回転操作により図13に示す順に行なわれる動作を説明する模式図であって、第1アーム機構および第2アーム機構に設けられたアーム本体がその長手方向の軸中心線まわりに回転させられるループ形成状態を示している。

[図16]図15に示されるループ形成操作を説明するために第2アーム機構の先端から糸状部材見た模式図である。

[図17]図1の結び目形成装置に設けられた操作部材の回転操作により図13に示す順に行なわれる動作を説明する模式図であって、第1アーム機構および第2アーム機構を閉じたアーム接近状態を示している。

[図18]第1アーム機構および第2アーム機構を閉じた状態で一对の針の掴み替えを行なう切替操作を説明する模式図である。

[図19]図1の結び目形成装置に設けられた操作部材の回転操作により図13に示す順に行なわれる動作を説明する模式図であって、第1アーム機構および第2アーム機構が閉じられた状態で針が受け渡されたアーム接近操作および第1切替操作後に、第1アーム機構および第2アーム機構が開かれるアーム離間状態を示している。

[図20]図19の第1切替操作後の第1アーム機構を、その先端から糸状部材を見た模式図である。

[図21]図19に示す糸外し動作によって糸状部材が第1アーム機構および第2アーム機構から外された状態を示す模式図である。

[図22]仮想軸Kに直交する投影面S上に投影した糸状部材Lの射影が閉じた経路を示すことを用いてループの定義を説明する図である。

[図23]図14から図19に示す結び目形成操作により得られた糸状部材の単結紮を示す図である。

[図24]図14から図19に示す単結紮結び目形成操作において、図15のループ形成操作がアーム本体を2回転させた場合の図20に相当する模式図である。

[図25]図24の操作により得られた糸状部材の二重結紮を示す図である。

[図26]図14から図19に示す単結紮結び目形成操作を2回行なった場合の図21に相当する図である。

[図27]図26の女結び形成操作により得られた糸状部材の女結びを示す図である。

[図28]図14から図19に示す単結紮結び目形成操作を2回行なう操作であって、第2回では第1回目に対して糸状部材の第1位置をループに通過させる方向を逆向きとした場合の図21に相当する図である。

[図29]図28の男結び形成操作により得られた糸状部材の男結びを示す図である。

[図30]二重結紮結び目形成操作と単結紮結び目形成操作により得られた、二重結紮の上に単結紮を有する外科結紮を示す図である。

[図31]操作部材の他の例の端面を示す図11に相当する図である。

[図32]本発明の他の実施例における結び目形成装置の、第1アーム機構および第2アーム機構が開いた状態を示す正面図である。

[図33]図32の結び目形成装置の、第1アーム機構および第2アーム機構が閉じた状態を示す正面図である。

[図34]図32の結び目形成装置を分解して示す斜視図である。

[図35]図32乃至図34に示す結び目形成装置の第1アーム機構の、開位置に位置させられている状態を示す斜視図である。

[図36]図32乃至図34に示す結び目形成装置の第1アーム機構の、閉位置に位置させられている状態を示す斜視図である。

[図37]図32および図34に示す第1アーム機構の先端部に設けられた第1円筒回転機構を説明する断面図であって、第1アーム機構が開位置に位置させられて円筒状回転体が突き出した状態を拡大して示す断面図である。

[図38]図32および図34に示す第1アーム機構の先端部に設けられた第1円筒回転機構を説明する断面図であって、第1アーム機構が閉位置に位置させられて円筒状回転体が押し入れられた状態を拡大して示す断面図である。

[図39]図37および図38に示す円筒状回転体の回転機構と針のロック機構とを説明する、カバーの裏面を示す図である。

[図40]図39において、円筒部材を回転駆動する状態を示す図である。

[図41]図39の針のロック機構を構成する傘歯車のフランジと固定ロックプレートとの構成を説明する図である。

[図42]図39の針のロック機構を構成する傘歯車のフランジと固定ロックプレートとの構成を説明する図であって、2つの針のロック状態を相互に切替えた状態を示す図である。

[図43]図32の開状態の結び目形成装置の縦断面を示す図である。

[図44]図32の閉状態の結び目形成装置の縦断面を示す図である。

[図45]図32の開状態の結び目形成装置の底面、すなわち回転操作部材の端面を示す図である。

[図46]図32の閉状態の結び目形成装置の底面、すなわち回転操作部材の端面を示す図である。

[図47]図32の結び目形成装置に設けられた開閉操作部材の回転操作角度と、その操作部材の回転操作によって動作する、第1アーム機構および第2アーム機構の開閉動作との関係を説明するチャートである。

[図48]図32の結び目形成装置に設けられた開閉操作部材の回転操作により第1アーム機構および第2アーム機構が開かれたアーム離間状態を示す模式図である。

[図49]図32の結び目形成装置に設けられた回転操作部材の回転操作により第1アーム機構および第2アーム機構それぞれに設けられた円筒部材が回転させられてその外周面に糸状部材が巻き付けられるループ形成状態を示す模式図である。

[図50]図32の結び目形成装置に設けられた開閉操作部材の回転操作により第1アーム機構および第2アーム機構を閉じたアーム接近状態を示す模式図である。

[図51]図50に示す第1アーム機構および第2アーム機構を閉じた状態で一

対の針の掴み替えを行なう切替操作状態を説明する模式図である。

[図52]図5 1 に示されている、第1 アーム機構および第2 アーム機構が閉じられた状態で針が受け渡された状態の後に、第1 アーム機構および第2 アーム機構が開かれるアーム離間状態を示す模式図である。

[図53]図5 2 に示す糸状部材が糸外し動作によって第1 アーム機構および第2 アーム機構から外された状態を示す模式図である。

[図54]本発明の他の実施例における結び目形成装置の、第1 アーム機構および第2 アーム機構が開いた状態を示す正面図である。

[図55]図5 4 の結び目形成装置の、第1 アーム機構および第2 アーム機構が閉じた状態を示す正面図である。

[図56]図5 4 の結び目形成装置を分解して示す斜視図である。

[図57]図5 4 乃至図5 6 に示す結び目形成装置の第1 アーム機構の、開位置に位置させられている状態を示す斜視図である。

[図58]図5 4 乃至図5 6 に示す結び目形成装置の第1 アーム機構の、閉位置に位置させられている状態を示す斜視図である。

[図59]図5 7 および図5 8 に示す第1 アーム機構の先端部に設けられた針保持機構を分解して説明する要部斜視図である。

[図60]図5 7 および図5 8 に示す第1 アーム機構の先端部に設けられた針保持機構の要部構成を説明する斜視図であって、針のアンロック状態を示している。

[図61]図5 7 および図5 8 に示す第1 アーム機構の先端部に設けられた針保持機構の要部構成を説明する断面図である。

[図62]図5 7 および図5 8 に示す第1 アーム機構の先端部に設けられた針保持機構の要部構成を説明する斜視図であって、針のロック状態を示している。

[図63]図5 4 の開状態の結び目形成装置の底面図である。

[図64]図5 5 の閉状態の結び目形成装置の底面図である。

[図65]図5 4 の開状態の結び目形成装置の縦断面を示す図である。

[図66]図55の閉状態の結び目形成装置の縦断面を示す図である。

[図67]図54の結び目形成装置に設けられた操作部材の回転操作角度と、その操作部材の回転操作によって動作する、第1アーム機構および第2アーム機構の開閉動作との関係を説明するチャートである。

[図68]図54の結び目形成装置に設けられた開閉操作部材の回転操作により第1アーム機構および第2アーム機構が開かれたアーム離間状態を示す模式図である。

[図69]図54の結び目形成装置に設けられた回転操作部材の回転操作により第1アーム機構および第2アーム機構それぞれに設けられた第1針保持機構および第2針保持機構が回転させられてその外周面に糸状部材が巻き付けられるループ形成状態を示す模式図である。

[図70]図54の結び目形成装置に設けられた開閉操作部材の回転操作により第1アーム機構および第2アーム機構を閉じたアーム接近状態を示す模式図である。

[図71]図70に示す第1アーム機構および第2アーム機構を閉じた状態で一対の針の掴み替えを行なう切替操作状態を説明する模式図である。

[図72]図71に示されている、第1アーム機構および第2アーム機構が閉じられた状態で針が受け渡された後に、第1アーム機構および第2アーム機構が開かれたアーム離間状態を示す模式図である。

[図73]図72に示されている糸状部材を糸外し動作によって第1アーム機構および第2アーム機構から外された状態を示す模式図である。

[図74]本発明の他の実施例における結び目形成装置の、第1アーム機構および第2アーム機構が開いた状態を示す正面図である。

[図75]図71の結び目形成装置の、第1アーム機構および第2アーム機構が閉じた状態を示す正面図である。

[図76]図74の結び目形成装置を分解して示す斜視図である。

[図77]図74乃至図76に示す結び目形成装置の第1アーム機構の、開位置に位置させられている状態を示す斜視図である。

[図78]図74乃至図76に示す結び目形成装置の第1アーム機構の、閉位置に位置させられている状態を示す斜視図である。

[図79]図77および図78に示す第1アーム機構の先端部に設けられた第1針円板保持機構を分解して示す拡大斜視図である。

[図80]図77および図78に示す第1アーム機構の先端部に設けられた第1針円板保持機構の一部を、第1アーム機構のカバーの裏面から示す図であって、先端側の針がロックされ、基端側の針がアンロックされた状態を示している。

[図81]図77および図78に示す第1アーム機構の先端部に設けられた第1針円板保持機構の一部を、第1アーム機構のカバーの裏面から示す図であって、先端側の針がロックされるとともに、針付円板が基端側へ移動させられた状態を示している。

[図82]図77および図78に示す第1アーム機構の先端部に設けられた第1針円板保持機構の一部を、分解して第1アーム機構のカバーの裏面から示す斜視図である。

[図83]図74の開状態の結び目形成装置の底面、すなわち操作部材の端面を示す図である。

[図84]図75の閉状態の結び目形成装置の底面、すなわち操作部材の端面を示す図である。

[図85]図74の閉状態の結び目形成装置の縦断面を示す図である。

[図86]図75の閉状態の結び目形成装置の縦断面を示す図である。

[図87]図74の結び目形成装置に設けられた開閉操作部材の回転操作角度と、その開閉操作部材の回転操作によって動作する、第1アーム機構および第2アーム機構の開閉動作との関係を、説明するチャートである。

[図88]図74の結び目形成装置に設けられた開閉操作部材の回転操作により第1アーム機構および第2アーム機構が開かれたアーム離間状態を示す模式図である。

[図89]図74の結び目形成装置に設けられた開閉操作部材の回転操作により

第 1 アーム機構および第 2 アーム機構が開かれた状態で、回転操作部材の操作により針付円板が回転させられてその外周面に糸状部材が巻き付けられるループ形成状態を示す模式図である。

[図90]図 7 4 の結び目形成装置に設けられた開閉操作部材の回転操作により第 1 アーム機構および第 2 アーム機構を閉じたアーム接近状態を示す模式図である。

[図91]図 9 0 に示す第 1 アーム機構および第 2 アーム機構を閉じた状態で一对の針の掴み替えを行なう切替操作状態を説明する模式図である。

[図92]図 9 1 に示されている、第 1 アーム機構および第 2 アーム機構が閉じられた状態で針が受け渡された後に、第 1 アーム機構および第 2 アーム機構が開かれたアーム離間状態を示す模式図である。

[図93]図 9 2 に示されている状態から、移動部材を用いない糸外し動作によって第 1 アーム機構および第 2 アーム機構から外された状態を示す模式図である。

[図94]本発明の他の実施例の結び目形成装置を示す模式図である。

[図95]図 7 4 以下に示される針付円板の他の形状を有する針付円板を備えた結び目形成装置を示す図である。

[図96]図 7 4 以下に示される針付円板を備える結び目形成装置を用いて結び目を引き締める状態を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0025] 以下、本発明の一実施例を図面を参照しつつ詳細に説明する。

実施例 1

[0026] 図 1 乃至図 3 において、結び目形成装置 1 0 は、円筒状の長手基材 1 2 と、長手基材 1 2 の先端部において開閉可能に設けられた一对の第 1 アーム機構 1 4 a および第 2 アーム機構 1 4 b と、長手基材 1 2 の基端部において長手基材 1 2 の軸心線 C 1 まわりに回転操作可能に設けられた操作部材 1 6 と、長手基材 1 2 内に設けられ、操作部材 1 6 の回転操作力を一对の第 1 アーム機構 1 4 a および第 2 アーム機構 1 4 b に伝達してそれら一对の第 1 アー

ム機構 1 4 a および第 2 アーム機構 1 4 b を動作させる操作力伝達機構 1 8 とを備えている。なお、図 3 に示すように、長手基材 1 2 は、一对の半円断面の部分円筒部材 1 2 a および 1 2 b が組合せ状態で固定されることによって円筒状に構成されている。本実施例では、長手基材 1 2 がベース部として機能し、操作部材 1 6 が操作部として機能している。なお、図 1 から図 1 1 では、被結紮体として機能する糸状部材 L が省略して示されている。

[0027] 長手基材 1 2 の先端部には、第 1 アーム機構 1 4 a および第 2 アーム機構 1 4 b の開閉面に直交する軸心線 C 2 上に所定間隔を隔てて 1 対の支持穴 2 2 a と、軸心線 C 2 と平行な軸心線 C 3 上にそれぞれ位置する 1 対の支持穴 2 2 b が形成されており、第 1 アーム機構 1 4 a は 1 対の支持穴 2 2 a によって軸心線 C 2 まわりに回動可能に支持され、第 2 アーム機構 1 4 b は 1 対の支持穴 2 2 b によって軸心線 C 3 まわりに回動可能に支持されている。一对の第 1 アーム機構 1 4 a および第 2 アーム機構 1 4 b は、互いに同様に構成されているので、第 1 アーム機構 1 4 a については末尾に a が付された数文字符号を用いて説明し、第 2 アーム機構 1 4 b については末尾に b が付された同じ数文字符号を付して説明を省略する。

[0028] 第 1 アーム機構 1 4 a の開位置を示す図 1 および図 4、および第 1 アーム機構 1 4 a の閉位置を示す図 2 および図 5 に示すように、第 1 アーム機構 1 4 a は、一对の支持穴 2 2 a に嵌め入れられた一对の突軸 2 4 a と開閉連結アーム 2 6 a とを一体的に有し、その一对の支持穴 2 2 により一对の支持穴 2 2 の中心を通る軸心線 C 2 まわりの回動可能に支持されている。また、第 1 アーム機構 1 4 a は、軸心線 C 2 に直交する方向に貫通する貫通穴 2 8 a が形成されたアーム基台 3 0 a と、その貫通穴 2 8 a に嵌合されたユニバーサルジョイント 3 2 a と連結された連結軸 3 4 a とを備えている。更に、第 1 アーム機構 1 4 a は、アーム本体 3 6 a、ガイドカバー 3 8 a、ロックプレート 4 0 a、T 字状のバー支持部 4 2 a、長手状のロック操作バー 4 6 a を備えている。アーム本体 3 6 a は、軸心線 C 2 まわりに回動し且つ上記ユニバーサルジョイント 3 2 a と共に貫通穴 2 8 a の回転軸線 C 4 まわりに回

転可能にアーム基台 30 a に設けられている。ガイドカバー 38 a は、アーム本体 36 a にその第 2 アーム機構 14 b 側の対向面全体を覆うように且つその対向面に対して僅かな隙間を隔てて固定されている。ロックプレート 40 a は、ガイドカバー 38 a とアーム本体 36 a の対向面との間に長手方向に移動可能に收容されている。T 字状のバー支持部 42 a は、ガイドカバー 38 a の基端側にアーム本体 36 a の幅方向寸法よりも小幅に且つ第 2 アーム機構 14 b 側にオフセットして形成されている。ロック操作バー 46 a は、アーム本体 36 a の幅方向寸法と同様の長手寸法を有し、バー支持部 42 a から長手方向の両端部が露出した状態で、バー支持部 42 a によりその内側で長手方向の中央部が回動可能に支持され、且つ一端部がロックプレート 40 a の係合凹部 44 a に係合されている。ロック操作バー 46 a は、その一端部に図示しない突起を有しており、その突起が係合凹部 44 a に係合するロックプレート 40 a が第 1 アーム機構 14 a の先端側位置にあるか、基端側位置にあるかを反映した傾斜姿勢で位置させられている。たとえば、図 6 に示すように、ロックプレート 40 a が第 1 アーム機構 14 a の基端側位置にある場合は、ロック操作バー 46 a の一端側が基端部側に且つ他端側は先端部側に位置する傾斜姿勢とされる。反対に、図 7 に示すように、ロックプレート 40 a が第 1 アーム機構 14 a の先端側位置にある場合は、ロック操作バー 46 a の他端側が基端部側に且つ先端側は先端部側に位置する傾斜姿勢とされる。T 字状のバー支持部 42 a は、ロック操作バー 46 a の両端部を択一的に当接させられるストッパ機能を有しており、これにより、ロックプレート 40 a は第 1 アーム機構 14 a の先端側位置と基端側位置との 2 位置の間で択一的に位置させられる。

[0029] 図 1 および図 4 は、第 1 アーム機構 14 a が開かれた状態を示し、図 2 および図 5 は、第 1 アーム機構 14 a が閉じられた状態を示し、図 5 は、一对の針 50 および 51 のうちの先端側の針 50 が解放され且つ基端側の針 51 がロックされた状態を示し、図 7 は反対に先端側の針 50 がロックされ且つ基端側の針 51 が解放された状態を示している。一对の針 50 および 51 に

は、環状の係合溝 5 2、5 3 が両端部にそれぞれ形成され、且つ、結紮体として機能する糸状部材 L が通される貫通穴 5 4 が長手方向の中央部に形成されている。本実施形態においては、貫通穴 5 4 に糸状部材 L が通された状態で貫通穴 5 4 が潰れるように外力を加えて変形させる、いわゆるカシメ加工によって糸状部材 L は針 5 0 および 5 1 に固定されるが、糸状部材 L に貫通穴 5 4 より大きな結び目を形成したり、糸状部材を針 5 0 および 5 1 に接着するなどして固定しても構わない。また本実施形態においては針 5 0 の両端はテーパ状に尖って形成されており、針 5 1 の両端は平坦に形成されているが、針 5 0 および 5 1 が同一の形状であっても構わない。

[0030] 図 3 の分解斜視図のうちアーム本体 3 6 a を拡大して示す図 8 に詳細に示すように、アーム本体 3 6 a の対向面のうち、アーム本体 3 6 a の先端部の位置とその先端部から所定距離アーム基台 3 0 a 側へ隔てた位置の 2 位置には、針 5 0 および 5 1 の一端を受け入れる一对の受穴 5 6 a が形成されるとともに、ガイドカバー 3 8 a のその一对の受穴 5 6 a に対応する位置には、針 5 0、5 1 の通過が可能な一对の貫通穴 5 8 a が形成されている。また、一对の受穴 5 6 a および一对の貫通穴 5 8 a の一方および他方にそれぞれ対応するロックプレート 4 0 a 上の位置には、一对の係合穴 5 7 a および 5 9 a がそれぞれ形成されている。一对の係合穴 5 7 a、5 9 a のうちの先端側の係合穴 5 7 a は、ロックプレート 4 0 a が先端側位置にあるときには針 5 0 の係合溝 5 2 に係合して針 5 0 をロックし、ロックプレート 4 0 a が基端側位置にあるときには針 5 0 の通過を許容する穴形状とされている。すなわち、針 5 0 の径よりも大径の円と針 5 0 の係合溝 5 2 の溝底径よりも大きく且つ針 5 0 の径よりも小さな幅寸法を有する矩形の切欠きとが連結した前方後円形状とされている。一对の係合穴 5 7 a、5 9 a のうちの基端側の係合穴 5 9 a は、反対に、ロックプレート 4 0 a が基端側位置にあるときには針 5 0 の係合溝 5 2 に係合して針 5 1 をロックし、ロックプレート 4 0 a が先端側位置にあるときには針 5 1 の通過を許容する穴形状とされている。

[0031] 操作部材 1 6 は、円筒状を成し、その内周面には、第 1 アーム機構 1 4 a

および第2アーム機構14bを開閉操作するためのアーム開閉カム溝60と後述の針50および針51のロックおよび解放を操作するための針ロックカム溝62とが環状に形成された筒状溝カム64を備えている。筒状溝カム64は操作部材16と一体的に形成されているが、図3においては図示の都合上分離して示している。また、図11および図12に示すように、操作部材16の内周面には、アーム本体36aおよび36bを回転させるためのピニオン66aおよび66bがそれぞれ噛み合う内周歯68aおよび68bが形成されている。内周歯68aおよび68bがピニオン66aおよび66bと係合していない状態から係合した状態を経て再び係合していない状態に至るまで操作部材16を一方向に回転させたとき、ピニオン66aおよび66bは丁度一回転するように構成されている。なお、第1アーム機構14aのアーム本体36aおよび第2アーム機構14bのアーム本体36bの一方を回転させてもループを形成させることができるので、この場合は、たとえば図31に示すように、操作部材16の内周面には、内周歯68aおよび68bのうちの一方が形成される。このように構成されると、操作部材16を一方向に回転させたとき、第1アーム機構14aのアーム本体36aおよび第2アーム機構14bのアーム本体36bはどちらか一方のみが一回転するという動作を交互に行なうことになる。

[0032] 図3、図1の縦断面図である図9、および、図2の縦断面図である図10に示すように、操作力伝達機構18は、アーム本体36aを回転させる回転操作力を伝達するための、ピニオン66aおよびユニバーサルジョイント32aが両端に固定された第1回転操作力伝達軸70aと、アーム本体36bを回転させる操作力を伝達するための、ピニオン66bおよびユニバーサルジョイント32bが両端に固定された第2回転操作力伝達軸70bとを、備えている。操作部材16の所定角度の回転操作が図11の矢印に示す右まわり方向に行なわれると、第1回転操作力伝達軸70aを介して伝達される右まわりの回転操作力によりアーム本体36aがその長手方向である回転軸線C4を右まわりにアーム基台30aに対して相対回転させられると同時に、

第2回転操作伝達軸70bを介して伝達される右まわりの回転操作力によりアーム本体36bがその長手方向である回転軸中心線C5を右まわりにアーム基台30bに対して相対回転させられる。操作部材16の所定角度の回転操作が図12に示す位置から更に左まわり方向に行なわれると、第1回転操作力伝達軸70aを介して伝達される左まわりの回転操作力によりアーム本体36aが左まわりにアーム基台30aに対して相対回転させられると同時に、第2回転操作伝達軸70bを介して伝達される左まわりの回転操作力によりアーム本体36bが左まわりにアーム基台30bに対して相対回転させられる。本実施例では、アーム本体36a、36bが、糸状部材Lを巻き付けてループを形成するループ形成手段として機能している。

[0033] また、操作力伝達機構18は、第1開閉操作力伝達リンク72aおよび第2開閉操作力伝達リンク72bを備えている。第1開閉操作力伝達リンク72aは、第1アーム機構14aを開位置と閉位置とに開閉する開閉操作力を伝達するために、先端部が開閉連結アーム26aに回動可能に連結され、長手方向に対して直角に突き出してアーム開閉カム溝60に係合するカム係合部71aを基端部に有している。第2開閉操作力伝達リンク72bは、第2アーム機構14bを開位置と閉位置とに開閉する開閉操作力を伝達するために、先端部が開閉連結アーム26bに回動可能に連結され、長手方向に対して直角に突き出してアーム開閉カム溝60に係合するカム係合部71bを基端部に有している。

[0034] 図4は、第1アーム機構14aが開位置へ回動させられた状態を示している。第1アーム機構14aは、第1開閉操作力伝達リンク72aが移動することにより、開位置へ回動させられる。第1開閉操作力伝達リンク72aは、操作部材16の操作に伴って移動する。具体的には、操作部材16が操作されると、アーム開閉カム溝60が回転させられる。アーム開閉カム溝60が回転し、第1開閉操作力伝達リンク72aが、アーム開閉カム溝60のカム曲線が長手基材12の先端側へ変化していく区間を通過すると、第1開閉操作力伝達リンク72aは、長手基材12の先端側へ移動させられる。第1

開閉操作力伝達リンク 72 a が、長手基材 12 の先端側へ移動させられると、第 1 アーム機構 14 a が、開位置へ回動させられた状態となる。

図 5 は、第 1 アーム機構 14 a が開位置へ回動させられた状態を示している。第 1 アーム機構 14 a は、第 1 開閉操作力伝達リンク 72 a が移動することにより、閉位置へ回動させられる。第 1 開閉操作力伝達リンク 72 a は、操作部材 16 の操作に伴って移動する。具体的には、操作部材 16 が操作されると、アーム開閉カム溝 60 が回転される。アーム開閉カム溝 60 が回転し、第 1 開閉力伝達リンク 72 a が、アーム開閉カム溝 60 のカム曲線が長手基材 12 の基端側へ変化していく区間を通過すると、第 1 開閉操作力伝達リンク 72 a は、長手基材 12 の基端側へ移動させられる。第 1 開閉操作力伝達リンク 72 a が、長手基材 12 の基端側へ移動させられると、第 1 アーム機構 14 a が、開位置へ回動させられた状態となる。

第 2 アーム機構 14 b の第 2 開閉操作力伝達リンク 72 b も、第 1 アーム機構 14 a の第 1 開閉操作力伝達リンク 72 a と同様に、操作部材 16 の操作に関連して、第 1 開閉操作力伝達リンク 72 a にと同期して長手基材 12 の先端側および長手基材 12 の基端側へ移動させられる。これにより、図 1 および図 2 に示すように、一对の第 1 アーム機構 14 a および第 2 アーム機構 14 b が開状態および閉状態とされる。

[0035] また、操作力伝達機構 18 は、第 1 アーム機構 14 a および第 2 アーム機構 14 b 間で針 50 および 51 の一方を受け且つ他方を渡すことに先立って第 1 アーム機構 14 a および第 2 アーム機構 14 b が閉状態であるときに一对の針 50 および 51 についてそれまでの係合状態および解放状態の一方から他方へ切り換えるために、第 1 プッシュロッド 76 a および第 2 プッシュロッド 76 b を備えている。第 1 プッシュロッド 76 a は、一对のロック操作バー 46 a、46 b の一端に当接してそれらを回動させる T 字状の押上部 74 a を先端部に有し、長手方向に対して直角に突き出して針ロックカム溝 62 に係合するカム係合部 75 a を基端部に有する。第 2 プッシュロッド 76 b は、一对のロック操作バー 46 a、46 b の他端に当接してそれらを回

動させるＴ字状の押上部７４ｂを先端部に有し、長手方向に対して直角に突き出して針ロックカム溝６２に係合するカム係合部７５ｂを基端部に有する。針ロックカム溝６２は、図１３に示されるように、第１プッシュロッド７６ａおよび第２プッシュロッド７６ｂのうちの一方が長手基材１２の先端側へ突き出されているときは他方が長手基材１２の基端側へ引き込まれるように、そのカム曲線が形成されている。図６は、第１アーム機構１４ａにおいて、針５０がロックプレート４０ａにより解放され且つ針５１がロックプレート４０ａにより係合された状態を示している。このとき、図示しない第２アーム機構１４ｂでは、逆に、針５０がロックプレート４０ｂにより係合され且つ針５１がロックプレート４０ｂにより解放されている。図７は、第１アーム機構１４ａにおいて、針５０がロックプレート４０ａにより係合され且つ針５１がロックプレート４０ａにより開放された状態を示している。このとき、図示しない第２アーム機構１４ｂでは、逆に、針５０がロックプレート４０ｂにより開放され且つ針５１がロックプレート４０ｂにより係合されている。

[0036] このため、たとえば、基端側の針５１が第１アーム機構１４ａに保持され且つ先端側の針５０が第２アーム機構１４ｂに保持された状態で第１アーム機構１４ａおよび第２アーム機構１４ｂが閉じられる。次に、上記の動作によって、先端側の針５０の一端が第２アーム機構１４ｂのロックプレート４０ｂにより係合状態から解放状態とされると同時に針５０の他端が第１アーム機構１４ａのロックプレート４０ａにより解放状態から係合状態とされる。また、基端側の針５１の一端が第１アーム機構１４ａのロックプレート４０ａにより解放状態から係合状態とされると同時に第２アーム機構１４ｂのロックプレート４０ｂにより解放状態から係合状態とされる。これにより、第１アーム機構１４ａおよび第２アーム機構１４ｂが開かれたとき、基端側の針５１が第２アーム機構１４ｂに保持され且つ先端側の針５０が第１アーム機構１４ａに保持された状態となる。すなわち、第１アーム機構１４ａおよび第２アーム機構１４ｂ間で、先端側の針５０と基端側の５１とが、交換

される。

[0037] 本実施例では、アーム本体 36 a の受穴 56 a のうちの先端側のもの、ガイドカバー 38 a の貫通穴 58 a のうち先端側のものと、第 1 アーム機構 14 a のロックプレート 40 a のうちの係合穴 57 a が形成された部分とが組み合わさって先端側の針 50 を保持する第 1 保持部材として機能している。また、アーム本体 36 b の受け穴 56 b のうちの先端側のものと、ガイドカバー 38 b の貫通穴 58 b のうち先端側のものと、第 2 アーム機構 14 b のロックプレート 40 b のうちの係合穴 57 b が形成された部分とが組み合わさって先端側の針 50 を保持する第 2 保持部材として機能している。また、アーム本体 36 a の受穴 56 a のうちの基端側のものと、ガイドカバー 38 a の貫通穴 58 a のうち基端側のものと、第 1 アーム機構 14 a のロックプレート 40 a のうちの係合穴 59 a が形成された部分とが組み合わさって基端側の針 51 を保持する第 3 保持部材として機能している。また、アーム本体 36 b の受け穴 56 b のうちの基端側のもの、ガイドカバー 38 b の貫通穴 58 b のうち基端側のものと、第 2 アーム機構 14 b のロックプレート 40 b のうちの係合穴 59 b が形成された部分とが組み合わさって基端側の針 51 を保持する第 4 保持部材として機能している。

[0038] 図 13 は、操作部材 16 の 1 回転操作によって、ロックプレート 40 a およびロックプレート 40 b による針 50 および針 51 のロックおよび解放動作（但し、ロックプレート 40 b によるロックおよび解放動作は、図 13 に表わされていないが、ロックプレート 40 a の動作と逆の動作である）と、第 1 アーム機構 14 a のアーム本体 36 a および第 2 アーム機構 14 b のアーム本体 36 b の回転動作と、第 1 アーム機構 14 a および第 2 アーム機構 14 b の開閉動作との 3 つの動作が、結び目形成のために所定の順番で実行される状態を説明するチャートである。図 13 のチャートの横軸は、図 11 および図 12 の向きから見て右回りに操作部材 16 を回転させた角度を示している。チャートの横軸の原点から図 11 は約 135 度、図 12 は約 45 度すなわち図 11 から 270 度回転した位置の図示となっている。この操作部

材 1 6 の 1 回 転 操 作 は、手 動 操 作 で も よ い し、モ ー タ 駆 動 で 操 作 部 材 1 6 を 回 転 操 作 す る 遠 隔 操 作 で も よ い。

[0039] 第 1 アーム機構 1 4 a および第 2 アーム機構 1 4 b に巻きつく後述の糸部材 L を移動させて外すために、図 3、図 9、図 1 0 に示すように、移動部材 7 8 が、円筒状の長手基材 1 2 の先端部から突き出し操作可能に長手基材 1 2 内に收容されている。移動部材 7 8 は、1 本の線材から全体として逆 U 字状に曲成された部品であって、互いに平行な一対の長線部 7 8 a の先端同士を連結する短線部 7 8 b と、一方の長線部 7 8 a の基端から外向きに曲げられて部分円筒部材 1 2 a に形成された長穴 8 0 から突き出す操作突起部 7 8 c とを備えている。突き出し操作された移動部材 7 8 の短線部 7 8 b により、被結紮体 L が第 1 アーム機構 1 4 a および第 2 アーム機構 1 4 b の長手方向に沿って長手基材 1 2 から離れる方向へ移動させられる。この移動部材 7 8 の突き出し操作は、操作突起部 7 8 c を手動により操作してもよいし、空圧シリンダ、電動シリンダなどのアクチュエータを用いて操作する遠隔操作であってもよい。

[0040] また、図 3、図 9、図 1 0 に示すように、長手基材 1 2 内の基端部側には、筒状の受け部材 8 2 が配設されている。受け部材 8 2 は、第 1 回転操作力伝達軸 7 0 a および第 2 回転操作力伝達軸 7 0 b を回転可能に支持する。また、受け部材 8 2 は、第 1 開閉操作力伝達リンク 7 2 a および第 2 開閉操作力伝達リンク 7 2 b をその長手方向の移動可能に支持するとともにそれら第 1 開閉操作力伝達リンク 7 2 a および第 2 開閉操作力伝達リンク 7 2 b の基端部側に設けられたカム係合部 7 1 a およびカム係合部 7 1 b を一対のガイド穴 8 2 a を用いて長手方向に案内する。また、受け部材 8 2 は、第 1 プッシュロッド 7 6 a および第 2 プッシュロッド 7 6 b を長手方向の移動可能に支持するとともにそれら第 1 プッシュロッド 7 6 a および第 2 プッシュロッド 7 6 b の基端部側に設けられたカム係合部 7 5 a およびカム係合部 7 5 b を一対のガイド穴 8 2 b を用いて長手方向に案内する。

[0041] 以上のように構成された結び目形成装置 1 0 において、操作部材 1 6 を回

転操作すると、図 1 3 に示すように、第 1 アーム機構 1 4 a および第 2 アーム機構 1 4 b を開閉操作、針 5 0 および針 5 1 のロックおよび解放操作、および、アーム本体 3 6 a およびアーム本体 3 6 b の回転操作が行なわれる。その後、移動部材 7 8 により糸状部材 L が第 1 アーム機構 1 4 a および第 2 アーム機構 1 4 b から外されると、結び目 M 1 が形成された糸状部材 L のループが自動的に形成される。本実施例の結び目形成装置 1 0 の動作を、以下に具体的に説明する。

[0042] 糸状部材 L によって形成される結び目が、結紮対称物のまわりを囲む糸状部材 L を環状に閉じるような結び目とするには、糸状部材 L、第 1 アーム機構 1 4 a、第 2 アーム機構 1 4 b、長手基材 1 2 からなる閉じた経路の中に結紮対称物が囲まれるようにする。図 1 4 の糸状部材 L と、破線 D とを合せた環状の経路がここでいう閉じた経路となる。たとえば、生体組織 T の縫合に糸状部材 L が適用される場合には、第 2 アーム機構 1 4 b のロックプレート 4 0 b によって先端側の針 5 0 をロックした状態から、第 1 アーム機構 1 4 a と第 2 アーム機構 1 4 b とを閉じ、第 1 アーム機構 1 4 a の先端部と第 2 アーム機構 1 4 b の先端部との間に挟まれた生体組織 T の縫合部分を先端側の針 5 0 で貫通させ、第 1 アーム機構 1 4 a のロックプレート 4 0 a によって先端側の針 5 0 をロックした状態で第 1 アーム機構 1 4 a と第 2 アーム機構 1 4 b とを開けば、生体組織 T の一部が糸状部材 L、第 1 アーム機構 1 4 a、第 2 アーム機構 1 4 b、長手基材 1 2 からなる閉じた経路の中に囲まれた状態となる。糸状部材 L の所定位置すなわち第 1 位置に通された先端側の針 5 0 をロックプレート 4 0 a によりロックした第 1 アーム機構 1 4 a と、糸状部材 L の所定位置すなわち第 2 位置に通された基端側の針 5 1 をロックプレート 4 0 b でロックした第 2 アーム機構 1 4 b とを開いた直後の状態では、操作部材 1 6 は 4 5 度付近の操作位置にある。図 1 4 はこの状態を模式的に示している。

[0043] 次に、操作部材 1 6 が 1 3 5 度付近までの操作過程では、第 1 アーム機構 1 4 a のアーム本体 3 6 a と第 2 アーム機構 1 4 b のアーム本体 3 6 b とが

、第1アーム機構14aおよび第2アーム機構14bの開閉面に平行且つ第1アーム機構14aおよび第2アーム機構14bの長手方向の回転軸線C4、C5まわりに同じ回転方向に1回転させられることで、アーム本体36bまわりにループが形成される。ここでいうループとは、ある軸のまわりを糸状部材Lが1周、360度以上にわたって囲んでいる状態のときの、その取り囲んでいる部分のことをいう。これは言い換えると、ある軸に直交する平面に糸状部材Lを投影したときに糸状部材Lの写像が自己交差していて、写像のその交点を含む環状に閉じた部分の中に軸が存在するときの、写像の環状部分の元になった実体部分がループである。一般に結び目を作るには、糸状部材に形成されたループの中を、その糸の端部が通過しなければならない。このときの「通過する」とは、ループを定義する軸に沿ってループと糸の端部とが相対移動してすれ違い、軸方向の相対的な位置関係が入れ替わることにほかならない。ループはループの軸との関係で定義されるものであるから、例えば図15では正面から見た図では単なる逆S字に見える糸状部材のループが、図16に示すように回転軸C5の方向から見ると閉じた環になっているといったことが生じるが、軸に沿った方向において上記の「通過」がなされるなら、その他の方向からどのように見えようと結び目はできるし、逆に軸に沿った方向において上記の「通過」がなされなければ、他の方向からみてループができているように見えても結び目はできない。図15、図16および図17の模式図は第1ループ形成操作によって上記の意味でのループが形成された後の状態を示している。

図16(a)と図16(b)は生体組織Tが結び目形成装置10に対して図の手前に位置しているとき、図16(c)と図16(d)は生体組織Tが結び目形成装置10に対して図の奥側に位置しているときの、それぞれ回転軸線C4、C5の方向で基端から見た図である。このように、糸状部材Lと結び目形成装置10との相対的な位置関係によってループができるか否か、或いはできる場合でもどのようにできるかは異なる場合がある。本実施例では、図16(a)と図16(b)のように生体組織Tが結び目形成装置10

に対して図の手前側に位置してアーム本体 36 b まわりにループが形成される場合について説明するが、図 16 (c) と図 16 (d) のように生体組織 T が結び目形成装置 10 に対して図の奥側に位置してアーム本体 36 a まわりにループが形成される場合でも、全体の対称性により以後の説明において同じように結び目が形成される。本実施例では両方のアーム本体 36 a と 36 b を同じ方向に回転させることで、少なくともアーム本体 36 a と 36 b とのいずれか一方のまわりにループが形成されるように工夫されている。また、糸状部材 L の姿勢によっては、図 16 (b) と図 16 (d) のループを同時に形成することも可能である。

続いて、操作部材 16 を 135 度付近まで操作する第 1 アーム接近操作により、第 1 アーム機構 14 a と第 2 アーム機構 14 b とが閉じられる。糸状部材 L の姿勢によっては図 15 の状態の時点では上記定義によるループは完成していない場合も考えられるが、その場合もこのように第 1 アーム機構 14 a と第 2 アーム機構 14 b とが閉じられる過程の途中に上記定義によるループが完成する。図 17 の模式図はこの第 1 アーム接近操作が完了した状態を示している。

[0044] 次いで、操作部材 16 を 180 度付近まで操作する第 1 切替操作により、針 50 の一端が第 1 アーム機構 14 a のロックプレート 40 a により解放され且つ針 50 の他端が第 2 アーム機構 14 b のロックプレート 40 b によりロックされると同時に、針 51 の他端が第 2 アーム機構 14 b のロックプレート 40 b により解放され且つ針 51 の一端が第 1 アーム機構 14 a のロックプレート 40 a によりロックされる。図 17 はこの第 1 切替操作前の状態を示し、図 18 はこの第 1 切替操作後の状態を示している。図 17 および図 18 において、針 50 および針 51 がロックされた状態が第 1 アーム機構 14 a と第 2 アーム機構 14 b 内の斜線で示されている。そして、操作部材 16 が 225 度付近まで操作されると、第 1 アーム機構 14 a と第 2 アーム機構 14 b とが開かれる。図 19 および図 20 の概略図は、この第 1 アーム離間操作を示している。この状態では、糸状部材 L が第 2 アーム機構 14 b に

1重に巻き付けられることでその糸状部材Lから成るループRが形成されていて、先端側の針50および基端側の針51の第1アーム機構14aと第2アーム機構14bとの間の受け渡しが完了している。このとき、糸状部材L、第1アーム機構14a、第2アーム機構14b、長手基材12からなる閉経路は、この時点でトポロジ的な意味で既に結び目になっている。物体を連続的に変形させて同じ形にすることができるとき、変形の前後の形状はトポロジ的に同一であるという。環状に閉じた糸状の物体の場合、糸が糸を素通りするような変形、或いは同じことであるが環を一度切断して糸を横切らせて再び環を閉じるような変形などの不連続な変形を伴わずに、連続的な変形（ライデマイスター移動という）のみで変形できるような形状がトポロジ的に同一であるといえる。一般に結び目を含まない環状に閉じた糸と、結び目を含む閉じた糸ではトポロジが異なる。つまりトポロジ的に既に結び目であるということは、糸状部材L、第1アーム機構14a、第2アーム機構14b、長手基材12からなる閉経路を、連続的な変形のみによって、閉経路の糸状部材Lからなる部分のみに結び目形状が存在するような形に変形ができる状態であることを意味する。

[0045] 図21は、第1アーム離間操作後に、糸状部材Lが第1アーム機構14aおよび第2アーム機構14bのうちの少なくとも第1アーム機構14aから外された状態を示す。糸状部材Lは、第1アーム離間操作、または第1アーム離間操作と移動部材78を矢印方向に突き出す操作との一連の操作が行なわれると、第1アーム機構14aと第2アーム機構14bから外れる。第1アーム離間操作および移動部材78を矢印方向に突き出す操作が行われるときの糸状部材Lは、閉じた経路のトポロジの同一性を保ったままの連続的な変形により、図21の概略図に示すように、糸状部材Lのみで所謂単結紮の結び目M1が形成された状態となる。

糸状部材Lは、少なくとも第2アーム機構14bからは、長手基材12を移動させることによって、糸状部材Lを外してもよい。第1アーム機構14aおよび第2アーム機構14bにより以後に行われる動作において、支障が

ない場合は、糸状部材Lは、必ずしも第1アーム機構14aから外す必要はない。糸状部材Lが、図21に示す状態となった後、糸状部材Lを引き締め操作することで、図23の単結紮M1が得られる。すなわち、そのような単結紮形成操作により糸状部材Lによる単結紮M1が自動的に形成される。

[0046] 前述のように、結び目を形成するためには、糸状部材Lに形成されたループの中を、その糸の端部が通過しなければならないが、2通り考えられるループ通過方向のうち一方は結び目を形成するが、他方は結び目を形成できない。これは、他方の方向のときにはループを通過する前にループが解消されてループでなくなってしまうためである。図22を用いてそれを詳細に説明する。図22において、ループを定義する仮想軸Kに直交する投影面S上に投影した糸状部材Lの射影が閉じた経路を作るとき、その閉じた経路の交点として射影される糸状部材Lの実体は、糸状部材Lの2位置、すなわち糸状部材Lの1端部である第1位置に近い方の第1交差位置Aと遠い方の第2交差位置Bとで構成される立体交差である。ループを通過させる糸状部材Lの1端部である第1位置を、そのループに対して第2交差位置B側から第1交差位置A側へ向かう方向すなわち仮想軸Kの矢印方向で通過させることにより結び目ができる。たとえば図21で言えば、アーム本体36bまわりにループが形成されている状態での第1アーム機構14aと第2アーム機構14bとの閉動作に続く針50および針51の受け渡しにより、糸状部材Lの第1位置である針50に通された部分は、ループの交点部分に対応する糸状部材Lの2位置のうちの第1位置よりも遠い側の第2交差位置B側から近い側の第1交差位置A側へそのループを相対的に通過させられているため、ループに結び目M1が形成される。

[0047] ここで、操作部材16が135度付近までの操作過程で、第1アーム機構14aのアーム本体36aと第2アーム機構14bのアーム本体36bとが、その長手方向の軸まわりに回転させられるとき、2回転させる操作を行なう歯数の内周歯68a、68bを有する操作部材16を用いることもできる。あるいは、第1アーム機構14aおよび第2アーム機構14bの開閉に用

いられる操作部材 1 6 とは独立した第 2 の操作部材を用いてアーム本体 3 6 a とアーム本体 3 6 b とを回転させるような構成であれば、アーム本体 3 6 a とアーム本体 3 6 b とを 1 回転させる場合の 2 倍の角度だけ第 2 の操作部材を回転させることもできる。この場合には、糸状部材 L が第 2 アーム機構 1 4 b に 2 重に巻き付けられてループが形成される。この状態から針 5 0 および針 5 1 の受け渡しを行い、移動部材 7 8 の突き出し操作を行なって糸状部材 L を第 1 アーム機構 1 4 a と第 2 アーム機構 1 4 b から外すと、図 2 4 の概略図に示すように、所謂 2 重結紮の結び目 M 2 が形成されたループが形成される。そして、糸状部材 L を引き締め操作することで図 2 5 の二重結紮 M 2 が得られる。すなわち、本実施例の結び目形成装置 1 0 によれば、そのような二重結紮形成操作により二重結紮 M 2 が自動的に形成される。

[0048] 上記操作部材 1 6 の 2 2 5 度付近までの操作と移動部材 7 8 の突き出し操作とから成る単結紮形成操作を 2 回繰り返すと、図 2 6 の概略図に示す所謂女結びの結び目 M 3 が形成されたループが形成されるとともに、糸状部材 L を引き締めることで、図 2 7 の女結び M 3 が得られる。すなわち、本実施例の結び目形成装置 1 0 によれば、上記の単結紮形成操作を 2 回繰り返すことで、女結び M 3 が自動的に形成される。

[0049] また、その 2 回の単結紮形成操作が行なわれるとき、1 回目の単結紮形成時のアーム本体 3 6 a およびアーム本体 3 6 b の回転方向に対して、2 回目の単結紮形成時のアーム本体 3 6 a およびアーム本体 3 6 b の回転方向を逆にするにより、図 2 8 の概略図に示す所謂男結びの結び目 M 4 が形成されたループが形成されるとともに、糸状部材 L を引き締めることで、図 2 9 の男結び M 4 が得られる。すなわち、本実施例の結び目形成装置 1 0 によれば、2 回の前記単結紮形成操作を行なうことにより、男結び M 4 が自動的に形成される。本実施例では、操作部材 1 6 の回転方向を逆とすることでアーム本体 3 6 a およびアーム本体 3 6 b を逆方向に回転させることができるように構成されている。

[0050] また、上記の二重結紮形成操作により二重結紮 M 2 を形成後、それに続く

て上記単結紮形成操作を行なうことで単結紮M1を形成することで、図30に示すような1段目に二重結紮M2、2段目に単結紮M1を持つ外科結紮M5が形成される。このような外科結紮M5も本実施例の結び目形成装置10を用いることにより自動的に形成することができる。なお、結び目を形成した後、それに続いて別の結び目を作る動作を行って上記のように複数の結び目が組み合わさった所謂多段結紮を形成する場合、一段目の結び目の形成が完了した状態では本実施例では第2アーム機構14bが針50を保持しており、第1アーム機構14aが針51を保持した状態になっている。したがって針50および51の交換動作を再度行って、装置を最初の状態に戻して同一の作業を行うことで二段目の結び目を形成することができるが、本実施例では第1アーム機構14aと第2アーム機構14bは機能的に対称に構成されているので、一段目の結び目の形成が完了した状態から直ちに二段目の結び目の形成を行うことが可能である。この場合、一段目の結び目の形成手順とは第1アーム機構14aと第2アーム機構14b、及びこれらの構成要素を逆に用いる。本明細書の上述の説明においては、添字aとbを入れ替えて読み替えればよい。

[0051] なお、図15、図16に示すループ形成操作では、第1アーム機構14aのアーム本体36aと第2アーム機構14bのアーム本体36bとがその長手方向の軸まわりに同じ回転方向に回転させられていたが、基端側の針51が固定されている第2アーム機構14bのアーム本体36bだけが1回転させられるものであってもよい、

[0052] 本実施例の結び目形成装置10によれば、長手基材（ベース部）12の基端部に設けられた操作部材（操作部）16の操作により、第1アーム機構14aおよび第2アーム機構14bを相互に離間させ、針50に通された糸状部材Lの第1交差位置と針51に通された糸状部材Lの第2交差位置とを図15に示すように第1保持部材と前記第4保持部材で保持した状態で、図15に示すようにアーム本体（ループ形成手段）36a、36bにより糸状部材Lのループを形成させる第1ループ形成操作と、図17に示すように第1

アーム機構 1 4 a および第 2 アーム機構 1 4 b を相互に接近させるアーム接近操作と、図 1 8 に示すように糸状部材 L の第 1 位置と第 2 位置を第 1 保持部材と第 4 保持部材により保持する状態から前記第 2 保持部材と第 3 保持部材により保持する状態へ切り替える第 1 切替操作と、図 1 9 に示すように糸状部材 L の第 1 位置と第 2 位置とを前記第 2 保持部材と第 3 保持部材とにより保持する状態で前記第 1 アーム機構 1 4 a および第 2 アーム機構 1 4 b を相互に離間させる第 1 アーム離間操作とを順次実行することにより、第 1 位置をループ R に通過させて糸状部材 L に結び目 M を、自動的に形成することができる。また、結び目 M の形成の前後共に、糸状部材 L の両端が別々の第 1 アーム機構 1 4 a および第 2 アーム機構 1 4 b から離れた位置で保持されているため、糸状部材 L が絡まりにくく、その後の締めつけや切断が容易となる。

[0053] また、本実施例の結び目形成装置 1 0 によれば、アーム本体（ループ形成手段）3 6 a、3 6 b は、第 1 アーム機構 1 4 a および第 2 アーム機構 1 4 b に備えられ、操作部材（操作部）1 6 は、1 回目の結び目形成操作に続いて、第 1 アーム機構 1 4 a および第 2 アーム機構 1 4 b を相互に離間させ、糸状部材 L の第 1 位置と第 2 位置を第 2 保持部材と前記第 3 保持部材で保持した状態で、アーム本体（ループ形成手段）3 6 a、3 6 b により糸状部材 L のループを形成させる第 2 ループ形成操作と、第 1 アーム機構 1 4 a および第 2 アーム機構 1 4 b を相互に接近させるアーム接近操作と、糸状部材 L の第 1 位置と第 2 位置を前記第 2 保持部材と第 3 保持部材により保持する状態から前記第 1 保持部材と第 4 保持部材により保持する状態へ切り替える第 2 切替操作と、糸状部材 L の第 1 位置と第 2 位置を前記第 1 保持部材と第 4 保持部材により保持する状態で第 1 アーム機構 1 4 a および第 2 アーム機構 1 4 b を相互に離間させる第 2 アーム離間操作とを順次実行することにより第 1 位置に前記ループを再度通過させる。アーム本体（ループ形成手段）3 6 a、3 6 b が前記第 1 アーム機構 1 4 a および第 2 アーム機構 1 4 b の両方に備えられることで、第 1 アーム機構 1 4 a および第 2 アーム機構 1 4 b

は機能的に対称である。これにより、第1ループ形成操作、アーム接近操作、第1切替操作、および第1アーム離間操作を順次実行することにより第1の結び目を形成するのに続いて、直ちに、第2ループ形成操作、アーム接近操作、第2切替操作、および第2アーム離間操作とを順次実行することにより、糸状部材Lの第1位置に前記ループを再度通過させて 次の第2の結び目を形成することができ、単純な操作で自動的に多段の結び目を形成することができる。

- [0054] また、本実施例によれば、ループ形成に際して第1アーム機構14aおよび第2アーム機構14b自体に糸状部材Lを巻き付けることができるので、空間効率がよく、コンパクトな自動結紮可能な結び目形成装置が得られる。また、結び目形成の前後共に、糸状部材Lの両端が別々の第1アーム機構および第2アーム機構に離れて保持されているため、糸状部材Lが絡まりにくく、その後の締めつけや切断が容易となる。さらに、結び目形成装置10の先端の第1アーム機構14aと第2アーム機構14bとが開閉することで、それら第1アーム機構14aと第2アーム機構14bとにより挟まれる対称物たとえば生体組織Tの回りに結び目を形成することができる。また、操作部材16の操作に従った第2ホルダとしての第2アーム本体36bの回転によるループ形成動作を経ても第1位置と第2位置操作とを第1アーム機構14aと第2アーム機構14bとの間で交換できる。

実施例 2

- [0055] 次に、本発明の他の実施例を説明する。なお、以下の説明において、実施例相互に共通する部分には同一の符号を付して説明を省略する。
- [0056] 図32は、本発明の他の実施例における結び目形成装置100の第1アーム機構102aおよび第2アーム機構102bが開いた状態を示す正面図であり、図33は、結び目形成装置100の第1アーム機構102aおよび第2アーム機構102bが閉じた状態を示す正面図であり、図34は、結び目形成装置100を分解して示す斜視図である。本実施例の結び目形成装置100は、第1回転操作力伝達軸70aおよび第2回転操作力伝達軸70bを

介してそれぞれ伝達される回転操作力に基づいてループ形成手段として機能し且つ針50および51を着脱可能に保持する針ロック機構として機能する一対の第1円筒回転機構104aおよび第2円筒回転機構104bが、第1アーム機構102aおよび第2アーム機構102bの先端部にそれぞれ設けられている点、操作力伝達機構18が第1プッシュロッド76a、第2プッシュロッド76bを含まない点、および、操作部材として、長手基材12の基端部に回転操作可能に設けられた一対の開閉操作部材106および回転操作部材108が設けられている点で、図1の結び目形成装置10と比較して相違しているが、その他は同様に構成されている。

[0057] 結び目形成装置100は、円筒状の長手基材12、一対の第1アーム機構102aおよび第2アーム機構102b、一対の開閉操作部材106および回転操作部材108、操作力伝達機構18を備えている。一対の第1アーム機構102aおよび第2アーム機構102bは、長手基材12の先端部に互いに平行な軸心線C2および軸心線C3まわりに回動可能にそれぞれ支持されて開閉可能に設けられている。一対の開閉操作部材106および回転操作部材108は、長手基材12の基端部において長手基材12の軸心線C1まわりに回転操作可能に設けられ、且つ相互に相対回転可能に設けられている。操作力伝達機構18は、長手基材12内に設けられ、開閉操作部材106の開閉操作力および回転操作部材108を一対の第1アーム機構102aおよび第2アーム機構102b、一対の第1円筒回転機構104aおよび第2円筒回転機構104bへ伝達する。本実施例では、一対の開閉操作部材106および回転操作部材108が操作部として機能している。

[0058] 第1アーム機構102aおよび第2アーム機構102bは相互に同様に構成されているので、第1アーム機構102aについて説明する。第1アーム機構102aは、アーム本体114a、カバー118a、第1円筒回転機構104a、回転駆動軸122aを、備えている。

アーム本体114aは、開閉連結アーム26aが一方に固定され且つ外向きに突き出す突軸24aをそれぞれ有する一対の平行プレート110aとそ

の一对の平行プレート 110a に挟まれて位置するとともにユニバーサルジョイント 32a を回転可能に受け入れる貫通穴 28a が形成されたジョイント受け部材 112a とを基端部に有する。アーム本体 114a と、カバー 118a は、円形の開口 116a が先端部に形成され、アーム本体 114a の対向面を覆うようにアーム本体 114a に固定されている。回転駆動軸 122a は、アーム本体 114a とカバー 118a との間に、貫通穴 28a の中心軸線すなわち第 1 アーム機構 102a の長手方向に平行な回転軸線 C4 まわりに回転可能に支持され、基端にユニバーサルジョイント 32a が連結され、先端にピニオン 120a が固定されている。

[0059] 第 1 円筒回転機構 104a は、図 35 および図 36 にも示されるように、第 1 アーム機構 102a のアーム本体 114a およびカバー 118a の先端部に設けられている。図 37 は、第 1 円筒回転機構 104a の構成を説明する縦断面図である。第 1 円筒回転機構 104a は、円筒部材 128a、傘歯車部材 132a、ガイドプレート 136a を備えている。円筒部材 128a は、アーム本体 114a から内向きに突設された円筒状軸受 124a 内に嵌め入れられた中心軸部 126a を有して円筒状軸受 124a により第 1 アーム機構 102a および第 2 アーム機構 102b の開閉面に平行且つ回転軸線 C4 に直交する回転軸線 C6 まわりに回転可能に支持され、カバー 118a の先端部に形成された円形の開口 116a を通して一部が突き出た状態で装着されている。傘歯車部材 132a は、円筒状軸受 124a の先端部の外周面により回転可能に支持され、外周に突き出すプレート状のロックフランジ 130a を有する。ガイドプレート 136a は、アーム本体 114a とカバー 118a との間に挟持され、内側に位置するロックフランジ 130a の外周縁との間に環状スロット 134a を形成するガイドプレート 136a とを備えている。傘歯車部材 132a が回転駆動軸 122a の軸端に設けられたピニオン 120a と噛み合うことで、円筒部材 128a および傘歯車部材 132a が回転軸線 C6 まわりに回転駆動されるようになっている。

[0060] 円筒部材 128a は、円筒部材 128a と傘歯車部材 132a との間に介

挿されたスプリング 138 a によって突き出し方向に付勢されている。これにより、第 1 アーム機構 102 a および第 2 アーム機構 102 b が閉じた状態において、図 38 に示すようにスプリング 138 a の付勢力に抗して押し込まれることにより、所定厚みの生体組織 T を円筒部材 128 a と円筒部材 128 b との間に挟むことが可能とされている。

[0061] 図 39 および図 40 は、ロックフランジ 130 a とガイドプレート 136 a との間で針 50 を解放し且つ針 51 をロックした状態をそれぞれ示すアーム本体 114 a 側から見た図であって、図 39 は第 1 円筒回転機構 104 a をアーム本体 114 a 側から見た図、図 40 は図 39 から円筒部材 128 a 、回転駆動軸 122 a およびカバー 118 a を取り除いて示す図である。また、図 41 は、ロックフランジ 130 a とガイドプレート 136 a との間で針 50 をロックし且つ針 51 を解放した状態を示す図 40 に相当する図である。また、図 42 は、ロックフランジ 130 a とガイドプレート 136 a との間で針 50 を解放し且つ針 51 をロックした状態で、円筒部材 128 a を回転させた状態を示す図 39 に相当する図である。

[0062] ロックフランジ 130 a の外周縁とガイドプレート 136 a の内周縁との間に形成された環状スロット 134 a の径方向寸法は、針 50 および針 51 の外径よりも小さく、係合溝 52 の溝底径よりも大きく設定されている。また、ガイドプレート 136 a の内周縁のうち回転軸線 C6 を通り且つ回転軸線 C4 に直交する直線上の 2 位置には、針 50 および針 51 の外径の曲率半径よりも大きい曲率半径の円弧形状を有する外側円弧状切欠き 139 a および 140 a が、回転軸線 C6 に対して反対側位置に形成されている。そして、ロックフランジ 130 a の外周縁のうちの 180 度周方向に離隔した 2 位置には、針 50 および針 51 の径の曲率半径よりも大きい曲率半径を有し、外側円弧状切欠き 139 a および 140 a との間で針 50 および針 51 の通過を許容する内側円弧状切欠き 142 a および 144 a と、ガイドプレート 136 a の内周縁との間に針 50 および針 51 の係合溝 52 の溝底径よりも大きく且つ針 50 の外径よりも小さな間隔を形成する内側矩形切欠き 146

aおよび148aとが、半前方後円状に連結して形成されている。そして、円筒部材128aの外周面のうちの180度周方向に離隔した2位置には、針50および針51を受け入れるための回転軸線C6に平行な断面半円状の針受入溝150aおよび152aが、形成されている。

[0063] これにより、図39では、円筒部材128aの針受入溝150aに受け入れられた針50は外側円弧状切欠き139aと内側円弧状切欠き142aとの間で抜けが許容され、且つ、円筒部材128aの針受入溝152aに受け入れられた針51は外側円弧状切欠き140aと内側矩形切欠き148aとの間で抜けが阻止された状態が示されている。この状態から、図40に示すように左回りにロックフランジ130aおよび傘歯車部材132aが回転させられると、抜けが阻止された針51に押されて円筒部材128aも回転させられて、円筒部材128aの外周面に糸状部材Lが巻き掛けられ、糸状部材Lのループが形成される。円筒部材128aの回転量が他方の円筒部材128bに対して相対的に360度に到達すると、回転停止させられる。図41はこの状態を示している。この状態では、図39と同様に、針50は外側円弧状切欠き139aと内側円弧状切欠き142aとの間で抜けが許容され、且つ、針51は外側円弧状切欠き140aと内側矩形切欠き148aとの間で抜けが阻止されている。この状態から、右回りにロックフランジ130aおよび傘歯車部材132aが所定角度逆回転させられると、図42に示されるように、針50は外側円弧状切欠き139aと内側矩形切欠き146aとの間で抜けが阻止され、且つ、針51は外側円弧状切欠き140aと内側円弧状切欠き144aとの間で抜けが阻止される。すなわち、最後にどちら向きに回転したかで、針50および針51のロック状態が切り替えられる。

[0064] 本実施例では、第1円筒回転機構104aにおいて、傘歯車部材132aに形成されたロックフランジ130aのうち内側円弧状切欠き142aおよび内側矩形切欠き146aが形成された部分と、ガイドプレート136aのうち外側円弧状切欠き139aが形成された部分との組み合わせが、針50を保持する第1保持部材として機能している。第2円筒回転機構104bに

において、傘歯車部材 132b に形成されたロックフランジ 130b のうち内側円弧状切欠き 142b および内側矩形切欠き 146b が形成された部分と、ガイドプレート 136b のうち外側円弧状切欠き 139b が形成された部分との組み合わせが、針 50 を保持する第 2 保持部材として機能している。第 1 円筒回転機構 104a において、傘歯車部材 132a に形成されたロックフランジ 130a のうち内側円弧状切欠き 144a および内側矩形切欠き 148a が形成された部分と、ガイドプレート 136a のうち外側円弧状切欠き 140a が形成された部分との組み合わせが、針 51 を保持する第 3 保持部材として機能している。第 2 円筒回転機構 104b において、傘歯車部材 132b に形成されたロックフランジ 130b のうち内側円弧状切欠き 144b および内側矩形切欠き 148b が形成された部分と、ガイドプレート 136b のうち外側円弧状切欠き 140b が形成された部分との組み合わせが、針 51 を保持する第 4 保持部材として機能している。

[0065] 図 34 に示すように、本実施例の結び目形成装置 100 の長手基材 12 の基端部には、その軸心線 C1 まわりに回転操作可能に設けられた円筒状の開閉操作部材 106 と、開閉操作部材 106 に隣接して長手基材 12 の軸心線 C1 まわりに回転操作可能に設けられた円筒状の回転操作部材 108 とが、相互に独立して操作可能に設けられている。開閉操作部材 106 は、第 1 アーム機構 102a および第 2 アーム機構 102b を開閉操作するためのアーム開閉カム溝 60 が環状に形成された筒状溝カム 64 を内側に一体的に備えている。筒状溝カム 64 は操作部材 16 と一体的に形成されているが、図 34 においては図示の都合上分離して示している。

[0066] 回転操作部材 108 の内周面には、第 1 円筒回転機構 104a の円筒部材 128a および第 2 円筒回転機構 104b の円筒部材 128b を回転させるため、および、針 50 および 51 のロックおよびアンロックを切り替えるために、第 1 回転操作力伝達軸 70a のピニオン 66a および第 2 回転操作力伝達軸 70b のピニオン 66b がそれぞれ噛み合う内周歯 68a が、図 45 および図 46 に示すように形成されている。図 45 は、一对の第 1 アーム機

構 102 a および第 2 アーム機構 102 b が開かれた状態を示し、図 4 6 は、第 1 アーム機構 102 a および第 2 アーム機構 102 b が閉じられた状態を示している。

[0067] 図 3 2 の縦断面図である図 4 3、および、図 3 3 の縦断面図である図 4 4 に示すように、操作力伝達機構 18 は、第 1 円筒回転機構 104 a を回転させる回転操作力を伝達するために図 4 5 に示す回転操作部材 108 の内周歯 68 a と噛み合うピニオン 66 a およびユニバーサルジョイント 32 a が両端に固定された第 1 回転操作力伝達軸 70 a と、第 2 回転機構 104 b を回転させる操作力を伝達するために図 4 5 に示す回転操作部材 108 の内周歯 68 a と噛み合うピニオン 66 b およびユニバーサルジョイント 32 b が両端に固定された第 2 回転操作力伝達軸 70 b とを、備えている。また、操作力伝達機構 18 は、第 1 アーム機構 102 a を開位置と閉位置とに開閉する開閉操作力を伝達するために、先端部が開閉連結アーム 26 a に回動可能に連結され、長手方向に対して直角に突き出してアーム開閉カム溝 60 に係合するカム係合部 71 a を基端部に有する第 1 開閉操作力伝達リンク 72 a と、第 2 アーム機構 102 b を開位置と閉位置とに開閉する開閉操作力を伝達するために、先端部が開閉連結アーム 26 b に回動可能に連結され、長手方向に対して直角に突き出してアーム開閉カム溝 60 に係合するカム係合部 71 b を基端部に有する第 2 開閉操作力伝達リンク 72 b とを備えている。

[0068] 図 4 7 は、開閉操作部材 106 の 1 回転操作による第 1 アーム機構 102 a および第 2 アーム機構 102 b の開閉動作と、所定の回転位相区間内における回転操作部材 108 による第 1 円筒回転機構 104 a および第 2 円筒回転機構 104 b の回転動作および針 50 および針 51 の交換動作とが、結び目形成のために所定の順番で実行される状態を説明するチャートである。図 4 7 のチャートの横軸は、図 4 5 および図 4 6 の向きから見て右回りに開閉操作部材 106 を回転させた角度を示している。回転操作部材 108 は、第 1 円筒回転機構 104 a の円筒部材 128 a および第 2 円筒回転機構 104 b の円筒部材 128 b を回転させて糸状部材 L を巻き付ける動作をさせる場

合には、第1アーム機構102aおよび第2アーム機構102bが開位置にある区間において操作され、第1円筒回転機構104aと第2円筒回転機構104bとの間で針50および針51を交換する場合には、第1アーム機構102および第2アーム機構102bが閉位置にある区間において操作される。チャートの横軸の原点から図45は約135度、図46は約45度回転した位置の図示となっている。この開閉操作部材106および回転操作部材108の回転操作は、手動操作でもよいし、モータ駆動で回転操作する遠隔操作でもよい。

[0069] 以上のように構成された結び目形成装置100において、開閉操作部材106および回転操作部材108の操作により、糸状部材Lのループが自動的に形成され且つ結び目M1が形成される動作を、以下に具体的に説明する。なお、図48から図53において、説明を容易とするために、針50および針51の配置位置を縦方向に変更している。

[0070] たとえば、生体組織Tの縫合に糸状部材Lが適用される場合には、第2アーム機構102bの第2円筒回転機構104bによって針50をロックした状態から、第1アーム機構102aと第2アーム機構102bとを閉じる。これにより、第1アーム機構102aの先端部と第2アーム機構102bの先端部との間に挟まれた生体組織Tの縫合部分を針50で貫通させる。次いで、第1アーム機構102aの第1円筒回転機構104aによって針50をロックした状態で第1アーム機構102aと第2アーム機構102bとを開けば、生体組織Tの一部が糸状部材L、第1アーム機構102a、第2アーム機構102b、長手基材12からなる閉じた経路の中に囲まれた状態となる。糸状部材Lの第1位置に通された針50を第1円筒回転機構104aによりロックした第1アーム機構102aと、糸状部材Lの第2位置に通された針51を第2円筒回転機構104bでロックした第2アーム機構102bとを開いた直後の状態では、開閉操作部材106は45度付近の操作位置にある。図48はこの状態を模式的に示している。

[0071] 次に、開閉操作部材106が135度付近までの操作過程では、回転操作

部材 108 が操作されることにより、第 1 円筒回転機構 104 a の円筒部材 128 a と第 2 円筒回転機構 104 b の円筒部材 128 b とが、第 1 アーム機構 102 a および第 2 アーム機構 102 b の開閉面に平行且つ第 1 アーム機構 102 a 第 1 アーム機構 102 a の長手方向に平行な回転軸線 C 4 第 2 アーム機構 102 b の長手方向に平行な回転軸線 C 4、C 5 に直交する回転軸心 C 6、C 7 まわりに半回転すなわち相対的に 1 回転させられる。これにより、糸状部材 L が第 1 円筒回転機構 104 a の円筒部材 128 a および第 2 円筒回転機構 104 b の円筒部材 128 b まわりに巻き付けられるので、ループが形成される。図 49 の模式図はこのループ形成操作された状態を示している。

[0072] ここで、回転操作部材 108 を、第 1 円筒回転機構 104 a を回転駆動する第 1 回転操作力伝達軸 70 a のピニオン 66 a が噛み合う内周歯を有する第 1 の回転操作部材と、第 2 円筒回転機構 104 b を回転駆動する第 2 回転操作力伝達軸 70 b のピニオン 66 b が噛み合う内周歯を有する第 2 の回転操作部材とに分割して設けることができる。このように構成される場合は、第 1 の回転操作部材および第 2 の回転操作部材によって第 1 円筒回転機構 104 a および第 2 円筒回転機構 104 b が独立して回転操作できるので、第 1 円筒回転機構 104 a の円筒部材 128 a と第 2 円筒回転機構 104 b の円筒部材 128 b との一方を回転させることで相対的に 1 回転させ、第 1 円筒回転機構 104 a の円筒部材 128 a および第 2 円筒回転機構 104 b の円筒部材 128 b の一方の外周面に糸状部材 L を巻き付けてもよい。また、上記のように、第 1 円筒回転機構 104 a の円筒部材 128 a と第 2 円筒回転機構 104 b の円筒部材 128 b との一方を回転させる場合は、他方の円筒回転機構は除去されてもよい。

[0073] 続いて、開閉操作部材 106 を 135 度付近まで操作する第 1 アーム接近操作により、第 1 アーム機構 102 a と第 2 アーム機構 102 b とが閉じられる。図 50 の模式図はこの第 1 アーム接近操作を示している。そして、この第 1 アーム機構 102 a と第 2 アーム機構 102 b とが閉じられた状態に

において、回転操作部材 108 を所定角度の戻し操作する第 1 切替操作により、針 50 の一端が第 1 円筒回転機構 104 a のロックフランジ 130 a により解放され且つ針 50 の他端が第 2 円筒回転機構 104 b のロックフランジ 130 b によりロックされる。同時に、針 51 の他端が第 2 円筒回転機構 104 b のロックフランジ 130 b により解放され且つ針 51 の一端が第 1 円筒回転機構 104 a のロックフランジ 130 a によりロックされる。図 50 はこの第 1 切替操作前の状態を示し、図 51 はこの第 1 切替操作後の状態を示している。図 50 および図 51 において、針 50 および針 51 がロックされた状態が第 1 円筒回転機構 104 a の円筒部材 128 a および第 2 円筒回転機構 104 b の円筒部材 128 b 内の斜線で示されている。

[0074] そして、開閉操作部材 106 が 225 度付近まで操作されると、第 1 アーム機構 102 a と第 2 アーム機構 102 b とが開かれる。図 52 は、その第 1 アーム機構 102 a と第 2 アーム機構 102 b との離間操作後の状態を示している。この状態では、糸状部材 L が第 2 アーム機構 102 b に 1 重に巻き付けられてループ R が形成されていて、第 1 円筒回転機構 104 a の円筒部材 128 a と第 2 円筒回転機構 104 b の円筒部材 128 b との間で、針 50 および針 51 の受け渡しが完了している。この図 52 に示す状態では、図 19 と同様に、糸状部材 L、第 1 アーム機構 102 a、第 2 アーム機構 102 b、長手基材 12 からなる閉経路は、この時点でトポロジ的な意味で既に結び目になっている。糸状部材 L、第 1 アーム機構 102 a、第 2 アーム機構 102 b、長手基材 12 からなる閉経路は、連続的な変形のみによって、閉経路の糸状部材 L からなる部分のみに結び目形状が存在するような形に変形ができる状態である。

[0075] たとえばこの段階で、移動部材 78 の矢印方向の突き出し操作を行なって糸状部材 L を第 1 アーム機構 102 a および第 2 アーム機構 102 b から外すと、閉じた経路のトポロジの同一性を保ったままの連続的な変形により、図 53 の概略図に示すように、糸状部材 L のみで所謂単結紮の結び目 M1 が形成された状態となる。そして、糸状部材 L を引き締め操作することで、

たとえば図23の単結紮M1が得られる。すなわち、そのような単結紮形成操作により糸状部材Lによる単結紮M1が自動的に形成される。

[0076] ここで、開閉操作部材106の操作により第1アーム機構102aおよび第2アーム機構102bが開いている期間、たとえば45度から135度までの操作過程において、回転操作部材108により、円筒部材128aと円筒部材128bとの相対回転を2回転させることができる。この場合には、糸状部材Lが円筒部材128aおよび128bに2重に巻き付けられてループが形成される。この状態から針50および針51の受け渡しを行い、移動部材78の突き出し操作を行なって糸状部材Lを第1アーム機構102aと第2アーム機構102bから外し、糸状部材Lを引き締め操作することで図25の二重結紮M2が得られる。すなわち、本実施例の結び目形成装置100によれば、そのような二重結紮形成操作により二重結紮M2が自動的に形成される。

[0077] また、上記の開閉操作部材106および回転操作部材108による単結紮形成操作を2回繰り返すことによりループを形成してその糸状部材Lを引き締めることで、図27の女結びM3が得られる。すなわち、本実施例の結び目形成装置100によれば、上記の単結紮形成操作を2回繰り返すことで、女結びM3が自動的に形成される。また、その2回の上記単結紮形成操作が行なわれるとき、1回目の単結紮形成時の円筒部材128aおよび128bの相対回転方向に対して、2回目の単結紮形成時の回転方向を逆にするによりループを形成して糸状部材Lを引き締めることで、図29の男結びM4が得られる。また、上記の二重結紮形成操作により二重結紮M2を形成後、それに続いて上記単結紮形成操作を行なうことで単結紮M1を形成することで、図30に示すような1段目に二重結紮M2、2段目に単結紮M1を持つ外科結紮M5を自動的に形成することができる。

[0078] 本実施例の結び目形成装置100によれば、前述の実施例の結び目形成装置10と同様の効果が得られるのに加えて、第1円筒回転機構104aと第2円筒回転機構104bとの離間動作の方向と、糸状部材Lのうちの針50

に係合している第1位置のループ通過方向とが同じであるので、第1アーム機構102aと第2アーム機構102bとの離間動作を利用して糸状部材Lのうちの針50に係合している第1位置をループに通過させることができる利点がある。また、第1ホルダとして機能する円筒部材128aおよび第2ホルダとして機能する円筒部材128bがそれぞれ180度またはその倍数だけ逆向きに回転することで、円筒部材128aと円筒部材128bとのループ形成動作が対称になるので、部品が共通化されるとともに、駆動部の動作ストロークが半分にできる利点がある。

実施例 3

[0079] 図54は、本発明の他の実施例における結び目形成装置170の第1アーム機構172aおよび第2アーム機構172bが開いた状態を示す正面図であり、図55は、結び目形成装置170の第1アーム機構172aおよび第2アーム機構172bが閉じた状態を示す正面図であり、図56は、結び目形成装置170を分解して示す斜視図である。本実施例の結び目形成装置170は、第1回転操作力伝達軸70aおよび第2回転操作力伝達軸70bを介してそれぞれ伝達される回転操作力に基づいて、ループ形成手段として機能し且つ長針198および短針200を着脱可能に保持する針ロック機構として機能する一対の第1針保持機構174aおよび第2針保持機構174bが、第1アーム機構172aおよび第2アーム機構172bの先端部にそれぞれ設けられている点、操作力伝達機構18が第1プッシュロッド76a、第2プッシュロッド76bを含まない点、および、操作部材として、長手基材12の基端部に回転操作可能に設けられた一対の開閉操作部材106および回転操作部材108が設けられている点で、図1の結び目形成装置10と比較して相違しているが、その他は同様に構成されている。

[0080] 結び目形成装置170は、円筒状の長手基材12、一対の第1アーム機構172aおよび第2アーム機構172b、一対の開閉操作部材106および回転操作部材108、操作力伝達機構18を備えている。一対の第1アーム機構172aおよび第2アーム機構172bは、長手基材12の先端部に互

いに平行な軸心線C 2および軸心線C 3まわりに回動可能にそれぞれ支持されて開閉可能に設けられている。一对の開閉操作部材1 0 6および回転操作部材1 0 8は、長手基材1 2の基端部において長手基材1 2の軸心線C 1まわりに回転操作可能に設けられ、且つ相互に相対回転可能に設けられている。操作力伝達機構1 8は、長手基材1 2内に設けられ、開閉操作部材1 0 6の開閉操作力および回転操作部材1 0 8の回転操作力を一对の第1アーム機構1 7 2 aおよび第2アーム機構1 7 2 b、一对の第1針保持機構1 7 4 aおよび第2針保持機構1 7 4 bへそれぞれ伝達する。本実施例では、一对の開閉操作部材1 0 6および回転操作部材1 0 8が操作部として機能している。

[0081] 第1アーム機構1 7 2 aおよび第2アーム機構1 7 2 bは相互に同様に構成されているので、第1アーム機構1 7 2 aについて説明する。図5 7の開状態を示す図、図5 8の閉状態を示す図、図5 9の分解図にも示すように、第1アーム機構1 7 2 aは、アーム本体1 7 8 a、カバー1 8 2 a、第1針保持機構1 7 4 a、回転駆動軸1 8 6 aを、備えている。アーム本体1 7 8 aは、開閉連結アーム2 6 aが一方に固定され且つ外向きに突き出す突軸2 4 aをそれぞれ有する一对の平行プレート1 1 0 aとその一对の平行プレート1 1 0 aに挟まれて位置するとともにユニバーサルジョイント3 2 aを回転可能に受け入れる貫通穴2 8 aが形成されたジョイント受け部材1 1 2 aとを基端部に有し且つ第1軸受部1 7 6 aを先端部に有する。カバー1 8 2 aは、第1軸受部1 7 6 aと組合せられることで第1針保持機構1 7 4 aを回転可能に支持する第2軸受け部1 8 0 aを先端部に有し、アーム本体1 7 8 aの対向面を覆うようにアーム本体1 7 8 aに固定されている。第1針保持機構1 7 4 aは、アーム本体1 7 8 aおよびカバー1 8 2 aの先端部において第1軸受部1 7 6 aおよび第2軸受け部1 8 0 aにより、第1アーム機構1 7 2 aおよび第2アーム機構1 7 2 bの開閉面に直交且つ第1アーム機構1 7 2 aの長手方向すなわち回転軸線C 4方向に直交する回転軸線C 8まわりに回転可能に支持されている。回転駆動軸1 8 6 aは、アーム本体1 7

8 a とカバー 1 8 2 a との間に、貫通穴 2 8 a の中心軸線すなわち回転軸線 C 4 まわりに回転可能に支持され、基端にユニバーサルジョイント 3 2 a が連結され、先端にピニオン 1 8 4 a が固定されている。

[0082] 図 5 7、図 5 8 に示されるように、第 1 アーム機構 1 7 2 a の先端部に設けられている第 1 針保持機構 1 7 4 a は、図 5 9 の要部分解斜視図に詳しく示されるように、回転軸 1 9 2 a、筒状の一对の第 1 ロック歯車部材 1 9 4 a および第 2 ロック歯車部材 1 9 6 a を、備えている。回転軸 1 9 2 a は、第 1 軸受部 1 7 6 a および第 1 針保持機構 1 7 4 a により回転軸線 C 8 まわりに回転可能に支持された、有底円筒状の第 1 キャップ 1 8 8 a および第 2 キャップ 1 9 0 a が両端に固定されている。一对の第 1 ロック歯車部材 1 9 4 a および第 2 ロック歯車部材 1 9 6 a は、第 1 キャップ 1 8 8 a および第 2 キャップ 1 9 0 a 内にそれぞれ嵌め入れられ且つ第 1 キャップ 1 8 8 a および第 2 キャップ 1 9 0 a により相対回転可能に支持されている。これにより、一对の第 1 ロック歯車部材 1 9 4 a および第 2 ロック歯車部材 1 9 6 a と回転駆動軸 1 8 6 a の先端に固定されたピニオン 1 8 4 a とがかみ合わせられることで、一对の第 1 ロック歯車部材 1 9 4 a および第 2 ロック歯車部材 1 9 6 a が回転軸線 C 8 まわりに逆まわりに回転駆動されるようになっている。

[0083] 本実施例では、両端が尖った長針 1 9 8 と両端が平坦な短針 2 0 0 が用いられる。長針 1 9 8 および短針 2 0 0 は、前述の針 5 0 および 5 1 と同様に、相互に同径であって、環状の係合溝 5 2、5 3 が両端部にそれぞれ形成され、且つ、結紮体として機能する糸状部材 L が通される貫通穴 5 4 が長手方向の中央部に形成されている。長針 1 9 8 は、第 1 ロック歯車部材 1 9 4 a と第 2 ロック歯車部材 1 9 4 b との間で受け渡され、短針 2 0 0 は、第 2 ロック歯車部材 1 9 6 a と第 2 ロック歯車部材 1 9 6 b a との間で受け渡されるようになっている。本実施例では長針 1 9 8 及び短針 2 0 0 は挿入穴 2 0 2 a および 2 0 4 a に滑らかに誘い込まれるよう、第 1 アーム機構 1 7 2 a および第 2 アーム機構 1 7 2 b の回転半径程度の曲率半径をもって円弧状に

形成されているが、直針形状であっても差し支えない。

[0084] 図60は、第1ロック歯車部材194aと回転駆動軸186aの先端に固定されたピニオン184aとが噛み合った状態を示す斜視図であり、図61は、第1ロック歯車部材194aの幅方向の中心を通る回転軸線C8に直交する断面図である。図60および図61は、いずれも長針198のアンロック（解放）状態を示している。図62は、図60と同様の斜視図であるが、長針198のロック（係合）状態を示している。

[0085] 第1針保持機構174aにおいて、第1キャップ188aおよび第2キャップ190aの外周面のうち、回転軸線C8を通る1アーム機構172aの回動運動の円弧上には、長針198および短針200を差し入れるためにそれらの外径よりも大径の挿入穴202aおよび204aがそれぞれ形成されている。また、第1ロック歯車部材194aおよび第2ロック歯車部材196aには、長針198および短針200の外径よりも大径の円穴206aおよび208aと長針198および短針200の係合溝52、53の溝底径よりも大きく且つ長針198および短針200の外径よりも小さい幅の矩形穴210aおよび212aとが結合した前方後円形状の係合穴214aおよび216aがそれぞれ形成されている。

[0086] これにより、図60および図61では、第1キャップ188aの挿入穴202a内に挿入された長針198は、その係合溝53が第1ロック歯車部材194aに形成された係合穴214a内に入れられた状態にあるが、係合穴214aの円穴206aと挿入穴202aとの回転位相が一致しているので、長針198の係合溝53と係合穴214aとが係合せず、長針198はアンロック状態とされている。図62では、第1ロック歯車部材194aが第1キャップ188aに対して回転位相が左まわり方向に進められており、係合穴214aの矩形穴210aが長針198の係合溝53に係合して長針198の抜けが阻止された状態、すなわちロック状態とされる。この状態において第1ロック歯車部材194aがさらに左まわり方向に回転させられると、長針198に押されて第1キャップ188aも回転軸線C8まわりに回転

させられる。これに対して、第1ロック歯車部材194aが右まわり方向に所定の位相だけ移動回転させられて、係合穴214aの円穴206aと挿入穴202aとの回転位相が一致させられると、長針198が図60および図61に示すようにアンロック状態とされる。すなわち、最後にどちら向きに回転したかで、長針198のロック状態が切り替えられる。

[0087] 本実施例では、第1針保持機構174aにおいて、第1ロック歯車部材194aに形成された係合穴214aのうちの矩形穴210aが形成された部分と、第1キャップ188aの挿入穴202aが形成された部分との組み合わせが、長針198を保持する第1保持部材として機能している。第2針保持機構174bにおいて、第1ロック歯車部材194bに形成された係合穴214bのうちの矩形穴210bが形成された部分と、第1キャップ188bの挿入穴202bが形成された部分との組み合わせが、長針198を保持する第2保持部材として機能している。第1針保持機構174aにおいて、第2ロック歯車部材216aに形成された係合穴216aのうちの矩形穴212aが形成された部分と、第2キャップ190aの挿入穴204aが形成された部分との組み合わせが、長針198を保持する第3保持部材として機能している。第2針保持機構174bにおいて、第2ロック歯車部材216bに形成された係合穴216bのうちの矩形穴212bが形成された部分と、第2キャップ190bの挿入穴204bが形成された部分との組み合わせが、長針198を保持する第4保持部材として機能している。

[0088] 図56に示すように、本実施例の結び目形成装置170の長手基材12の基端部には、その軸心線C1まわりに回転操作可能に設けられた円筒状の開閉操作部材106と、開閉操作部材106に隣接して長手基材12の軸心線C1まわりに回転操作可能に設けられた円筒状の回転操作部材108とが、相互に独立して操作可能に設けられている。開閉操作部材106は、第1アーム機構172aおよび第2アーム機構172bを開閉操作するためのアーム開閉カム溝60が環状に形成された筒状溝カム64を内側に一体的に備えている。筒状溝カム64は操作部材16と一体的に形成されているが、図5

6 においては図示の都合上分離して示している。

[0089] 回転操作部材 108 の内周面には、第 1 針保持機構 174 a および第 2 針保持機構 174 b を回転させるため、長針 198 および短針 200 ロックおよびアンロックを切り替えるために、第 1 回転操作力伝達軸 70 a のピニオン 66 a および第 2 回転操作力伝達軸 70 b のピニオン 66 b がそれぞれ噛み合う内周歯 68 a が、図 6 3 および図 6 4 に示すように形成されている。図 6 3 は、一对の第 1 アーム機構 172 a および第 2 アーム機構 172 b が開かれた状態を示し、図 6 4 は、第 1 アーム機構 172 a および第 2 アーム機構 172 b が閉じられた状態を示している。

[0090] 図 5 4 の縦断面図である図 6 5、および、図 5 5 の縦断面図である図 6 6 に示すように、操作力伝達機構 18 は、第 1 針保持機構 174 a を回転させる回転操作力を伝達するために図 6 3 に示す回転操作部材 108 の内周歯 68 a と噛み合うピニオン 66 a およびユニバーサルジョイント 32 a が両端に固定された第 1 回転操作力伝達軸 70 a と、第 2 針保持機構 174 b を回転させる操作力を伝達するために図 6 3 に示す回転操作部材 108 の内周歯 68 a と噛み合うピニオン 66 b およびユニバーサルジョイント 32 b が両端に固定された第 2 回転操作力伝達軸 70 b とを、備えている。また、操作力伝達機構 18 は、第 1 アーム機構 172 a を開位置と閉位置とに開閉する開閉操作力を伝達するために、先端部が開閉連結アーム 26 a に回動可能に連結され、長手方向に対して直角に突き出してアーム開閉カム溝 60 に係合するカム係合部 71 a を基端部に有する第 1 開閉操作力伝達リンク 72 a と、第 2 アーム機構 172 b を開位置と閉位置とに開閉する開閉操作力を伝達するために、先端部が開閉連結アーム 26 b に回動可能に連結され、長手方向に対して直角に突き出してアーム開閉カム溝 60 に係合するカム係合部 71 b を基端部に有する第 2 開閉操作力伝達リンク 72 b とを備えている。

[0091] 図 6 7 は、開閉操作部材 106 の 1 回転操作による第 1 アーム機構 172 a および第 2 アーム機構 172 b の開閉動作と、所定の回転位相区間内における回転操作部材 108 による第 1 針保持機構 174 a および第 2 針保持機

構 1 7 4 b の回転動作および第 1 針保持機構 1 7 4 a および第 2 針保持機構 1 7 4 b 間での長針 1 9 8 および短針 2 0 0 の交換動作とが、結び目形成のために所定の順番で実行される状態を説明するチャートである。図 6 7 のチャートの横軸は、図 6 3 および図 6 4 の向きから見て右回りに開閉操作部材 1 0 6 を回転させた角度を示している。回転操作部材 1 0 8 は、第 1 針保持機構 1 7 4 a の円筒状の第 1 キャップ 1 8 8 a および第 2 キャップ 1 9 0 a と第 2 針保持機構 1 7 4 b の第 1 キャップ 1 8 8 b および第 2 キャップ 1 9 0 b とを回転させて糸状部材 L を巻き付ける動作をさせる場合には、第 1 アーム機構 1 7 2 a および第 2 アーム機構 1 7 2 b が開位置にある区間において操作され、第 1 針保持機構 1 7 4 a と第 2 針保持機構 1 7 4 b との間で長針 1 9 8 および短針 2 0 0 を交換する場合には、第 1 アーム機構 1 7 2 および第 2 アーム機構 1 7 2 b が閉位置にある区間において操作される。チャートの横軸の原点から図 6 3 は約 1 3 5 度、図 6 4 は約 4 5 度回転した位置の図示となっている。この開閉操作部材 1 0 6 および回転操作部材 1 0 8 の回転操作は、手動操作でもよいし、モータ駆動で回転操作する遠隔操作でもよい。

[0092] 以上のように構成された結び目形成装置 1 7 0 において、開閉操作部材 1 0 6 および回転操作部材 1 0 8 の操作により、糸状部材 L のループが自動的に形成され且つ結び目 M 1 が形成される動作を、以下に具体的に説明する。

[0093] たとえば、生体組織 T の縫合に糸状部材 L が適用される場合には、第 2 アーム機構 1 7 2 b の第 2 針保持機構 1 7 4 b によって長針 1 9 8 をロックした状態で、第 1 アーム機構 1 7 2 a と第 2 アーム機構 1 7 2 b とを閉じる。これにより、第 1 アーム機構 1 7 2 a の先端部と第 2 アーム機構 1 7 2 b の先端部との間に挟まれた生体組織 T の縫合部分を長針 1 9 8 で貫通させる。次いで、第 1 アーム機構 1 7 2 a の第 1 針保持機構 1 7 4 a によって長針 1 9 8 をロックした状態で第 1 アーム機構 1 7 2 a と第 2 アーム機構 1 7 2 b とを開く。これにより、生体組織 T の一部が糸状部材 L、第 1 アーム機構 1 7 2 a、第 2 アーム機構 1 7 2 b、長手基材 1 2 からなる閉じた経路の中に

囲まれた状態となる。糸状部材Lの第1位置に通された長針198を第1針保持機構174aによりロックした第1アーム機構172aと、糸状部材Lの第2位置に通された短針200を第2針保持機構174bでロックした第2アーム機構172bとを開いた直後の状態では、開閉操作部材106は45度付近の操作位置にある。図68はこの状態を模式的に示している。

[0094] 次に、開閉操作部材106が135度付近までの操作過程では、回転操作部材108が操作されることにより、第1針保持機構174aの第1カップ188aと第2針保持機構174bの第2カップ190bが、その回転軸心C8、C9まわりに1回転させられる。これにより、糸状部材Lが第1針保持機構174aの第1カップ188aと第2針保持機構174bの第2カップ190bまわりに巻き付けられるので、ループが形成される。図69の模式図はこのループ形成操作された状態を示している。

[0095] 続いて、開閉操作部材106を135度付近まで操作する第1アーム接近操作により、第1アーム機構172aと第2アーム機構172bとが閉じられる。図70の模式図はこの第1アーム接近操作を示している。そして、この第1アーム機構172aと第2アーム機構172bとが閉じられた状態において、回転操作部材108を所定角度の戻し操作する第1切替操作により、長針198一端が第1針保持機構174aのロック歯車部材194aにより解放され且つ長針198の他端が第2円筒回転機構174bのロック歯車部材194bによりロックされると同時に、短針200の他端が第2針保持機構174bのロック歯車部材196bにより解放され且つ短針200の一端が第1針保持機構174aのロック歯車部材196aによりロックされる。図70はこの第1切替操作前の状態を示し、図71はこの第1切替操作後の状態を示している。図70および図71において、長針198および短針200がロックされた状態が第1針保持機構172aの第1カップ188aおよび第2カップ190a内および第2針保持機構174bの第1カップ188bおよび第2カップ190b内の斜線で示されている。

[0096] そして、開閉操作部材106が225度付近まで操作されると、第1アーム

ム機構 172a と第 2 アーム機構 172b とが開かれる。図 72 は、その第 1 アーム機構 172a と第 2 アーム機構 172b との離間操作後の状態を示している。この状態では、糸状部材 L が第 1 針保持機構 174a および第 2 針保持機構 174b に 1 重に巻き付けられてループ R が形成されていて、第 1 針保持機構 174a の第 1 キャップ 188a と第 2 針保持機構 174b の第 1 キャップ 188b との間、および、第 1 針保持機構 174a の第 2 キャップ 190a と第 2 針保持機構 174b の第 2 キャップ 190b との間で、長針 198 および短針 200 の受け渡しが完了している。この図 72 に示す状態では、図 19 と同様に、糸状部材 L、第 1 アーム機構 102a、第 2 アーム機構 102b、長手基材 12 からなる閉経路は、この時点でトポロジ的な意味で既に結び目になっている。糸状部材 L、第 1 アーム機構 102a、第 2 アーム機構 102b、長手基材 12 からなる閉経路は、連続的な変形のみによって、閉経路の糸状部材 L からなる部分のみに結び目形状が存在するような形に変形ができる状態である。

[0097] たとえばこの段階で、移動部材 78 の矢印方向の突き出し操作を行なって糸状部材 L を第 1 アーム機構 172a および第 2 アーム機構 172b から外すと、閉じた経路のトポロジーの同一性を保ったままの連続的な変形により、図 73 の概略図に示すように、糸状部材 L のみで所謂単結紮の結び目 M1 が形成された状態となる。そして、糸状部材 L を引き締め操作することで、たとえば図 23 の単結紮 M1 が得られる。すなわち、そのような単結紮形成操作により糸状部材 L による単結紮 M1 が自動的に形成される。

[0098] ここで、開閉操作部材 106 の操作により第 1 アーム機構 172a および第 2 アーム機構 172b が開いている期間、たとえば 45 度から 135 度までの操作過程において、回転操作部材 108 により、第 1 針保持機構 174a と第 2 針保持機構 174b との回転を 2 回転させることができる。この場合には、糸状部材 L が第 1 針保持機構 174a と第 2 針保持機構 174b に 2 重に巻き付けられてループが形成される。この状態から長針 198 および短針 200 の受け渡しを行い、移動部材 78 の突き出し操作を行なって糸状部

材Lを第1アーム機構102aと第2アーム機構102bから外し、糸状部材Lを引き締め操作することで図25に示す二重結紮M2が得られる。すなわち、本実施例の結び目形成装置170によれば、そのような二重結紮形成操作により二重結紮M2が自動的に形成される。

[0099] また、上記の開閉操作部材106および回転操作部材108による単結紮形成操作を2回繰り返すことによりループを形成してその糸状部材Lを引き締めることで、図27の女結びM3が得られる。すなわち、本実施例の結び目形成装置170によれば、上記の単結紮形成操作を2回繰り返すことで、女結びM3が自動的に形成される。また、その2回の上記単結紮形成操作が行なわれるとき、1回目の単結紮形成時の第1針保持機構174aと第2針保持機構174bの回転方向に対して、2回目の単結紮形成時の回転方向を逆にするによりループを形成して糸状部材Lを引き締めることで、図29の男結びM4が得られる。また、上記の二重結紮形成操作により二重結紮M2を形成後、それに続いて上記単結紮形成操作を行なうことで単結紮M1を形成することで、図30に示すような1段目に二重結紮M2、2段目に単結紮M1を持つ外科結紮M5を自動的に形成することができる。

[0100] 本実施例の結び目形成装置170によれば、前述の実施例の結び目形成装置10と同様の効果が得られるのに加えて、第1針保持機構174aと第2針保持機構174bとの間に別の部材が存在しないので、第1針保持機構174aと第2針保持機構174bとの離間動作の方向に装置が大きくならず、また糸状部材Lを第1アーム機構172aと第2針保持機構174bの先端近傍で扱うことができるため、装置のコンパクトさと、糸状部材Lの巻き付け操作性およびループ通過の操作性とのバランスがよい。また、本実施例の結び目形成装置170によれば、第4保持部材の回転軸線C9は、長手基材12との接続部と前記第4保持部材とを結ぶ直線すなわち第2アーム機構172bの長手方向である回転軸線C5の方向に直交する方向である。これにより、糸状部材Lの第2位置が針などの硬性部材である場合でも、第4保持部材を回転させることで、糸状部材Lを第2アーム機構172bに沿わせ

てコンパクトに収納することができる。また、第1アーム機構172aおよび第2アーム機構172bの開閉方向および長手方向のどちらとも交差する向きを回転軸線C8、C9に第1ホルダおよび第2ホルダ（円筒状の第1キャップおよび第2キャップ）が回転すると、糸端に針などが付いていても、針を第1アーム機構および第2アーム機構の長手方向に向けることができるので、針の長さに制約されず、結び目形成装置が小型化できる。

実施例 4

[0101] 図74は、本発明の他の実施例における結び目形成装置230の第1アーム機構232aおよび第2アーム機構232bが開いた状態を示す正面図であり、図75は、結び目形成装置230の第1アーム機構232aおよび第2アーム機構232bが閉じた状態を示す正面図であり、図76は、結び目形成装置230を分解して示す斜視図である。本実施例の結び目形成装置230は、第1回転操作力伝達軸70aおよび第2回転操作力伝達軸70bを介してそれぞれ伝達される回転操作力に基づいてループ形成手段として機能し且つ針50および針付円板234を着脱可能に保持する針ロック機構として機能する一対の第1針円板保持機構236aおよび第2針円板保持機構236bが、第1アーム機構232aおよび第2アーム機構232bの先端部にそれぞれ設けられている点、操作力伝達機構18が第1プッシュロッド76a、第2プッシュロッド76bを含まない点、および、操作部材として、長手基材12の基端部に回転操作可能に設けられた一対の開閉操作部材106および回転操作部材108が設けられている点、および移動部材78が設けられていない点で、図1の結び目形成装置10と比較して相違しているが、その他は同様に構成されている。

[0102] 結び目形成装置230は、円筒状の長手基材12、一対の第1アーム機構232aおよび第2アーム機構232b、一対の開閉操作部材106および回転操作部材108、操作力伝達機構18を、備えている。一対の第1アーム機構232aおよび第2アーム機構232bは、長手基材12の先端部に互いに平行な軸心線C2および軸心線C3まわりに回動可能にそれぞれ支持

されて開閉可能に設けられている。一对の開閉操作部材 106 および回転操作部材 108 は、長手基材 12 の基端部において長手基材 12 の軸心線 C1 まわりに回転操作可能に設けられ、且つ相互に相対回転可能に設けられている。操作力伝達機構 18 は、長手基材 12 内に設けられ、開閉操作部材 106 の開閉操作力および回転操作部材 108 の回転操作力を一对の第 1 アーム機構 232a および第 2 アーム機構 232b、一对の第 1 針円板保持機構 236a、および第 2 針円板保持機構 236b へそれぞれ伝達する。本実施例では、一对の開閉操作部材 106 および回転操作部材 108 が操作部として機能している。

[0103] 第 1 アーム機構 232a および第 2 アーム機構 232b は相互に同様に構成されているので、第 1 アーム機構 232a について説明する。図 76 の分解図、図 77 の開状態を示す図、図 78 の閉状態を示す図にも示すように、第 1 アーム機構 232a は、アーム本体 238a、カバー 240a、第 1 針円板保持機構 236a、伸縮回転駆動軸 242a を、備えている。アーム本体 238a は、開閉連結アーム 26a が一方に固定され且つ外向きに突き出す突軸 24a をそれぞれ有する一对の平行プレート 110a とその一对の平行プレート 110a に挟まれて位置するとともにユニバーサルジョイント 32a を回転可能に受け入れる貫通穴 28a が形成されたジョイント受け部材 112a とを基端部に有し且つ第 1 針円板支持機構 236a を先端部に有する。カバー 240a は、アーム本体 238a の対向面を覆うようにアーム本体 238a に固定されている。第 1 針円板保持機構 236a は、アーム本体 238a およびカバー 240a の先端部内に設けられ、針 50 および針付円板 234 を着脱可能に保持するとともに、針付円板 234 を第 1 アーム機構 232a および第 2 アーム機構 232b の開閉面に平行且つ第 1 アーム機構 232a の長手方向すなわち回転軸線 C4 方向に直交する回転軸線 C6 まわりに回転可能に支持する。伸縮回転駆動軸 242a は、アーム本体 238a とカバー 240a との間に、貫通穴 28a の中心軸線すなわち回転軸線 C4 まわりに回転可能に支持され、基端にユニバーサルジョイント 32a が連結

され、先端にピニオン 184 a が固定されている。

[0104] 図 79 の要部分解斜視図に詳しく示されるように、第 1 針円板保持機構 236 a の伸縮回転駆動軸 242 a は、管状の基軸 244 a、移動軸 248 a、ギヤ箱部材 254 a、スプリング 258 a を、備えている。管状の基軸 244 a は、その基端部にユニバーサルジョイント 32 a が連結されている。移動軸 248 a は、先端部にピニオン 246 a が固定され、基軸 244 a 内にその先端側から相対回転不能且つ軸方向の相対移動可能に差し入れられている。ギヤ箱部材 254 a は、アーム本体 238 a に形成された一对の案内面 250 a 間に挟まれることにより第 1 アーム機構 232 a の長手方向すなわち回転軸線 C4 方向に移動可能に案内され、且つピニオン 246 a と傘歯車 252 a とを相互に噛み合った状態で保持する。スプリング 258 a は、アーム本体 238 a およびカバー 240 a に形成されたバネ受面 256 a とギヤ箱部材 254 a との間に介挿され、移動軸 248 a を伸長方向に付勢する。

[0105] また、針付円板 234 は、外周部に周方向に連ねて設けられた 4 個の周方向突起を一面に有し、それら周方向突起が相互に突き合わせられた状態で重ねられた一对の円板 260 a、262 a が、圧入などにより針 51 に固定されている。これにより、針付円板 234 は、一对の円板 260 a および 262 a 間に、外周部に 4 つの連通穴を有し且つ針 51 の貫通穴 54 が開口する内部空間を有している。本実施例では、糸状部材 L の針 50 とは反対側の端がこの 4 つの連通穴の内の 1 つから針付円板 234 の内部の空間に挿入され、別の連通穴のうちの 1 つから引き出された形に配置されている。この構成により、針付円板 234 の回転に伴って、糸状部材 L の一部もまた回転することができ、また針付円板 234 から引き出された糸状部材 L の端を引くことで、糸状部材 L 全体に張力を発生させることができる。なお、糸状部材 L の端部は針付円板 234 に固定されていてもよく、この場合は糸状部材 L の端部を引いて糸状部材全体に張力を発生させることはできないが、針付円板 234 の回転に伴う糸状部材 L の一部の回転は実現される。また、針付円板

234の外周部には、針50との干渉を防止するための外周縁から中心に向かってU字状切欠き263aが一箇所形成されている。また、カバー240aには、針51を通すために回転軸線C4に平行な方向に長い形状の貫通穴である長穴264aと、針50を通すために長穴264aの長手方向に位置する円形の貫通穴266aとが形成されている。

[0106] 図80、図81、図82に示すように、傘歯車252aは、回転中心が偏心している円板である偏心板268aにその回転中心と同心となるように固定されている。偏心板268の外周縁は針50の係合溝52に係合して針50の抜けを阻止する。偏心板268の外周縁のうち、偏心板268aの回転中心との間が最も短い位置には、針50を通すための円弧状切欠き270aが形成されている。偏心板268aの回転中心には、針51を通すための円穴272aが形成されている。また、カバー240aの貫通穴266aの両側には、偏心板268の外周面に摺接して偏心板268の回転を許容しつつ第1アーム機構232aの長手方向すなわち回転軸線C4方向の位置決めをする一对のローラ274aが回転可能に設けられている。

[0107] 図82に詳しく示すように、傘歯車252aに設けられた中心穴276aは、D字状断面を有するとともに、針51の係合溝52からの端部形状もその中心穴276aに相対回転不能に挿入可能なD字状断面を有しているので、針51の一端部が傘歯車252aの中心穴276aに嵌め入れられた状態では、針付円板234が伸縮回転駆動軸242aによって回転駆動可能とされている。また、カバー240aに形成された長穴264aは、針51の係合溝52の径よりは大きい、針51のD字状断面形状の最小外径よりは小さい幅寸法に形成されている。長穴264aの上端部および下端部は、針51の外径（最大径）よりは小さく、係合溝52の径よりは大きく形成され、且つD字状に局所的に形成されている。長穴264aの上端部および下端部のD字状は、針51のD字状断面形状の最大径よりは小さいが針51のD字状断面形状の最小外径よりは大きな幅寸法である。これにより、針51は、長穴264aの上端部および下端部において、その端部が特定の回転位相状

態においてのみ通過可能とされているが、長穴 264 a の上端部および下端部以外の位置では、係合溝 52 と長穴 264 a との係合によって引き抜き不能とされている。なお、長穴 264 a の上端部および下端部では、針 51 の通過許容姿勢が 180 度異なるように形成されている。

[0108] 本実施例では、針 50 は、第 1 針円板保持機構 236 a の偏心板 268 a と第 2 針円板保持機構 236 b の偏心板 268 b との間で受け渡され、針 51 は、第 1 針円板保持機構 236 a の長穴 264 a と第 2 針円板保持機構 236 b の長穴 264 との間で受け渡されるようになっている。第 1 針板保持機構 236 a の傘歯車 252 a に設けられた中心穴 276 a の D 字状断面は、第 2 針板保持機構 236 b の傘歯車 252 b に設けられた中心穴 276 b の D 字状断面に対して位相がずらされている。

[0109] これにより、針 50 は、カバー 240 a に形成された貫通穴 266 a と偏心板 268 の外周縁に形成された円弧状切欠き 270 a とが一致したときに第 1 針円板保持機構 236 a 内に差し出し可能なアンロック状態にあるが、その状態から偏心板 268 が回転させられると、偏心板 268 の外周縁と針 50 の係合溝 52 とが係合して針 50 の抜けが阻止された図 81 に示すロック状態とされる。また、針 51 は、針 50 のアンロック状態から偏心板 268 がわずかに回転させられると、傘歯車 252 a の中心穴 276 a の D 字状断面と長穴 264 a の上端部を通過した針 51 の端部の断面形状が一致するので、アンロック状態とされる。図 80 および図 81 はこの状態を示している。この状態から偏心板 268 が回転させられて図 80 と図 81 との間の回転位相となると、傘歯車 252 a の中心穴 276 a に嵌合された針 51 は偏心板 268 a と共に回転してその係合溝 52 が長穴 264 a に係合するので、ロック状態となる。

[0110] 本実施例では、第 1 針円板保持機構 236 a において、カバー 240 a の貫通穴 266 a が形成された部分と、偏心板 268 a の円弧状切欠き 270 a が形成された部分とが、針 50 を保持する第 1 保持部材として機能している。第 2 針円板保持機構 236 b において、カバー 240 b の貫通穴 266

bが形成された部分と、偏心板268bの円弧状切欠き270bが形成された部分とが、針50を保持する第2保持部材として機能している。第1針円板保持機構236aにおいて、カバー240aの長穴264aが形成された部分と、傘歯車252aの中心穴276aが形成された部分とが、針51を保持する第3保持部材として機能している。第2針円板保持機構236bにおいて、カバー240bの長穴264bが形成された部分と、傘歯車252bの中心穴276bが形成された部分とが、針51を保持する第4保持部材として機能している。

[0111] 図76に示すように、本実施例の結び目形成装置230の長手基材12の基端部には、その軸心線C1まわりに回転操作可能に設けられた円筒状の開閉操作部材106と、開閉操作部材106に隣接して長手基材12の軸心線C1まわりに回転操作可能に設けられた円筒状の回転操作部材108とが、相互に独立して操作可能に設けられている。開閉操作部材106は、第1アーム機構232aおよび第2アーム機構232bを開閉操作するためのアーム開閉カム溝60が環状に形成された筒状溝カム64を内側に一体的に備えている。筒状溝カム64は操作部材16と一体的に形成されているが、図76においては図示の都合上分離して示している。

[0112] 回転操作部材108の内周面には、針付円板234を回転させるため、および、針50および51のロックおよびアンロックを切り替えるために、第1回転操作力伝達軸70aのピニオン66aおよび第2回転操作力伝達軸70bのピニオン66bがそれぞれ噛み合う内周歯68aが、図83および図84に示すように形成されている。図83は、一对の第1アーム機構232aおよび第2アーム機構232bが開かれた状態を示し、図84は、第1アーム機構232aおよび第2アーム機構232bが閉じられた状態を示している。

[0113] 図74の縦断面図である図85、および、図76の縦断面図である図86に示すように、操作力伝達機構18は、第1回転操作力伝達軸70aと第2回転操作力伝達軸70bとを、備えている。第1針円板保持機構236aの

傘歯車 252a を回転させる回転操作力を伝達するために図 83 に示す回転操作部材 108 の内周歯 68a と噛み合うピニオン 66a およびユニバーサルジョイント 32a が、第 1 回転操作力伝達軸 70a の両端に固定されている。第 2 針円板保持機構 236b を回転させる操作力を伝達するために図 83 に示す回転操作部材 108 の内周歯 68a と噛み合うピニオン 66b およびユニバーサルジョイント 32b が、第 2 回転操作力伝達軸 70b の両端に固定されている。また、操作力伝達機構 18 は、第 1 開閉操作力伝達リンク 72a と第 2 開閉操作力伝達リンク 72b とを備えている。第 1 開閉操作力伝達リンク 72a は、第 1 アーム機構 232a を開位置と閉位置とに開閉する開閉操作力を伝達するために、開閉連結アーム 26a に回動可能に連結された先端部と、長手方向に対して直角に突き出してアーム開閉カム溝 60 に係合するカム係合部 71a を有する基端部とを備えている。第 2 開閉操作力伝達リンク 72b は、第 2 アーム機構 232b を開位置と閉位置とに開閉する開閉操作力を伝達するために、開閉連結アーム 26b に回動可能に連結された先端部と、長手方向に対して直角に突き出してアーム開閉カム溝 60 に係合するカム係合部 71b を有する基端部とを備えている。

[0114] 図 87 は、開閉操作部材 106 の 1 回転操作による第 1 アーム機構 232a および第 2 アーム機構 232b の開閉動作と、所定の回転位相区間内における回転操作部材 108 による第 1 針円板保持機構 236a および第 2 針保持機構 236b の回転動作および第 1 針円板保持機構 236a および第 2 針円板保持機構 236b 間での針 50 および針 51 の交換動作とが、結び目形成のために所定の順番で実行される状態を説明するチャートである。図 87 のチャートの横軸は、図 83 および図 84 の向きから見て右回りに開閉操作部材 106 を回転させた角度を示している。回転操作部材 108 は、第 1 針円板保持機構 236a 或いは第 2 針円板保持機構 236b により保持された針付き円板 234 を回転させて糸状部材 L を巻き付ける動作をさせる場合には、第 1 アーム機構 232a および第 2 アーム機構 232b が開位置にある区間において操作され、第 1 針円板機構 236a と第 2 円板針保持機構 23

6 b との間で針 5 0 および針 5 1 を交換する場合には、第 1 アーム機構 2 3 2 a および第 2 アーム機構 2 3 2 b が閉位置にある区間において操作される。チャートの横軸の原点から図 8 3 は約 1 3 5 度、図 8 4 は約 4 5 度回転した位置の図示となっている。この開閉操作部材 1 0 6 および回転操作部材 1 0 8 の回転操作は、手動操作でもよいし、モータ駆動で回転操作する遠隔操作でもよい。

[0115] 以上のように構成された結び目形成装置 2 3 0 において、開閉操作部材 1 0 6 および回転操作部材 1 0 8 の操作により、糸状部材 L のループが自動的に形成され且つ結び目 M 1 が形成される動作を、以下に具体的に説明する。

[0116] たとえば、生体組織 T の縫合に糸状部材 L が適用される場合には、第 2 アーム機構 2 3 2 b の第 2 針円板保持機構 2 3 6 b によって針 5 0 をロックし、且つ針付円板 2 3 4 を下方へ移動させた状態から、第 1 アーム機構 2 3 2 a と第 2 アーム機構 2 3 2 b とを閉じる。これにより、第 1 アーム機構 2 3 2 a の先端部と第 2 アーム機構 2 3 2 b の先端部との間に挟まれた生体組織 T の縫合部分を先端側に位置する針 5 0 で貫通させる。次いで、第 1 アーム機構 1 7 2 a の第 1 針円板保持機構 2 3 6 a によって針 5 0 をロックし、第 2 アーム機構 1 7 2 b の第 2 針円板保持機構 2 3 6 a によって針 5 1 をロックした状態で、第 1 アーム機構 2 3 2 a と第 2 アーム機構 2 3 2 b とを開く。これにより、生体組織 T の一部が糸状部材 L、第 1 アーム機構 2 3 2 a、第 2 アーム機構 2 3 2 b、長手基材 1 2 からなる閉じた経路の中に囲まれた状態となる。糸状部材 L の第 1 位置に通された針 5 0 を第 1 針円板保持機構 2 3 6 a によりロックした第 1 アーム機構 2 3 2 a と、糸状部材 L の第 2 位置に通された針 5 1 を第 2 針円板保持機構 2 3 6 b でロックした第 2 アーム機構 2 3 2 b とを開いた直後の状態では、開閉操作部材 1 0 6 は 4 5 度付近の操作位置にある。図 8 8 はこの状態を模式的に示している。

[0117] 次に、開閉操作部材 1 0 6 が 1 3 5 度付近までの操作過程では、回転操作部材 1 0 8 が操作されることにより、第 2 針円板保持機構 2 3 6 b に保持されている針 5 1 を有する針付円板 2 3 4 が、その回転軸心 C 9 まわりに 1 回

転させられる。これにより、糸状部材Lがその針付円板234まわりに巻き付けられるので、ループが形成される。図89の模式図はこのループ形成操作された状態を示している。

[0118] 続いて、開閉操作部材106を135度付近まで操作する第1アーム接近操作により、第1アーム機構232aと第2アーム機構232bとが閉じられる。図90の模式図はこの第1アーム接近操作を示している。そして、この第1アーム機構232aと第2アーム機構232bとが閉じられた状態において、回転操作部材108を所定角度の更に操作する第1切替操作により、針50の一端が第1針円板保持機構236aの偏心板268aにより解放され且つ針50の他端が第2針円板保持機構236bの偏心板268aによりによりロックされると同時に、針51の他端が第2針円板保持機構236bの傘歯車252bの回転により解放され且つ針51の一端が第1針円板保持機構236aの傘歯車252aの回転によりロックされる。図90はこの第1切替操作前の状態を示し、図91はこの第1切替操作後の状態を示している。図90および図91において、針50および針51がロックされた状態が第1アーム機構232aおよび第2アーム機構232b内の斜線で示されている。

[0119] そして、開閉操作部材106が225度付近まで操作されると、第1アーム機構232aと第2アーム機構232bとが開かれる。図92は、その第1アーム機構232aと第2アーム機構232bとの離間操作後の状態を示している。この状態では、糸状部材Lが第1アーム機構232aの針付円板234に1重に巻き付けられてループRが形成されていて、第1アーム機構232aの第1針円板保持機構236aと第2アーム機構232bの第2針円板保持機構236bとの間で、針50および針51の受け渡しが完了している。この図92に示す状態では、図19と同様に、糸状部材L、第1アーム機構102a、第2アーム機構102b、長手基材12からなる閉経路は、この時点でトポロジ的な意味で既に結び目になっている。糸状部材L、第1アーム機構102a、第2アーム機構102b、長手基材12からなる

閉経路は、連続的な変形のみによって、閉経路の糸状部材Lからなる部分のみに結び目形状が存在するような形に変形ができる状態である。

[0120] たとえばこの段階で、糸状部材Lを第1アーム機構172aおよび第2アーム機構172bから外すと、閉じた経路のトポロジーの同一性を保ったままの連続的な変形により、図93の概略図に示すように、糸状部材Lのみで所謂単結紮の結び目M1が形成された状態となる。そして、糸状部材Lを引き締め操作することで、たとえば図23の単結紮M1が得られる。すなわち、本実施例の結び目形成装置230によれば、そのような単結紮形成操作により糸状部材Lによる単結紮M1が自動的に形成される。なお、糸状部材Lの引き締め操作は、糸状部材Lの針50とは反対側の端部を引くことで簡単に実現できる。

[0121] ここで、開閉操作部材106の操作により第1アーム機構232aおよび第2アーム機構232bが開いている期間、たとえば45度から135度までの操作過程において、回転操作部材108により、針付円板234を2回転させることができる。この場合には、糸状部材Lが針付円板234の外周に2重に巻き付けられてループが形成される。この状態から針50および針51の受け渡しを行い、糸状部材Lを第1アーム機構102aと第2アーム機構102bから外し、糸状部材Lを引き締め操作することで図25に示す二重結紮M2が得られる。すなわち、本実施例の結び目形成装置230によれば、そのような二重結紮形成操作により二重結紮M2が自動的に形成される。

[0122] また、上記の開閉操作部材106および回転操作部材108による単結紮形成操作を2回繰り返すことによりループを形成してその糸状部材Lを引き締めることで、図27の女結びM3が得られる。すなわち、本実施例の結び目形成装置230によれば、上記の単結紮形成操作を2回繰り返すことで、女結びM3が自動的に形成される。また、その2回の上記単結紮形成操作が行なわれるとき、1回目の単結紮形成時の第1針保持機構174aと第2針保持機構174bの回転方向に対して、2回目の単結紮形成時の回転方向を

逆にすることによりループを形成して糸状部材Lを引き締めることで、図29の男結びM4が得られる。また、上記の二重結紮形成操作により二重結紮M2を形成後、それに続いて上記単結紮形成操作を行なうことで単結紮M1を形成することで、図30に示すような1段目に二重結紮M2、2段目に単結紮M1を持つ外科結紮M5を自動的に形成することができる。

[0123] 本実施例の結び目形成装置230によれば、前述の実施例の結び目形成装置10と同様の効果が得られるのに加えて、第1針保持機構174aと第2針保持機構174bとの離間動作の方向と、糸状部材Lのうちの長針198に係合している第1位置のループ通過方向とが同じであるので、第1アーム機構172aと第2アーム機構172bとの離間動作を利用して糸状部材Lのうちの長針198に係合している第1位置をループに通過させることができる利点がある。また、糸状部材Lの引き締め操作が簡単に実現できるという利点もある。

実施例 5

[0124] 図94は、本発明の他の実施例の結び目形成装置300を説明する模式図である。本実施例の第1アーム機構14aおよび第2アーム機構14bは、それらの長手方向において相対移動可能に長手基材12に設けられている。本実施例の結び目形成装置300は、前述の結び目形成装置10と比較すると、結び目形成装置10の第1アーム機構14aおよび第2アーム機構14bが回転軸線C2および回転軸線C3まわりに開閉動作させられるに対して、結び目形成装置300の第1アーム機構14aおよび第2アーム機構14bがそれらの長手方向に相対移動させられる点で相違するが、他は同様である。本実施例の第1アーム機構14aおよび第2アーム機構14bは、それらの一方に設けられた案内溝に他方に設けられた被案内突部が嵌め入れられたスライド機構を介して、互いに平行な方向に相対移動させられる。或いは、第1アーム機構14aおよび第2アーム機構14bは、それらの間に設けられた平行リンクを介して連結されることで、互いに平行な姿勢を維持しつつ相対移動させられる。

実施例 6

[0125] 図95は、結び目形成装置230の他の実施例の針付円板334を示している。針付円板334は、針付円板234の外周面は円筒状であって厚み方向についていずれの断面も同径であるのに対して、針付円板334は、厚み方向の中間位置から両端面に向かうにともなって小径となる外周面形状を備えている点で相違している。針付円板334のその他の構成は、針付円板234と同様である。針付円板334の外周面のうちの針付円板334の厚み方向の中間位置で最大径を示す稜線部位336は巻き掛けられた糸状部材Lを保持するためのループ保持部として機能し、針付円板334の外周面のうちの最大径部位と最小径部位との間であるテーパ面338は糸状部材Lを巻きかけるためのループ形成部として機能する。本実施例の針付円板334によれば、針付円板334のテーパ面と第2アーム機構232bとの間に形成された凹溝に糸状部材Lが保持されるので安定してループが形成されるとともに、針付円板334が第2アーム機構232bから第1アーム機構232aへ渡されると、針付円板334に巻かれたループが自然に外れ易い利点がある。

実施例 7

[0126] 図96は、前述の針付円板234を備える結び目形成装置230を用いて結び目を引き締める状態を示している。糸状部材Lは、針50に近い部位が針付円板234の4つの連通穴Hの1つの連通穴H1から挿入され、針50から遠い部位が他の1つの連通穴H2から長手基材12側へ引き出される状態で上記1つの連通穴1よりも上記他の1つの連通穴2が長手基材12側に近いという位置関係にあるとき、糸状部材Lの長手基材12側に位置する引っ張り位置を引いて結び目が容易且つタイトに引き締められる。なお、糸状部材Lの引っ張り位置を引いて結び目を締める際に、第1アーム機構14aおよび第2アーム機構14bを閉じた状態で行っても構わない。この場合は針付円板234の縁が結び目に押し付けられていわゆるプッシャのように作用し、結び目を引き締めることができる。

[0127] 以上、本発明の一実施例を図面に基づいて説明したが、本発明はその他の態様においても適用される。

[0128] たとえば、前述の実施例の糸状部材 L は、好適には、植物性或いは動物性の天然繊維から撚られた天然糸、合成繊維の単線或いは撚り線から成る合成樹脂糸、金属製の単線或いは撚り線から成る金属糸、天然繊維および合成繊維から成る複合糸などの、結紮可能な前記被結紮体が用いられる。

[0129] また、前述の実施例の移動部材 78 は、円筒状の長手基材 12 内からその長手基材 12 の長手方向へ突き出し可能に設けられ、その先端部が一对の第 1 アーム機構 $14a$ および第 2 アーム機構 $14b$ の間で直線的に移動させられるものであったが、一对の第 1 アーム機構 $14a$ および第 2 アーム機構 $14b$ の一方に、そのアーム機構の長手方向に平行移動可能或いはアーム機構に対して回動可能に設けられたものであってもよい。

[0130] また、前述の実施例の結び目形成装置 10 、 100 、 170 、 230 においては、ループを形成するためのループ形成手段としてアーム本体 $36a$ および $36b$ 、第 1 円筒回転機構 $104a$ および第 2 円筒回転機構 $104b$ 、第 1 針保持機構 $174a$ および第 2 針保持機構 $174b$ 、第 1 針円板保持機構 $236a$ および第 2 針円板保持機構 $236b$ が設けられていたが、糸状部材 L にひねりを加えてループを形成する糸ひねり機構をループ形成手段として備えるものであってもよい。

[0131] その他一々例示はしないが、本発明は当業者の知識に基づいて種々の変更、改良を加えた態様で実施することができる。

符号の説明

- [0132] 10 : 結び目形成装置
 12 : 長手基材 (ベース部)
 $12a$ 、 $12b$: 部分円筒部材
 $14a$: 第 1 アーム機構
 $14b$: 第 2 アーム機構
 16 : 開閉操作部材 (操作部材)

- 18 : 回転操作部材
- 20 : 操作力伝達機構
- 22 a、22 b : 支持穴
- 24 a、24 b : 突軸
- 26 a、26 b : 開閉連結アーム
- 28 a、28 b : 貫通穴
- 30 a、30 b : アーム基台
- 32 a、32 b : ユニバーサルジョイント
- 34 a、34 b : 連結軸
- 36 a、36 b : アーム本体（ループ形成手段、第1ホルダ、第2ホルダ）
- 38 a、38 b : ガイドカバー
- 40 a、40 b : ロックプレート
- 42 a、42 b : バー支持部
- 44 a、44 b : 係合凹部
- 46 a、46 b : ロック操作バー
- 50、51 : 針
- 52、53 : 係合溝
- 54 : 貫通穴
- 56 a : 受穴
- 57 a : 係合穴
- 58 a : 貫通穴
- 59 a : 係合穴
- 60 : アーム開閉カム溝
- 62 : 針ロックカム溝
- 64 : 筒状溝カム
- 66 a、66 b : ピニオン
- 68 a、68 b : 内周歯
- 70 a : 第1回転操作力伝達軸

70b : 第2回転操作力伝達軸
71a、71b : カム係合部
72a : 第1開閉操作力伝達リンク
72b : 第2開閉操作力伝達リンク
74a、74b : 押上部
75a、75b : カム係合部
76a : 第1プッシュロッド
76b : 第2プッシュロッド
78 : 移動部材
78a : 長線部
78b : 短線部
78c : 操作突起部
80 : 長穴
82a : ガイド穴
82 : 受け部材
100 : 結び目形成装置
102a : 第1アーム機構
102b : 第2アーム機構
104a : 第1円筒回転機構 (ループ形成手段)
104b : 第2円筒回転機構 (ループ形成手段)
106 : 開閉操作部材
108 : 回転操作部材
110a、110b : 平行プレート
112a、112b : ジョイント受け部材
114a、114b : アーム本体
116a、116a : 開口
118a、118b : カバー
120a、120b : ピニオン

- 1 2 2 a、1 2 2 b : 回転駆動軸
- 1 2 4 a、1 2 4 b : 円筒状軸受
- 1 2 6 a、1 2 6 b : 中心軸部
- 1 2 8 a、1 2 8 b : 円筒部材
- 1 3 0 a、1 3 0 b : ロックフランジ
- 1 3 2 a、1 3 2 b : 傘歯車部材
- 1 3 4 a、1 3 4 b : 環状スロット
- 1 3 6 a、1 3 6 b : ガイドプレート
- 1 3 8 a、1 3 8 b : スプリング
- 1 3 9 a、1 4 0 a、1 3 9 b、1 4 0 b : 外側円弧状切欠き
- 1 4 2 a、1 4 4 a : 内側円弧状切欠き
- 1 4 6 a、4 8 a : 内側矩形切欠き
- 1 5 0 a、1 5 2 a : 針受入溝
- 1 7 0 : 結び目形成装置
- 1 7 2 a : 第1 アーム機構
- 1 7 2 b : 第2 アーム機構
- 1 7 4 a : 第1 針保持機構 (ループ形成手段)
- 1 7 4 b : 第2 針保持機構 (ループ形成手段)
- 1 7 6 a : 第1 軸受部
- 1 7 8 a、1 7 4 b : アーム本体
- 1 8 0 a : 第2 軸受け部
- 1 8 2 a、1 8 2 b : カバー
- 1 8 4 a、1 8 4 b : ピニオン
- 1 8 6 a、1 8 6 b : 回転駆動軸
- 1 8 8 a : 第1 キャップ
- 1 9 0 a : 第2 キャップ
- 1 9 2 a : 回転軸
- 1 9 4 a : 第1 ロック歯車部材

- 196a : 第2ロック歯車部材
- 198 : 長針
- 200 : 短針
- 202a、202b : 挿入穴
- 204a、204b : 挿入穴
- 206a、206b : 円穴
- 208a、208b : 円穴
- 210a、210b : 矩形穴
- 212a、212b : 矩形穴
- 214a、214b : 前方後円形状の係合穴
- 216a、216b : 前方後円形状の係合穴
- 230 : 結び目形成装置
- 232a : 第1アーム機構
- 232b : 第2アーム機構
- 234 : 針付円板
- 236a : 第1針円板保持機構 (ループ形成手段)
- 236b : 第2針円板保持機構 (ループ形成手段)
- 238a、238b : アーム本体
- 240a、238b : カバー
- 242a、242b : 伸縮回転駆動軸
- 244a、244b : 基軸
- 246a : ピニオン
- 248a、248b : 移動軸
- 250a、250b : 案内面
- 252a、252b : 傘歯車
- 254a、254b : ギヤ箱部材
- 256a、256b : バネ受面
- 258a、258b : スプリング

260 a、260 b : 円板

262 a、262 b : 円板

263 a、263 b : U字状切欠き

264 a、264 b : 長穴

266 a、266 b : 貫通穴

268 a、268 b : 偏心板

270 a、270 b : 円弧状切欠き

272 a、272 b : 円穴

274 a、274 b : ローラ

276 a、276 b : 中心穴

300 : 結び目形成装置

324 : 針付円板

350 : ガイド部材

T : 生体組織

L : 糸状部材 (被結紮体)

A : 第1 交差位置

B : 第2 交差位置

M1 : 単結紮 (結び目)

M2 : 二重結紮 (結び目)

M3 : 女結び (結び目)

M4 : 男結び (結び目)

M5 : 外科結紮 (結び目)

C1 : 長手基材の軸心線

C2 : 第1 アーム機構の回動中心である支持穴の軸心線

C3 : 第2 アーム機構の回動中心である支持穴の軸心線

C4 : 第1 アーム機構14 a 長手方向である回転軸線

C5 : 第2 アーム機構14 b の長手方向である回転軸線

C6 : 第1 アーム機構に設けられた円筒部材或いは針付円板の回転軸線

C 7 : 第 2 アーム機構に設けられた円筒部材或いは針付円板の回転軸線

C 8 : 第 1 針保持機構の回転軸線

C 9 : 第 2 針保持機構の回転軸線

請求の範囲

[請求項1]

ベース部と、

前記ベース部に設けられ、相対的に移動可能に構成された第1アーム機構および第2アーム機構と、

前記第1アーム機構に設けられ、被結紮体の第1位置を着脱可能に保持する第1保持部材と、

前記第2アーム機構に設けられ、前記被結紮体の第1位置を着脱可能に保持する第2保持部材と、

前記第1アーム機構に設けられ、前記被結紮体の第2位置を着脱可能に保持する第3保持部材と、

前記第2アーム機構に設けられ、前記被結紮体の第2位置を着脱可能に保持する第4保持部材と、

前記被結紮体の第2位置を支持し、回転動作により、前記被結紮体の第1位置と前記第2位置との間の2位置が交差する前記被結紮体のループを形成するループ形成手段と、

前記第1アーム機構および第2アーム機構を相互に離間させ、前記被結紮体の第1位置と第2位置を前記第1保持部材と前記第4保持部材で保持した状態で、前記ループ形成手段により前記被結紮体のループを形成させる第1ループ形成操作と、前記第1アーム機構および第2アーム機構を相互に接近させるアーム接近操作と、前記被結紮体の第1位置と第2位置を前記第1保持部材と第4保持部材により保持する状態から前記第2保持部材と第3保持部材により保持する状態へ切り替える第1切替操作と、前記被結紮体の第1位置と第2位置を前記第2保持部材と第3保持部材により保持する状態で前記第1アーム機構および第2アーム機構を相互に離間させる第1アーム離間操作とを順次実行することにより前記第1位置を前記ループに通過させて前記被結紮体に結び目を形成する、前記ベース部に設けられた操作部とを、含むことを特徴とする結び目形成装置。

[請求項2] 前記ループ形成手段は、前記第1 アーム機構および第2 アーム機構に備えられ、

前記操作部は、

前記第1 アーム機構および第2 アーム機構を相互に離間させ、前記被結紮体の第1 位置と第2 位置を前記第2 保持部材と前記第3 保持部材で保持した状態で、前記ループ形成手段により前記被結紮体のループを形成させる第2 ループ形成操作と、前記第1 アーム機構および第2 アーム機構を相互に接近させるアーム接近操作と、前記被結紮体の第1 位置と第2 位置を前記第2 保持部材と第3 保持部材により保持する状態から前記第1 保持部材と第4 保持部材により保持する状態へ切り替える第2 切替操作と、前記被結紮体の第1 位置と第2 位置を前記第1 保持部材と第4 保持部材により保持する状態で前記第1 アーム機構および第2 アーム機構を相互に離間させる第2 アーム離間操作とを順次実行することにより前記第1 位置に前記ループを再度通過させることを特徴とする請求項1 の結び目形成装置。

[請求項3] 前記結び目は、前記被結紮体の第1 位置を、前記ループで交差している2 位置のうちの該第1 位置よりも遠い側の位置から近い側の位置へ前記ループを相対的に通過させることにより形成されるものであり、

前記操作部は、前記結び目を複数回形成するものであって、前記複数回の結び目のうちのいずれかの結び目において、前記ループ形成手段に、前回形成されたループと前記第1 位置の通過予定軌跡まわりを逆向きに巻いたループを形成させる

ことを特徴とする請求項1 または2 の結び目形成装置。

[請求項4] 前記結び目は、前記被結紮体の第1 位置を、前記ループで交差している2 位置のうちの該第1 位置よりも遠い側の位置から近い側の位置へ前記ループを相対的に通過させることにより形成されるものであり、

前記操作部は、前記結び目を複数回形成するものであって、前記複数回の結び目のうちのいずれかの結び目において、前記ループ形成手段に、前回形成されたループとは前記第 1 位置の通過予定軌跡まわりを同じ向きに巻いたループを形成させる

ことを特徴とする請求項 1 または 2 の結び目形成装置。

[請求項5] 前記ループ形成手段は、前記ループを 1 周形成する

ことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 の結び目形成装置。

[請求項6] 前記ループ形成手段は、前記ループを 2 周形成する

ことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 の結び目形成装置。

[請求項7] 前記ループ形成手段は、一回目のループ形成においては、前記ループの投影面と交差する軸である仮想軸まわりに前記ループを 2 周形成し、二回目のループ形成においては、前記仮想軸まわりに前記ループを 1 周形成する

ことを特徴とする請求項 3 または 4 の結び目形成装置。

[請求項8] 前記ループ形成手段は、前記回転中心からの前記第保持部材までの距離よりも大きい半径を有するループ形成部と、前記回転中心から前記第 2 保持部材までの距離よりも小さな半径を有する被結紮体通過部とを有し、

前記第 1 位置は、前記ループ形成手段の回転中心まわりにループを形成した被結紮体と前記被結紮体通過部とに囲まれた領域を通過して前記第 1 保持部材と前記第 2 保持部材との間で受け渡される

ことを特徴とする請求項 1 から 7 の結び目形成装置。

[請求項9] 前記ループ形成手段は、前記回転中心からの前記第 2 保持部材までの距離よりも大きい半径を有するループ形成部と、前記ループ形成部よりも回転軸に沿って前記第 2 アーム機構から遠い位置にあって前記ループ形成部よりもさらに大きな半径を有するループ保持部とを有し、

前記ループ形成部よりも前記ループ形成部よりも回転軸に沿って前

記第2アーム機構から近い側は前記ループ形成部以下の半径を有することを特徴とする請求項1から7の結び目形成装置。

[請求項10] 前記ループ形成手段は、前記被結紮体の第2位置を前記被結紮体の長手方向に沿って摺動可能に支持しており、

前記操作部は、前記被結紮体の第2位置よりも前記第1位置から遠い側にある引張り位置を引いて結び目を締める

ことを特徴とする請求項1から7の結び目形成装置。

[請求項11] 前記ループ形成手段は、前記第2アーム機構に沿って、前記第2保持部材との距離が接近する方向に移動することができる

ことを特徴とする請求項1から7の結び目形成装置。

[請求項12] 前記ループ形成手段は、前記第2アーム機構との距離が接近する方向に沿って変形することができる

ことを特徴とする請求項1から7の結び目形成装置。

[請求項13] 前記ループ形成手段は、前記被結紮体の前記第2位置から前記第1位置側に離れた第1支持部と、前記被結紮体の前記第2位置から前記引張り位置側に離れた第2支持部とで前記被結紮体の第2位置を支持しており、

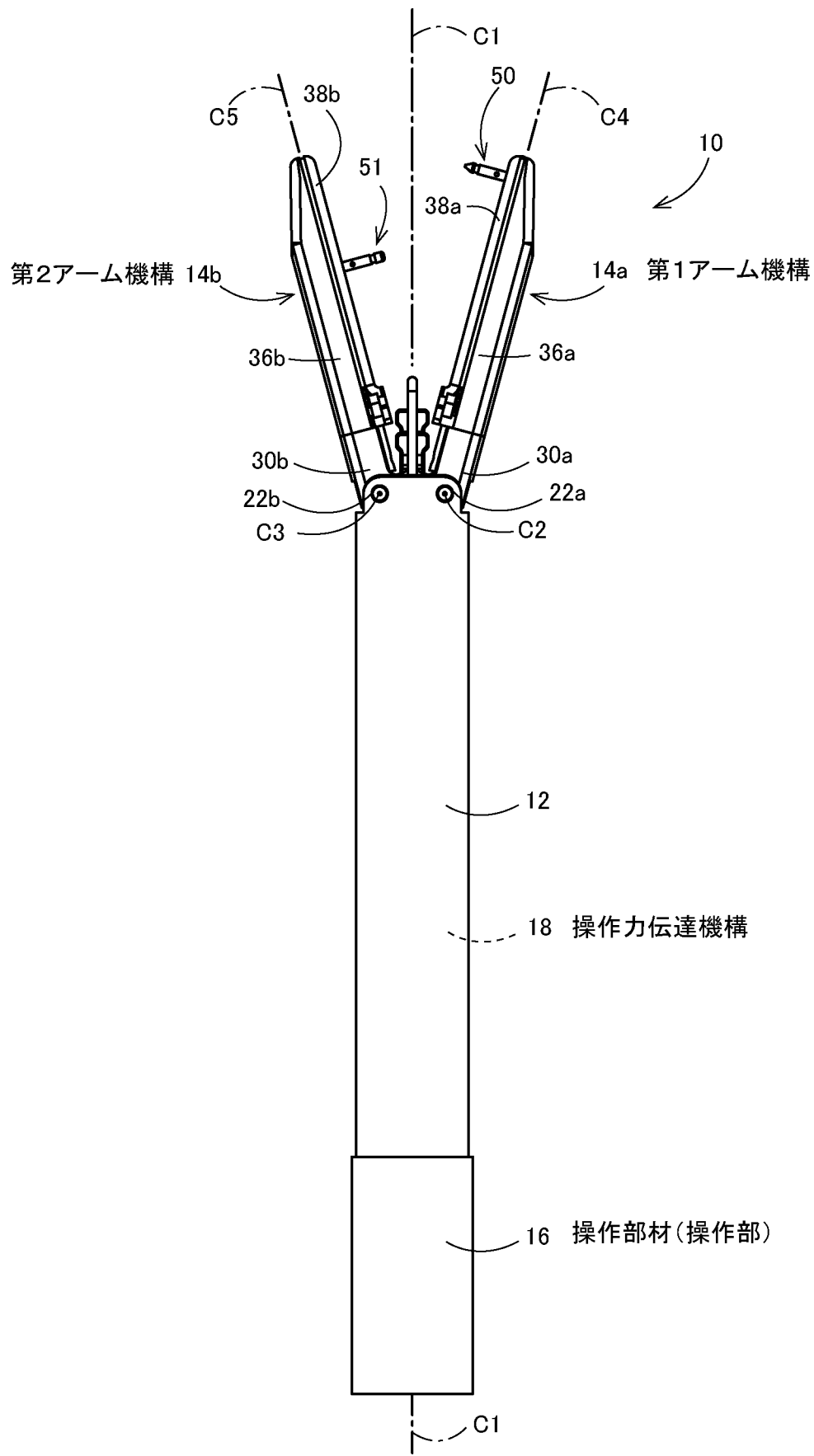
前記操作部は、前記第2支持部が前記第1支持軸よりも前記第1アーム機構または前記第2アーム機構に沿って前記ベース部に近い側にあるときに前記引張り位置を引いて前記結び目を締める

ことを特徴とする請求項10の結び目形成装置。

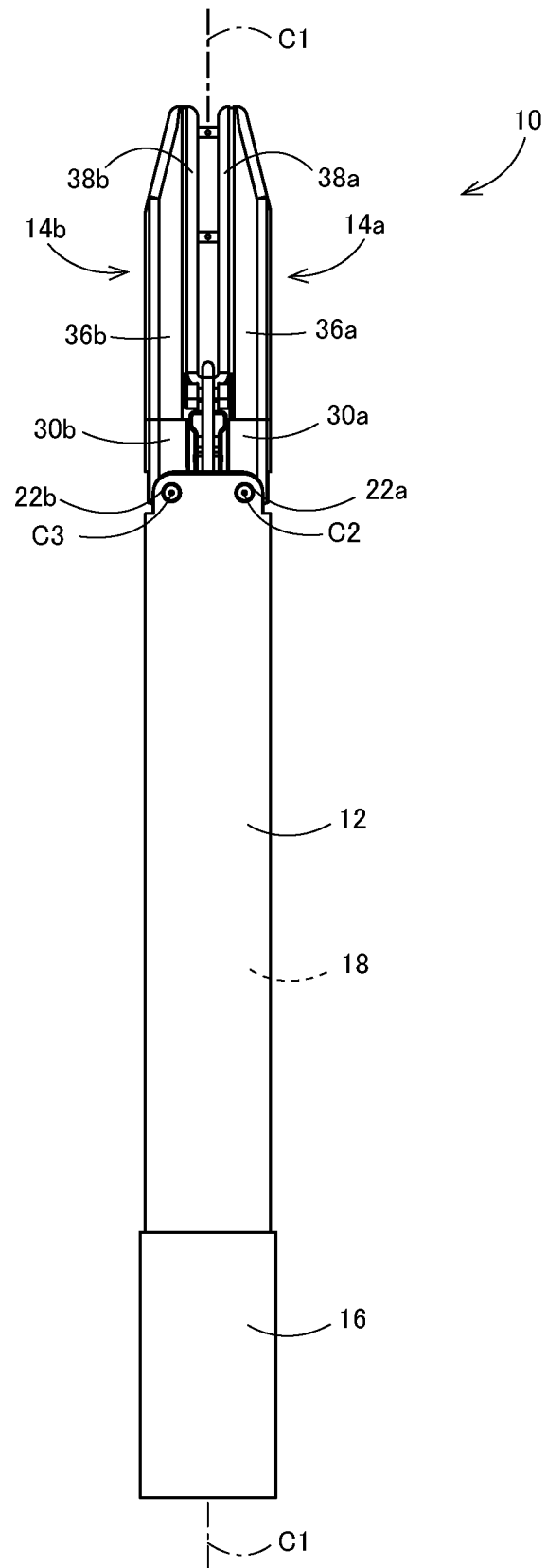
[請求項14] 前記操作部には、前記被結紮体の前記引張り位置が、操作者が直接引くことが可能な位置に設けられている

ことを特徴とする請求項10の結び目形成装置。

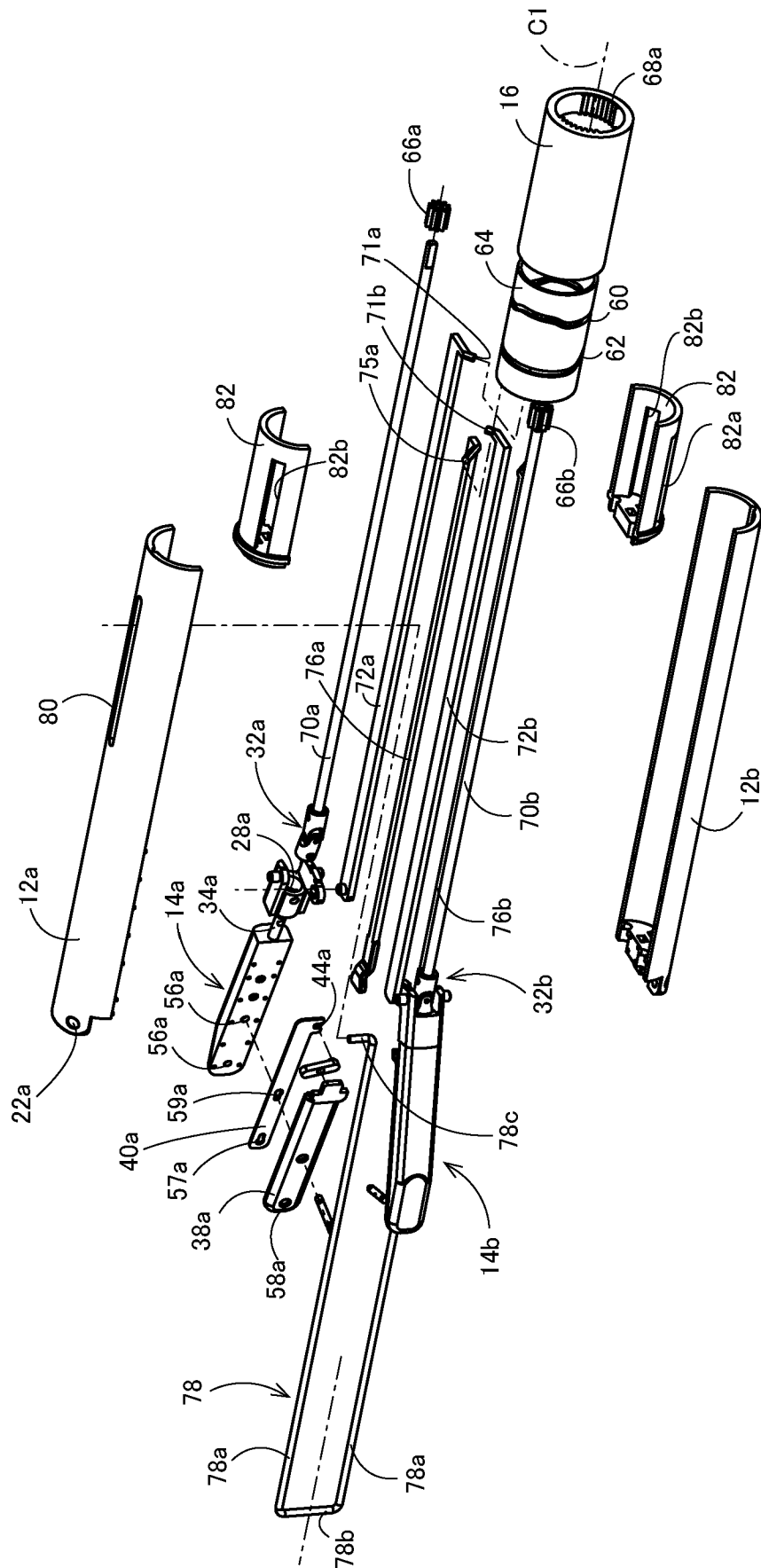
[図1]



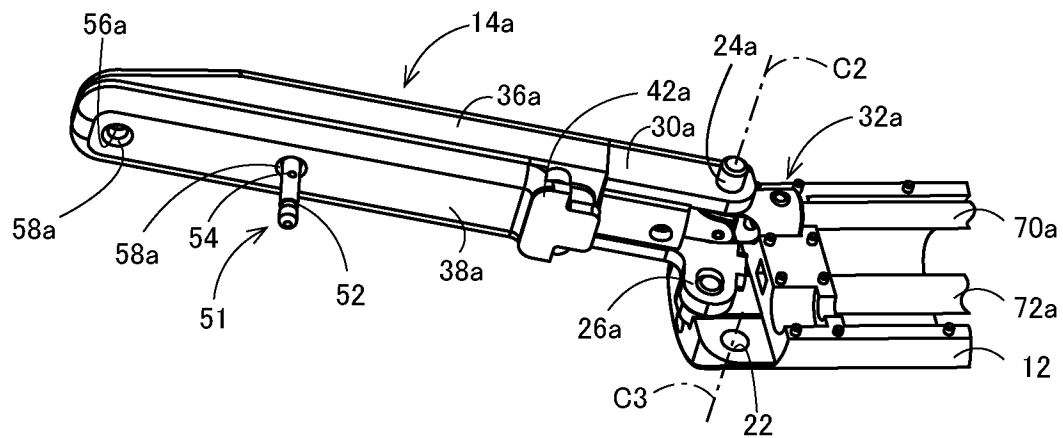
[図2]



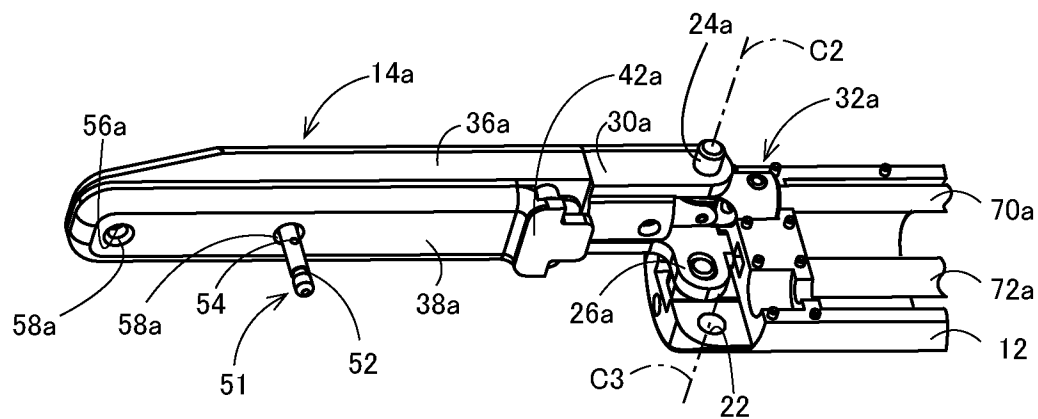
[図3]



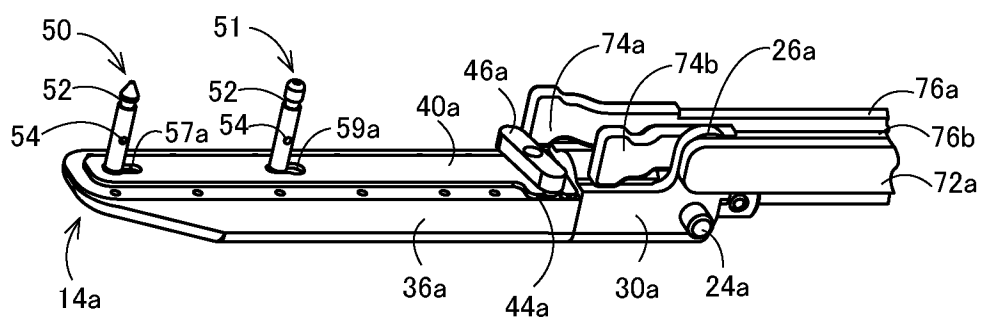
[図4]



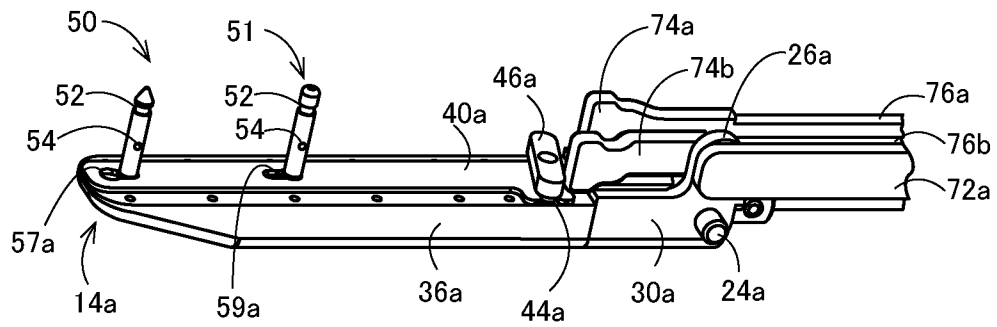
[図5]



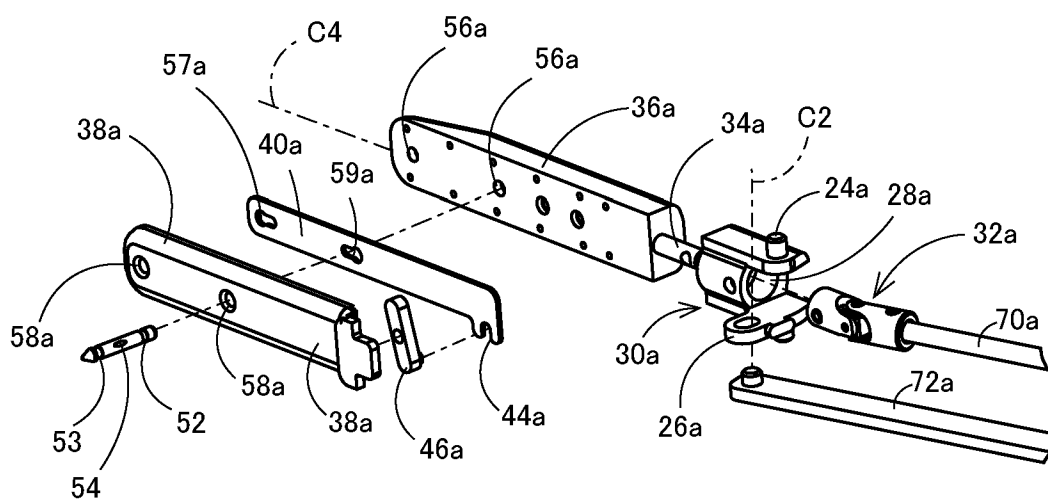
[図6]



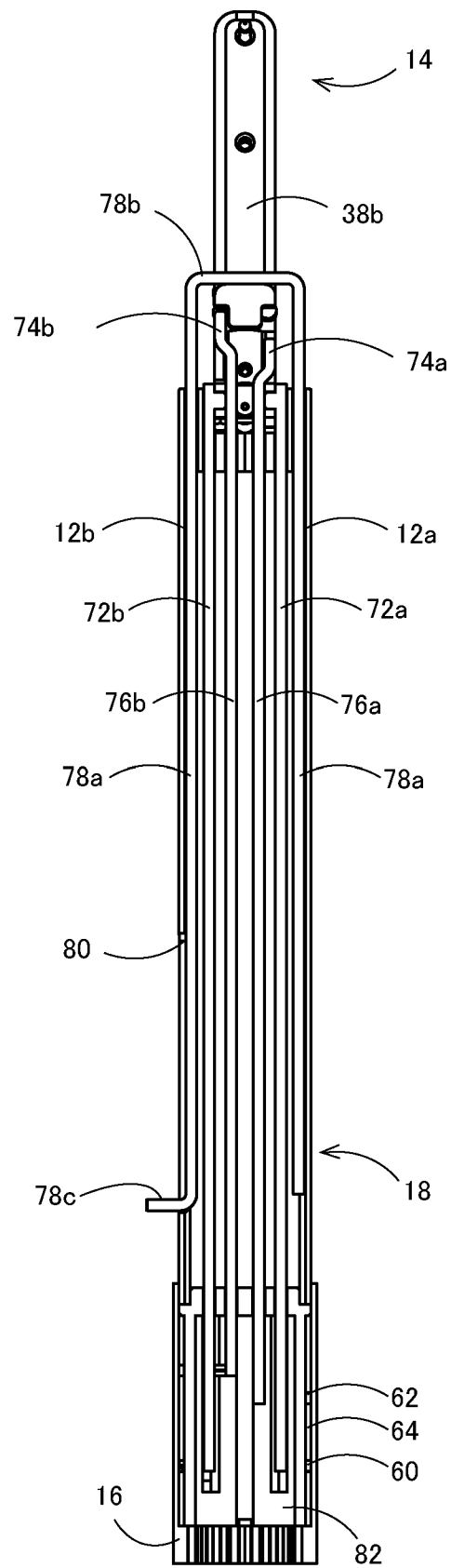
[図7]



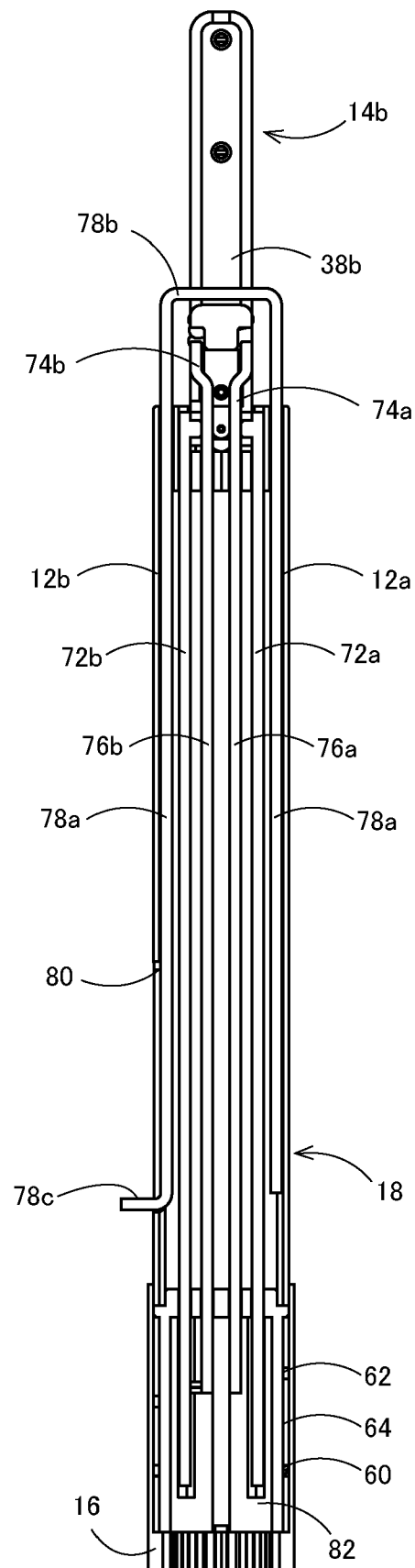
[図8]



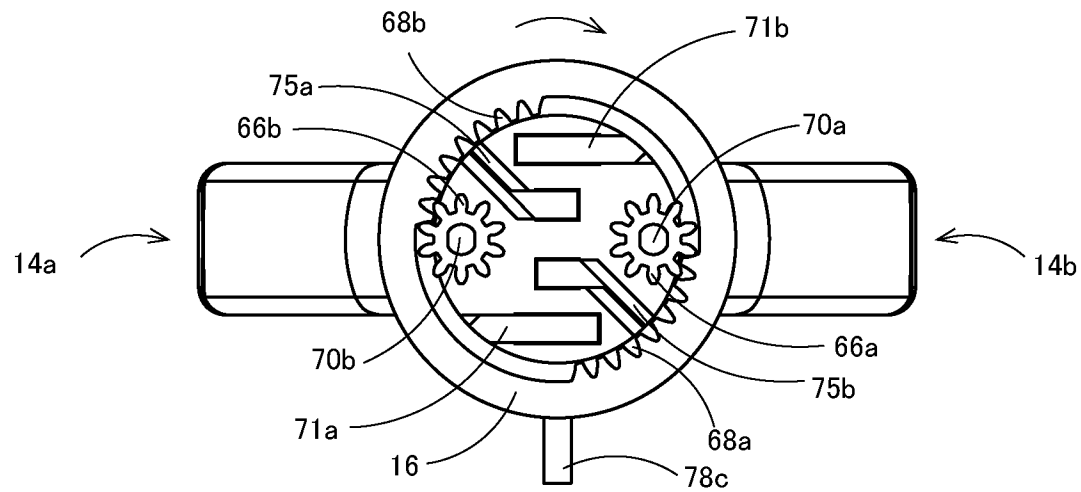
[図9]



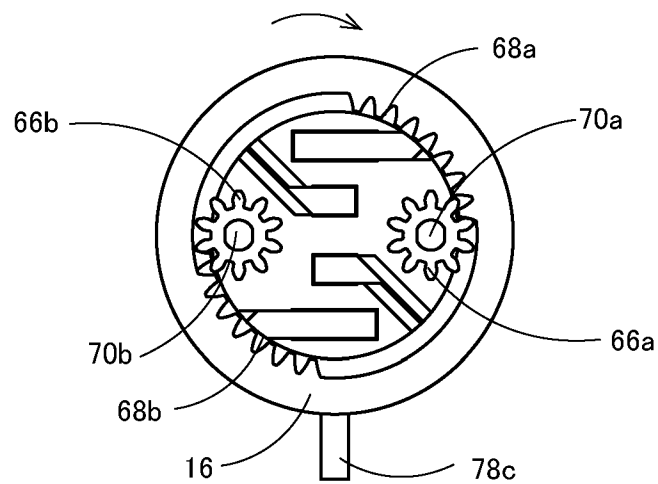
[図10]



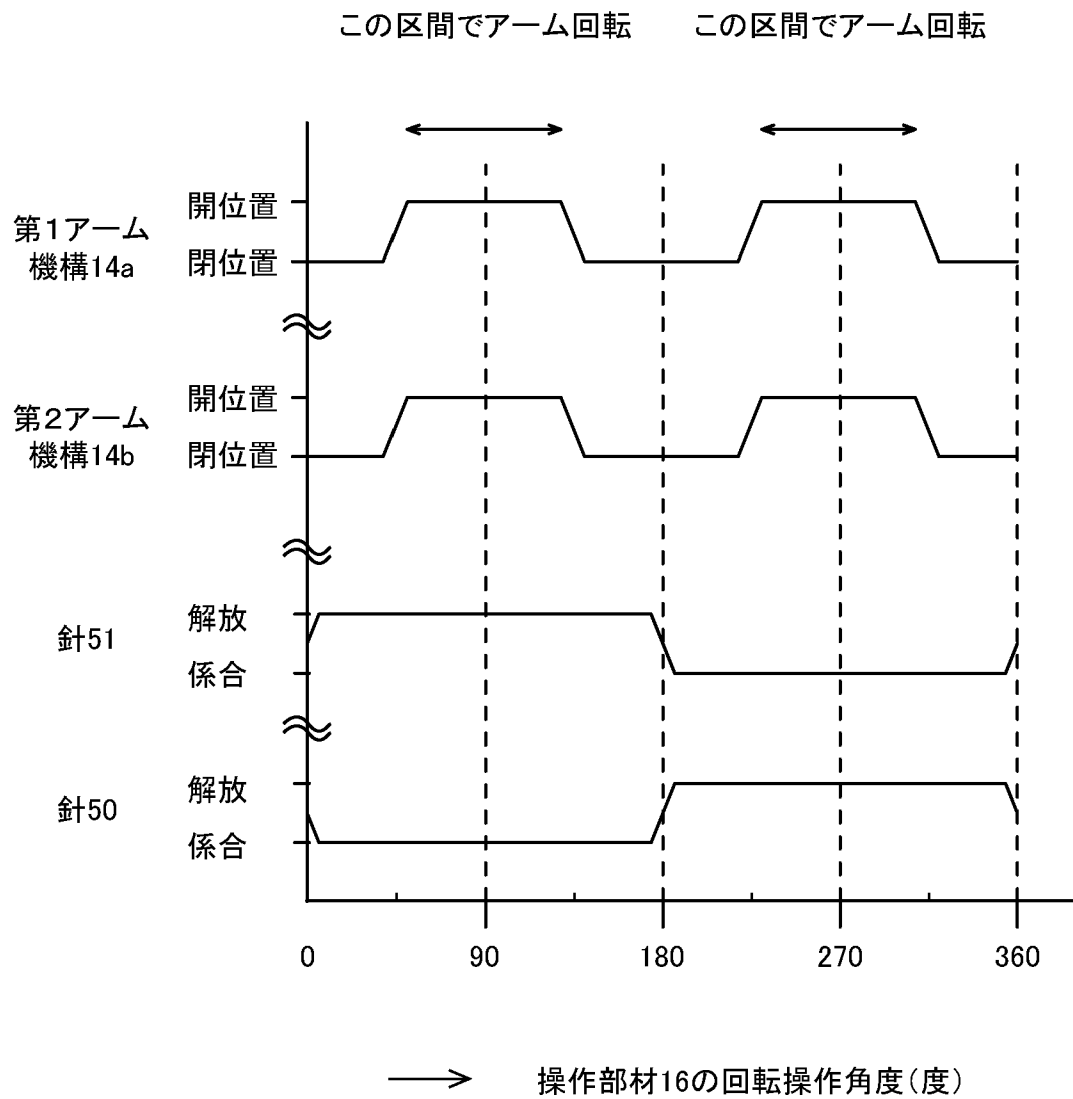
[図11]



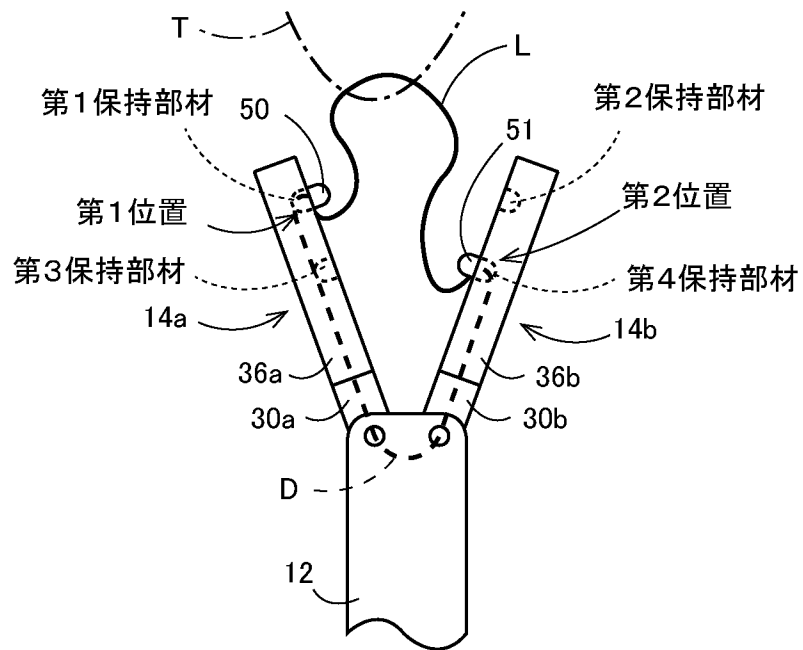
[図12]



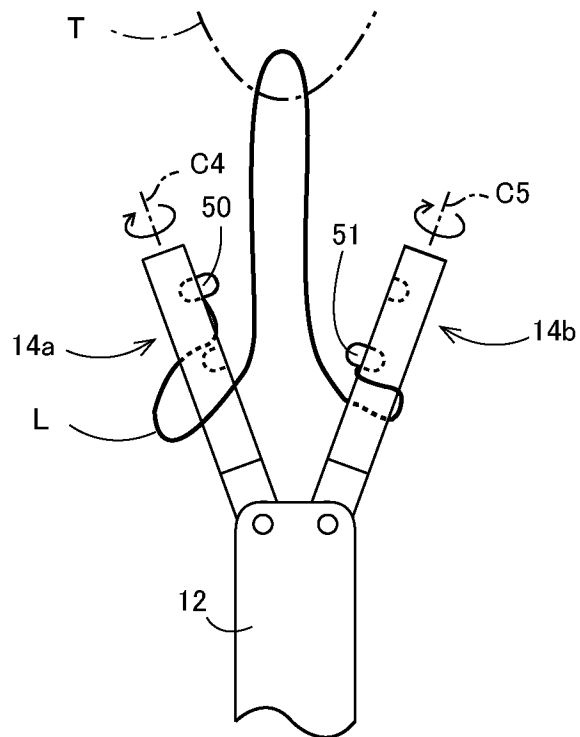
[図13]



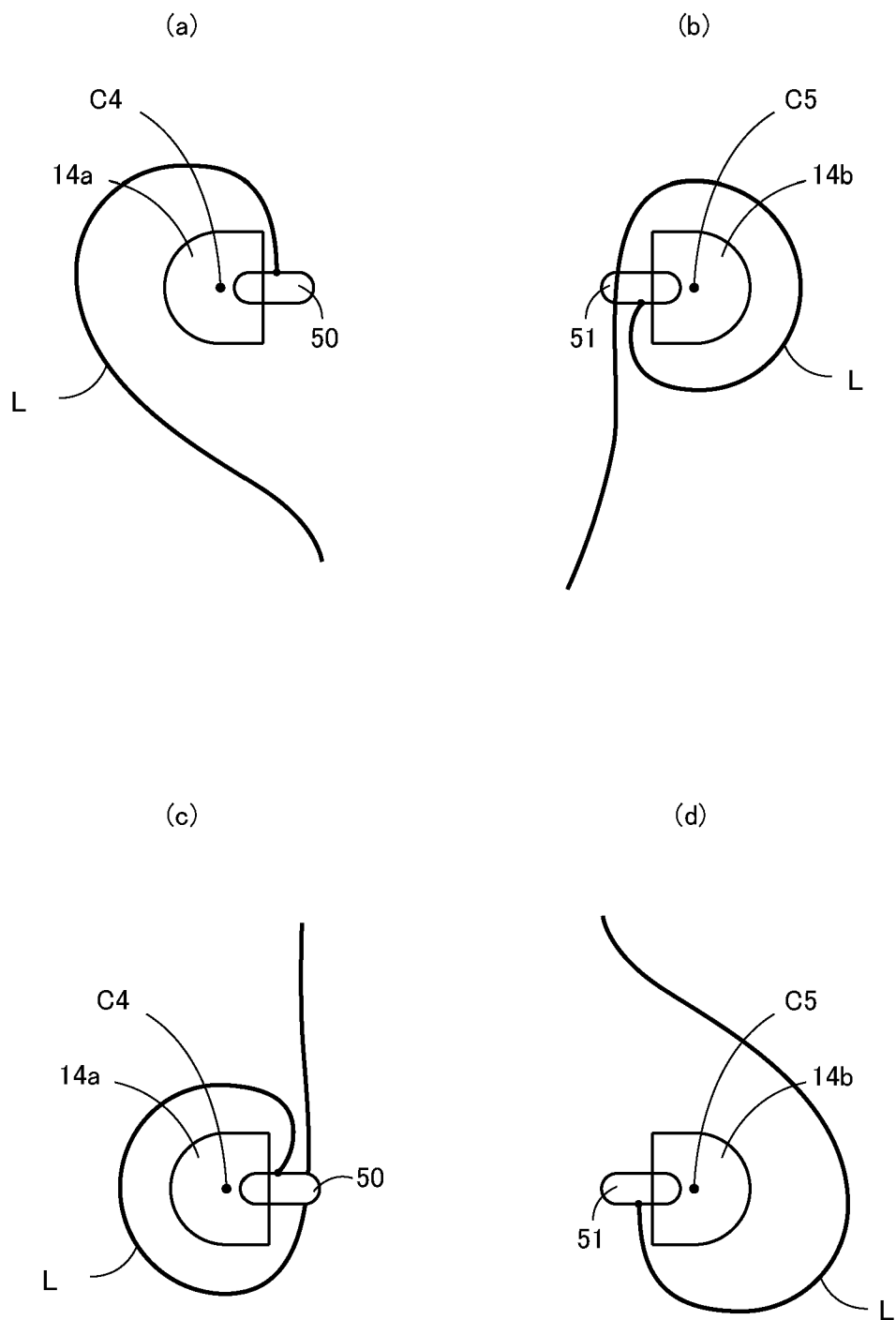
[図14]



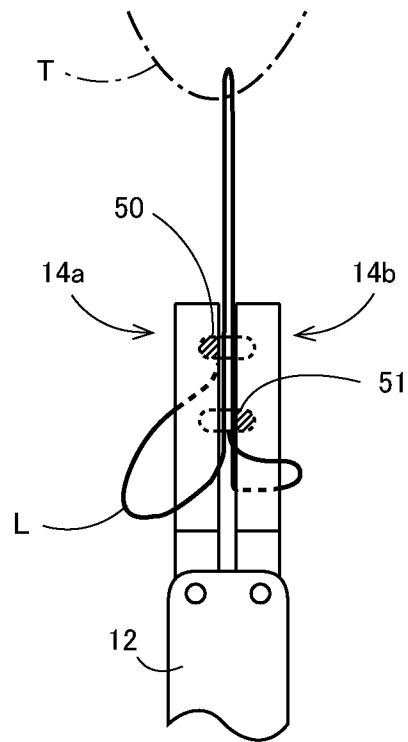
[図15]



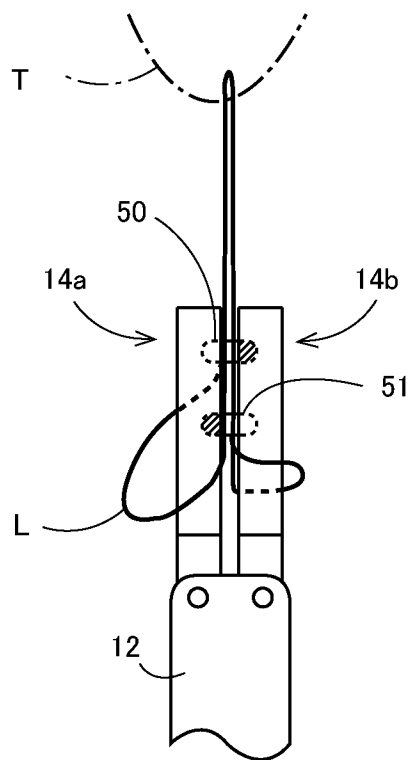
[図16]



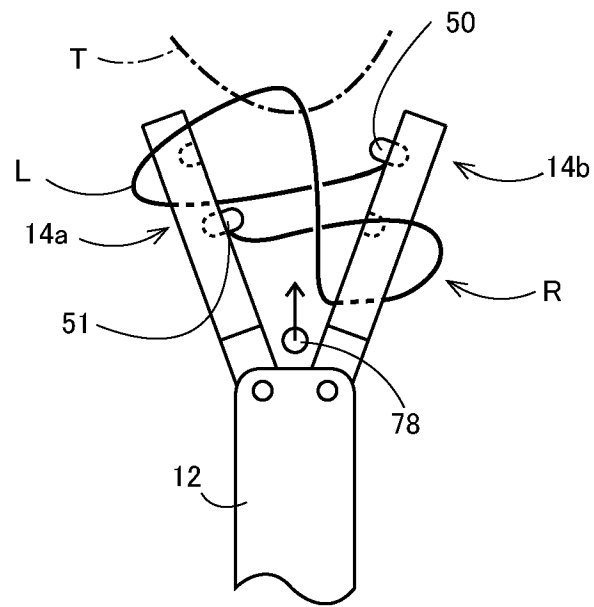
[図17]



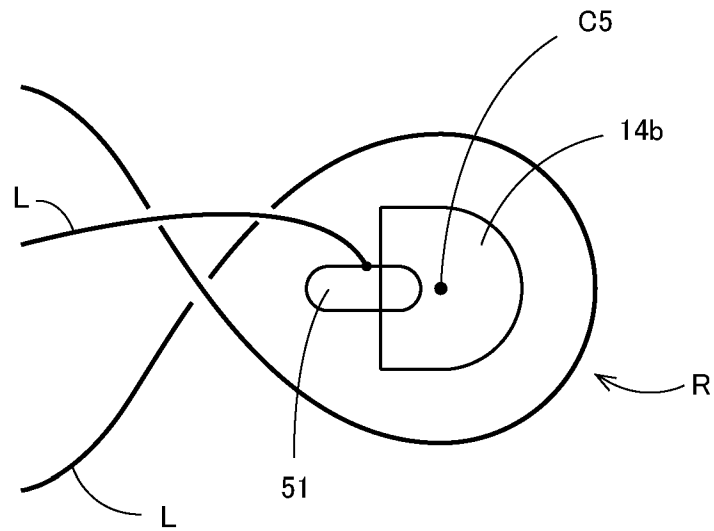
[図18]



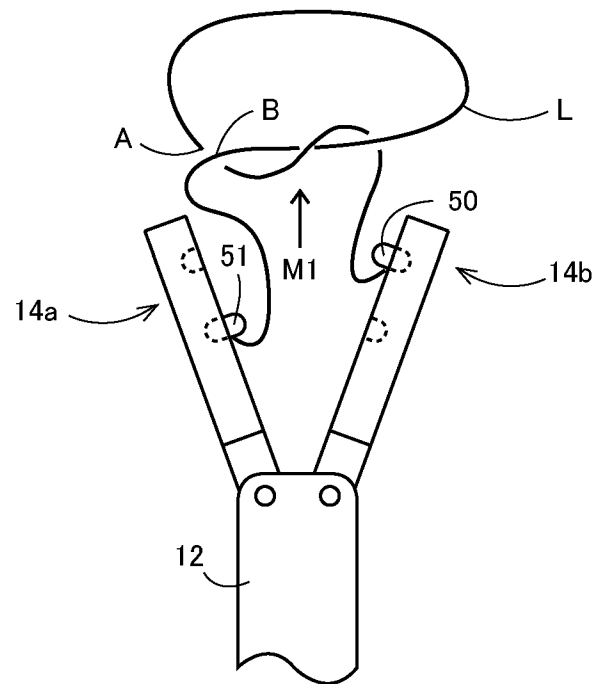
[図19]



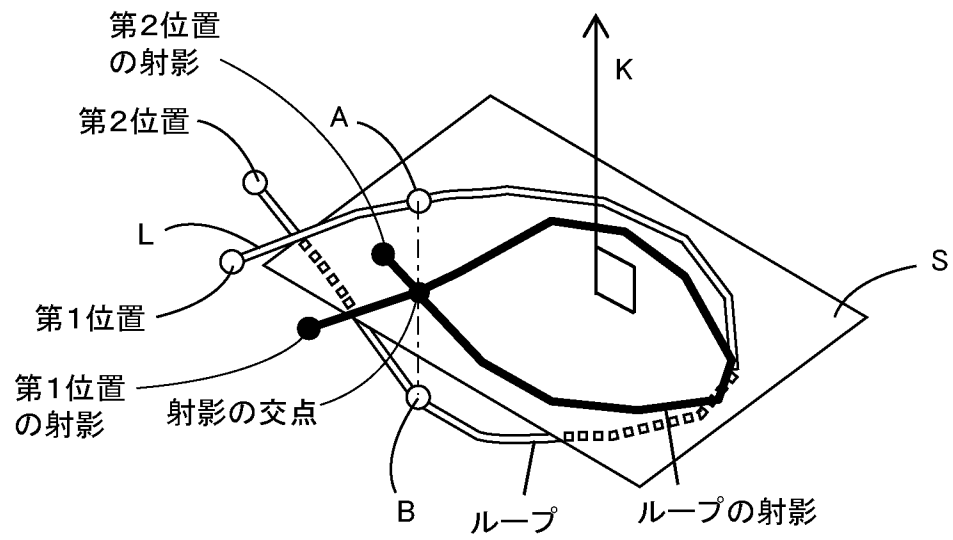
[図20]



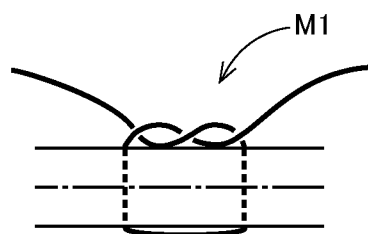
[図21]



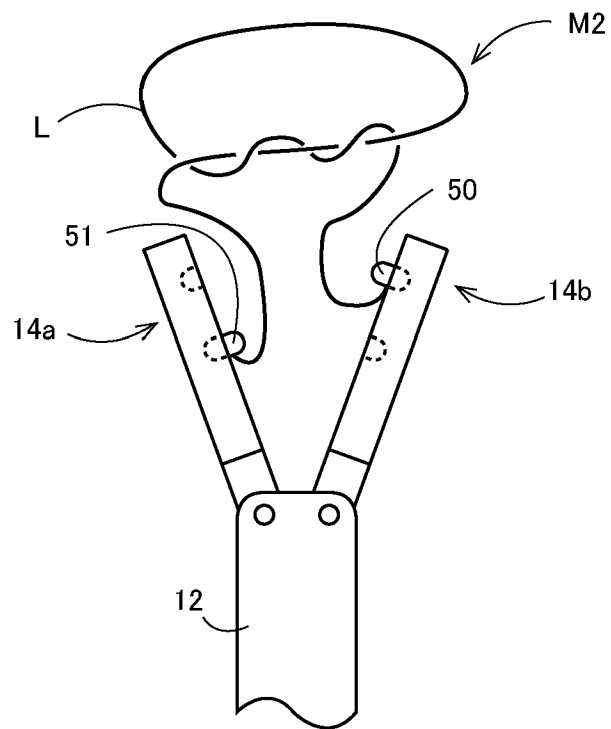
[図22]



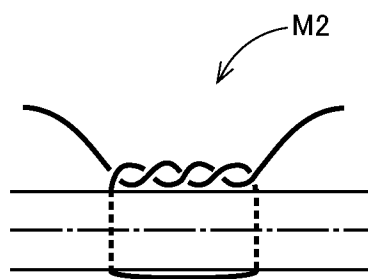
[図23]



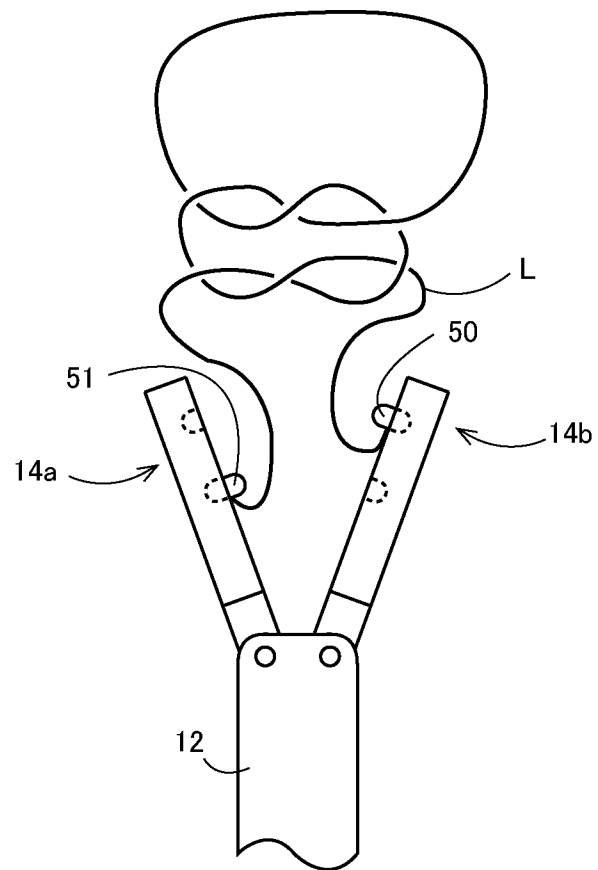
[図24]



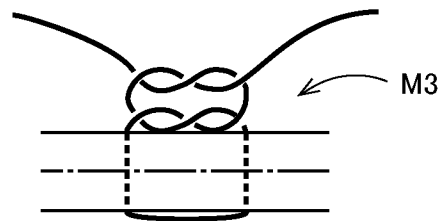
[図25]



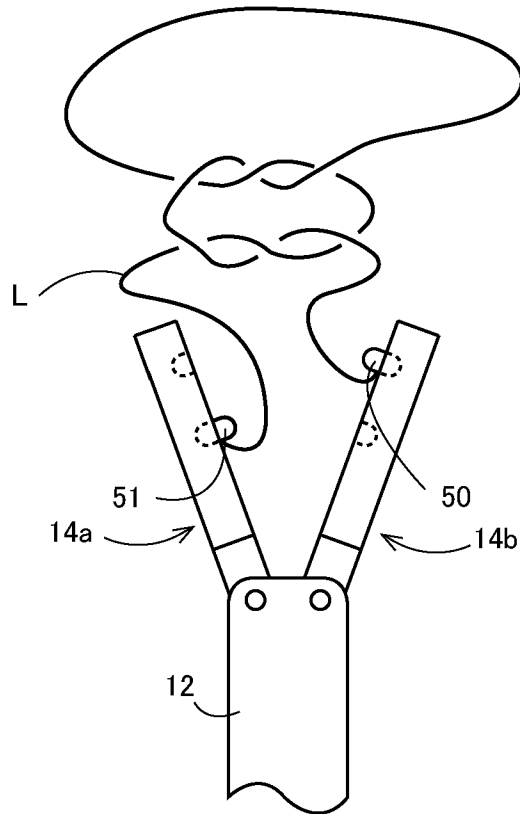
[図26]



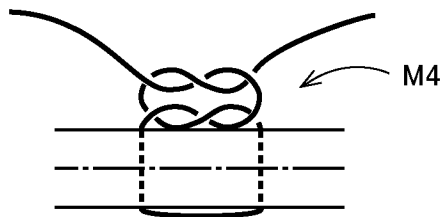
[図27]



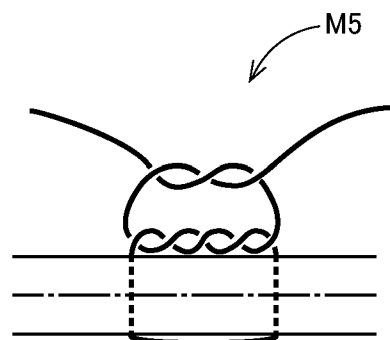
[図28]



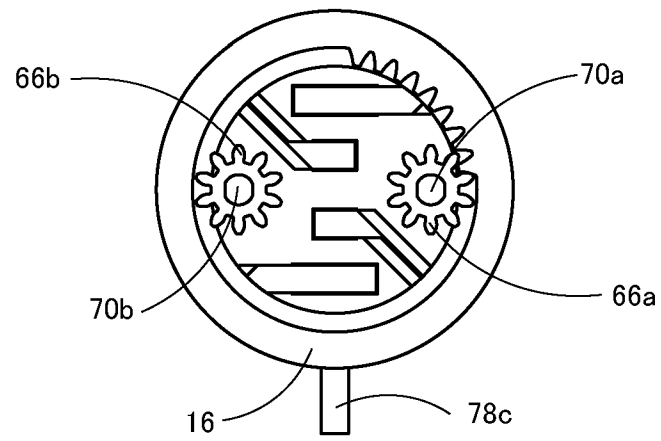
[図29]



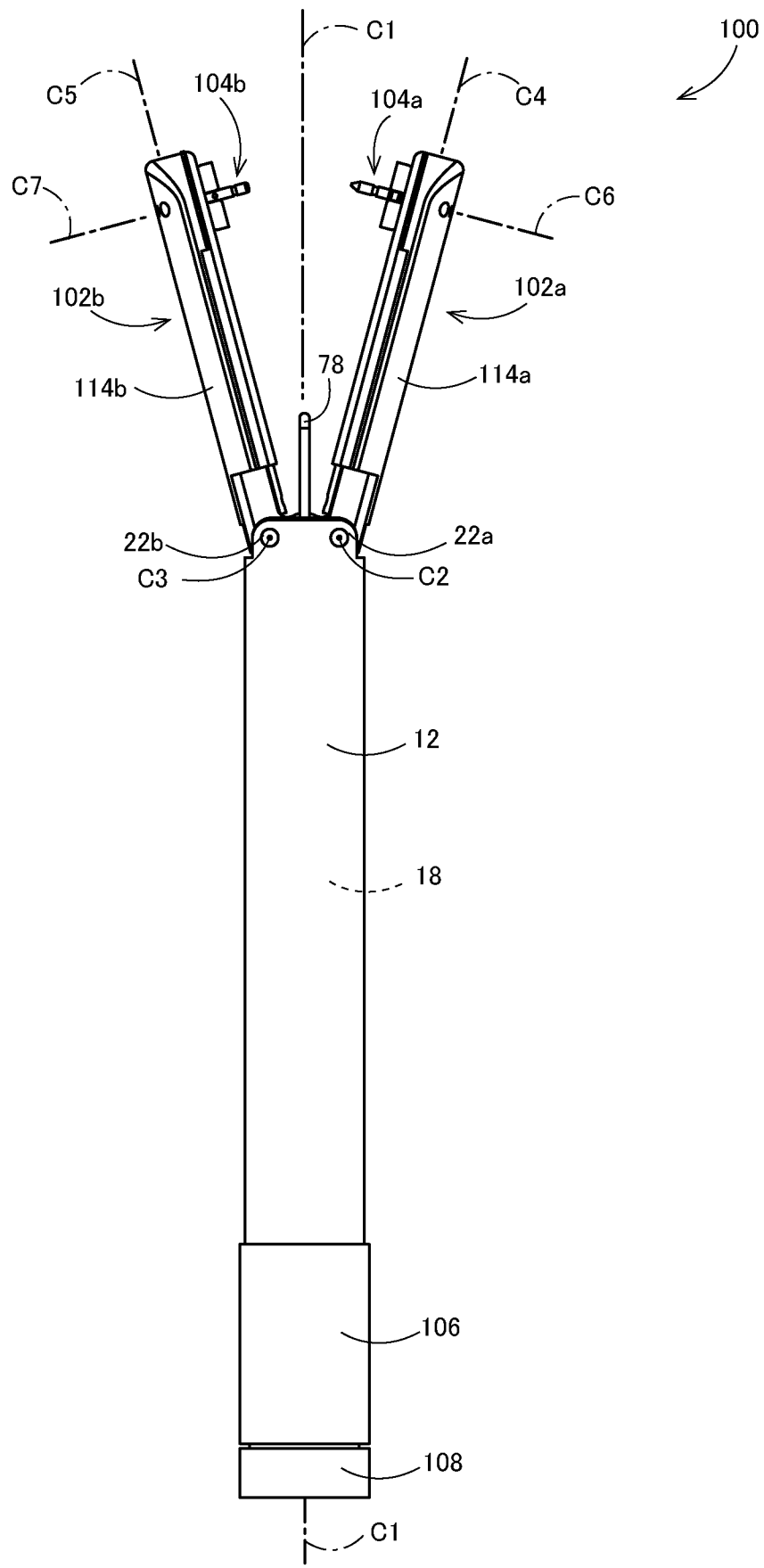
[図30]



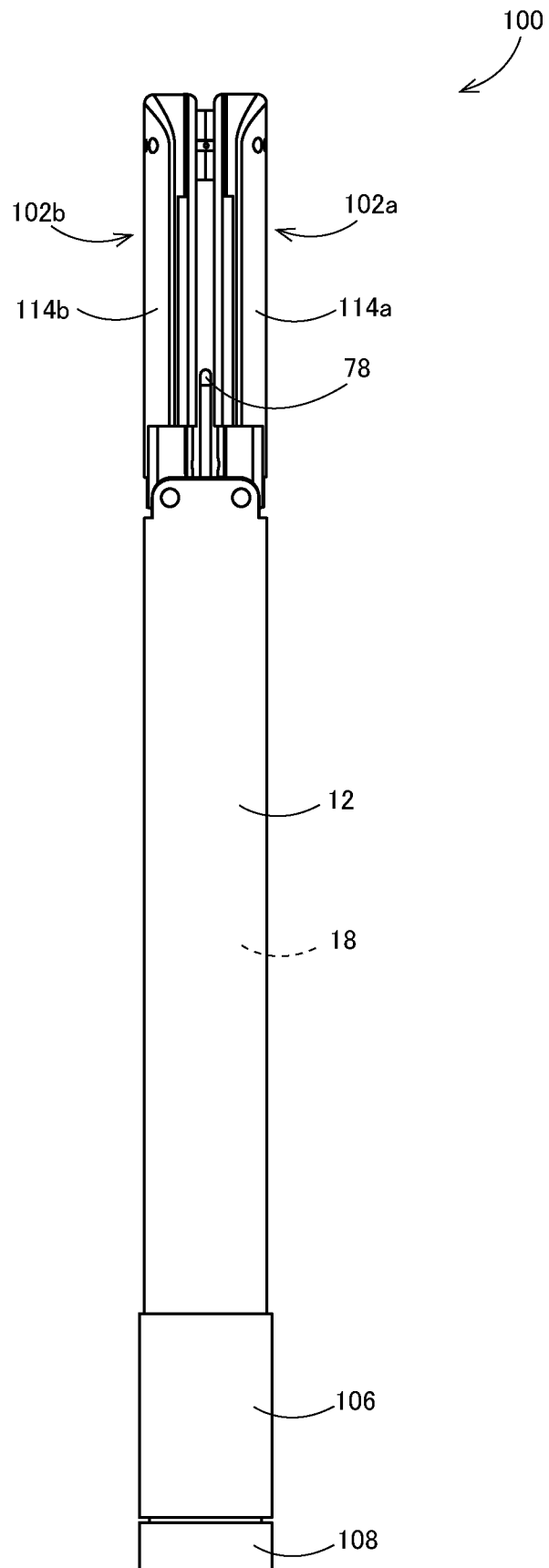
[図31]



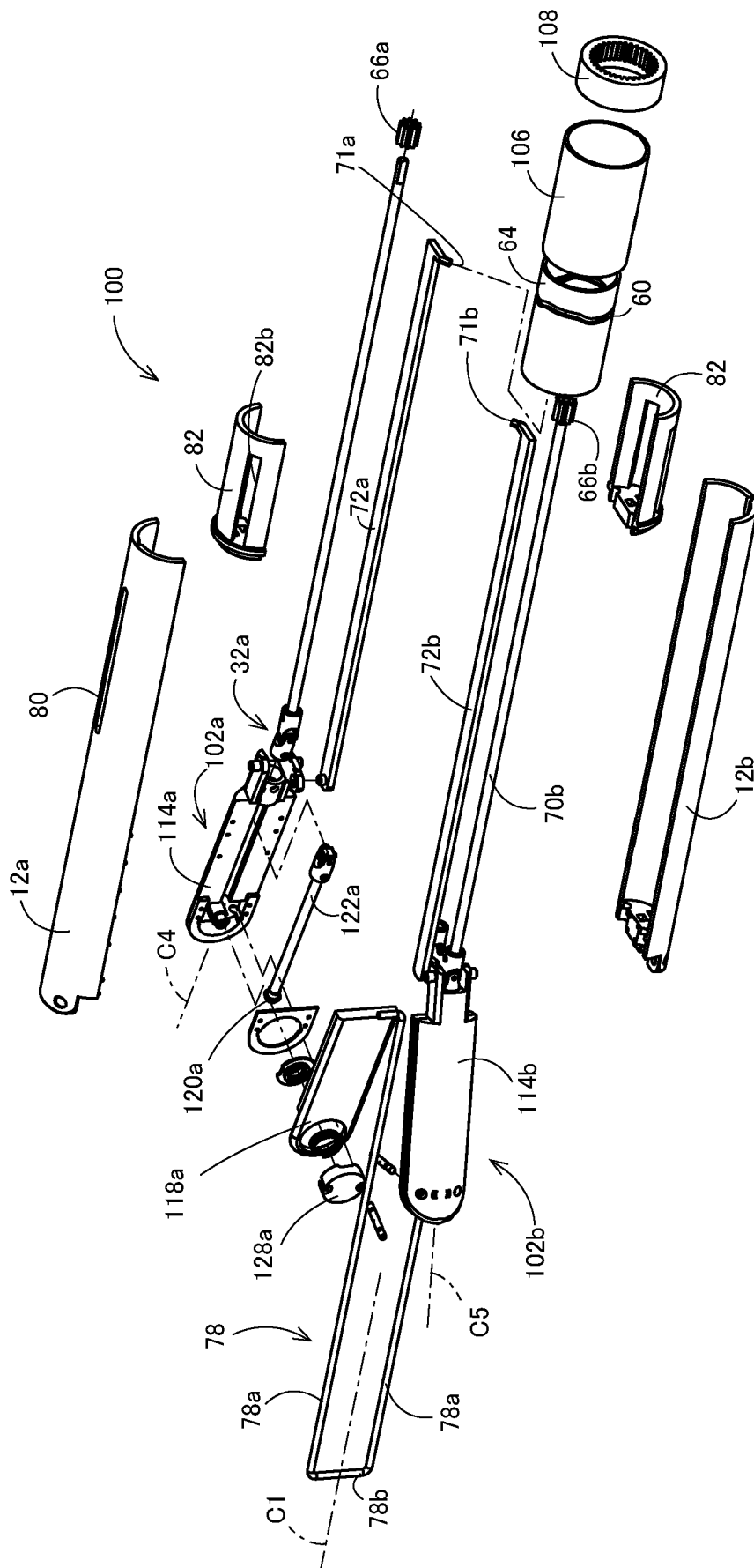
[図32]



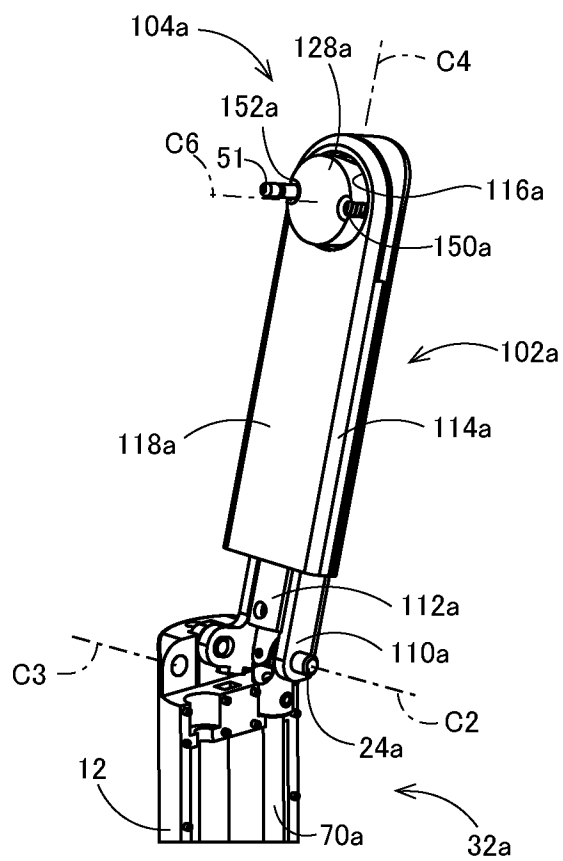
[図33]



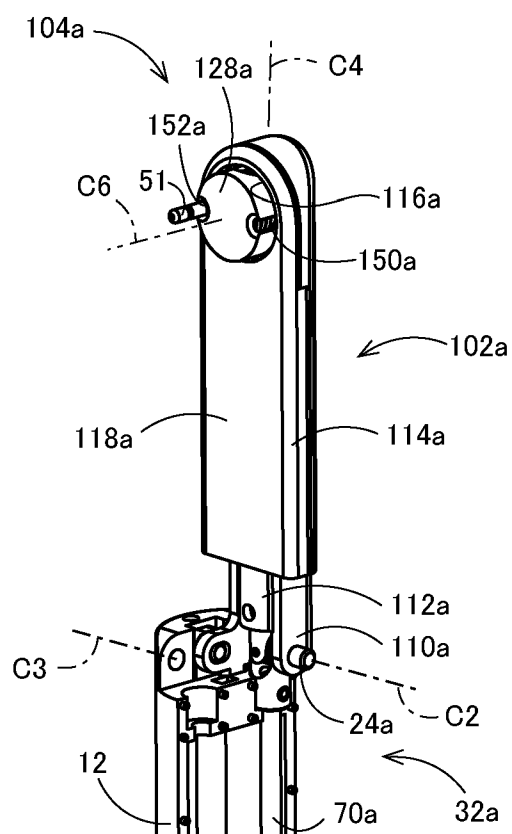
[図34]



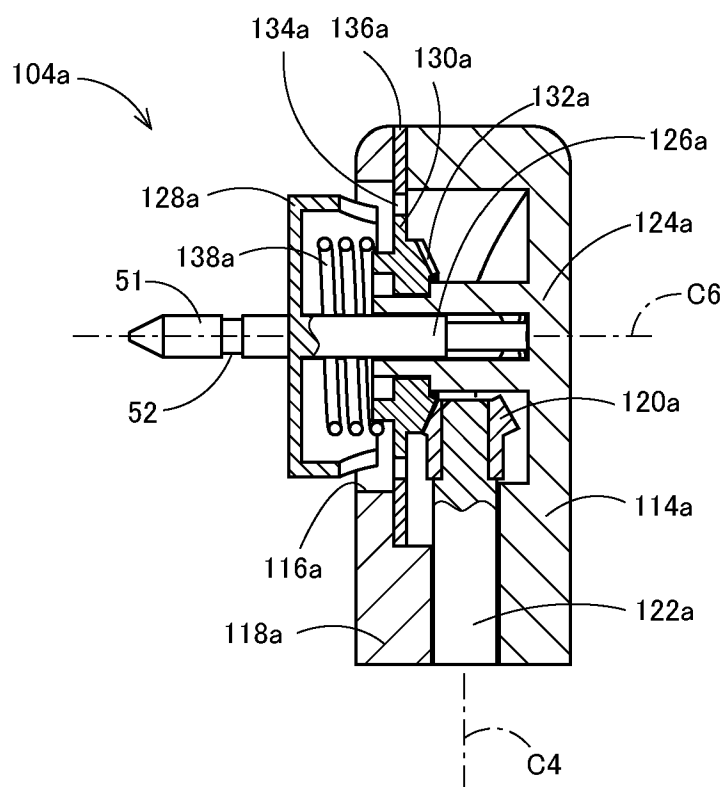
[図35]



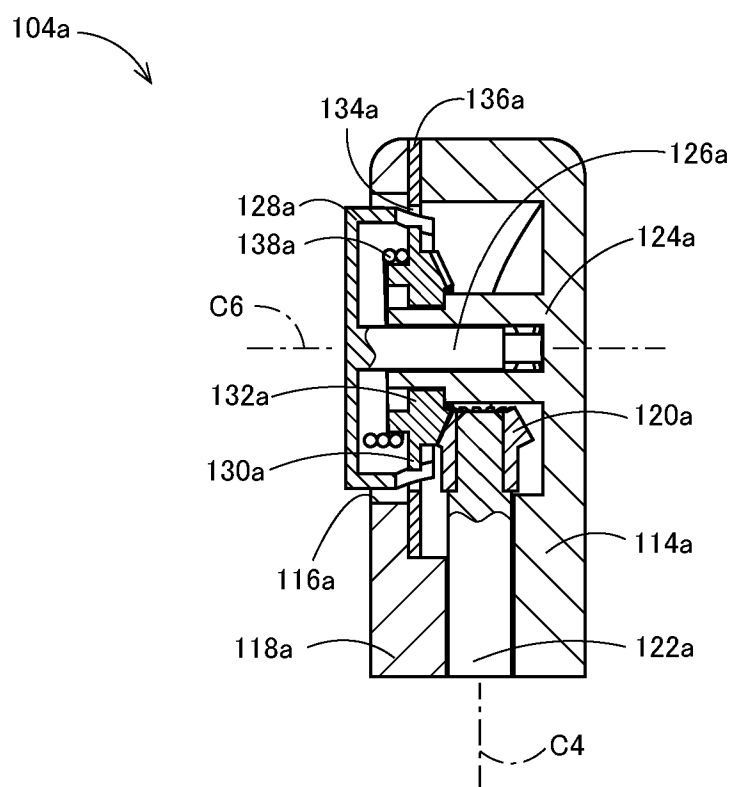
[図36]



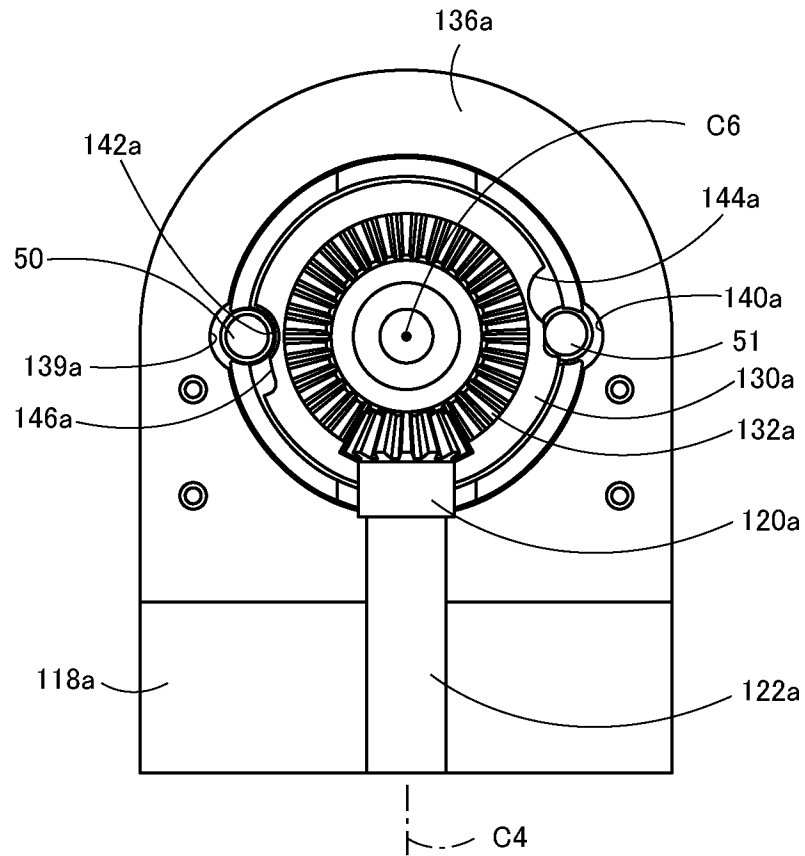
[図37]



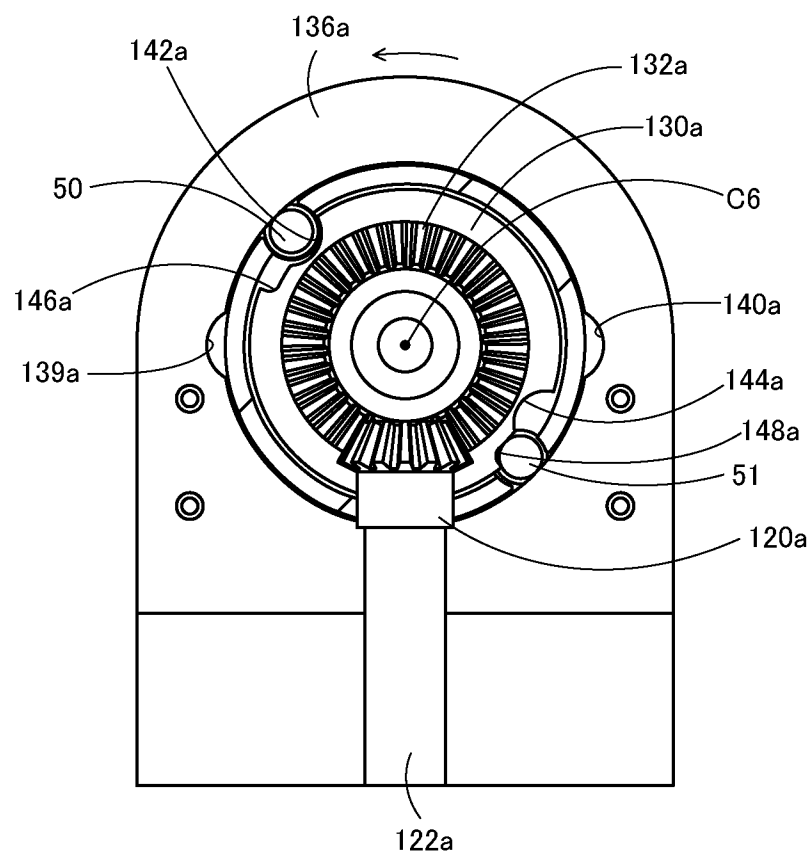
[図38]



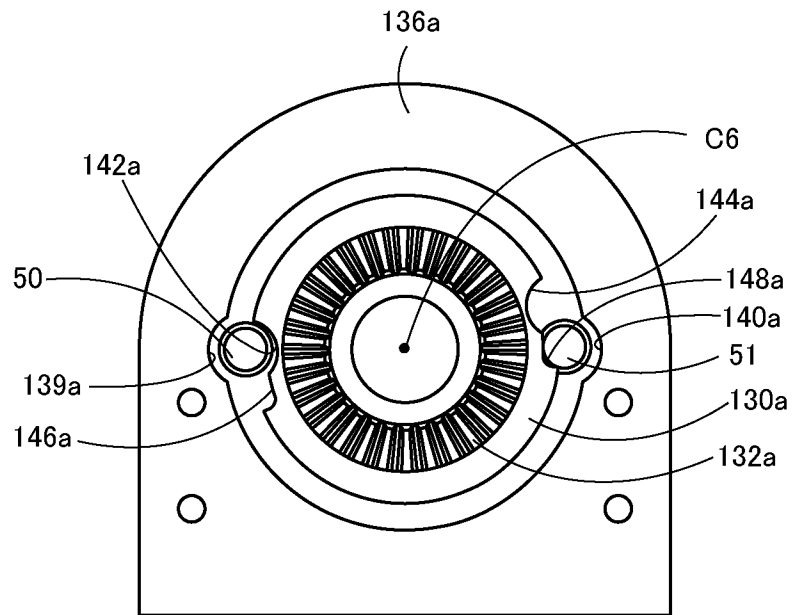
[図39]



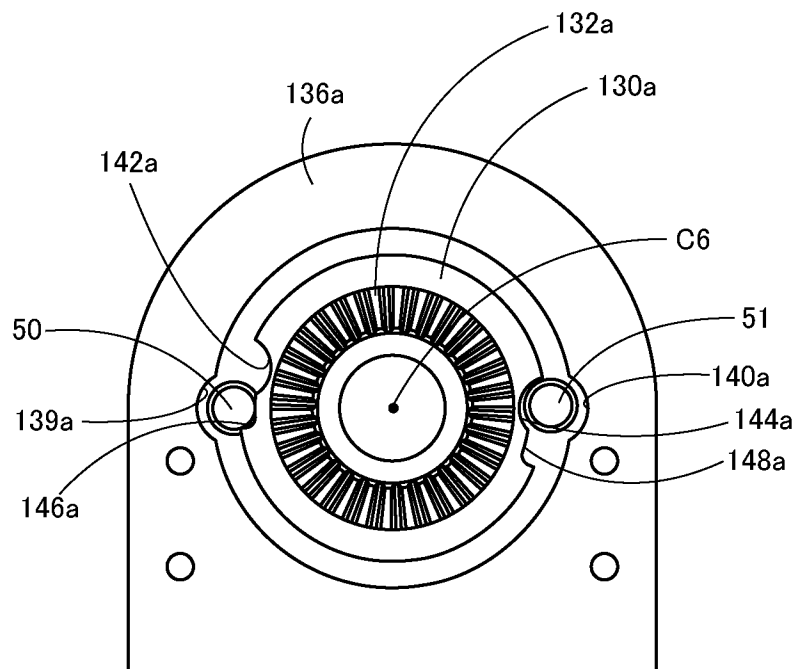
[図40]



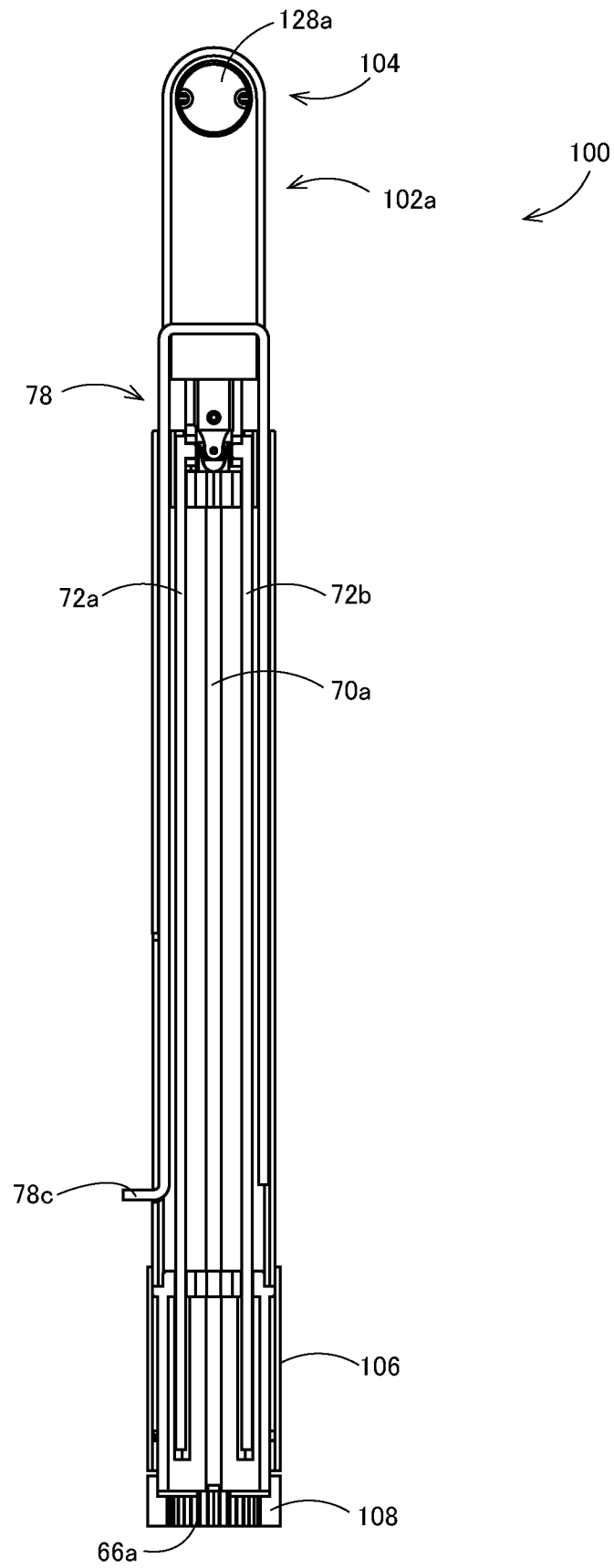
[図41]



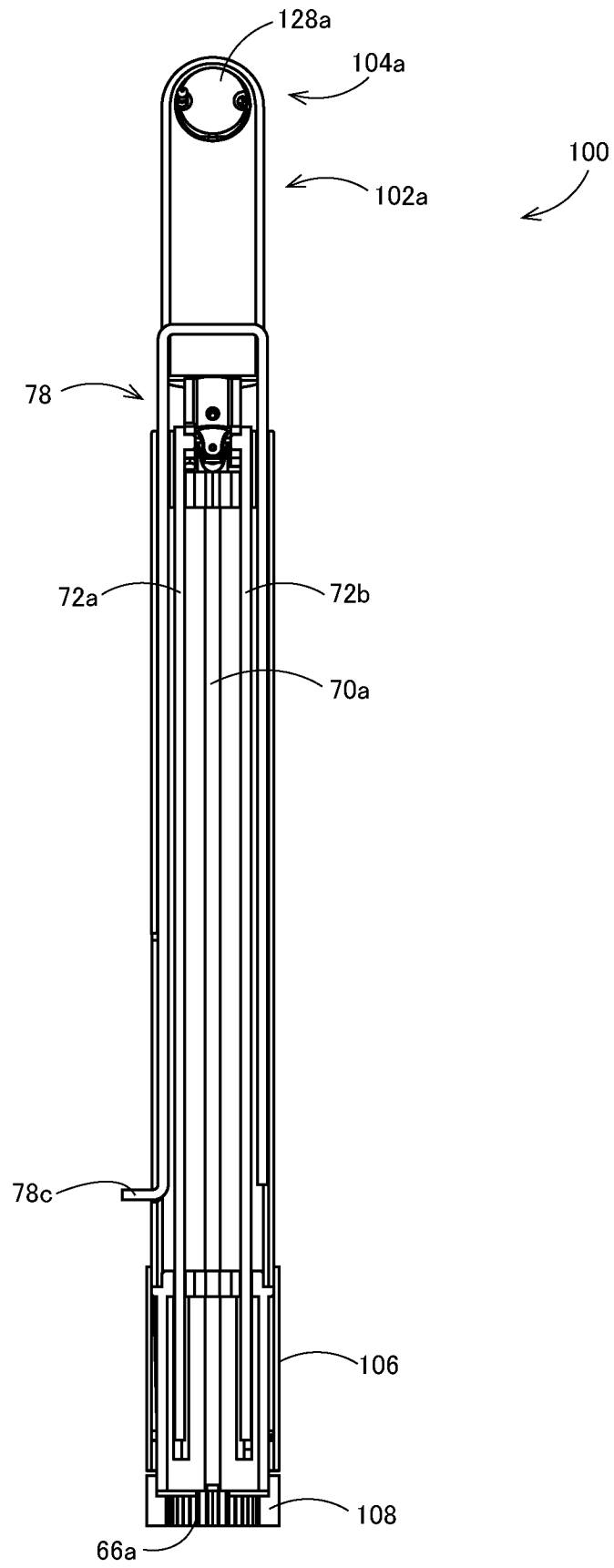
[図42]



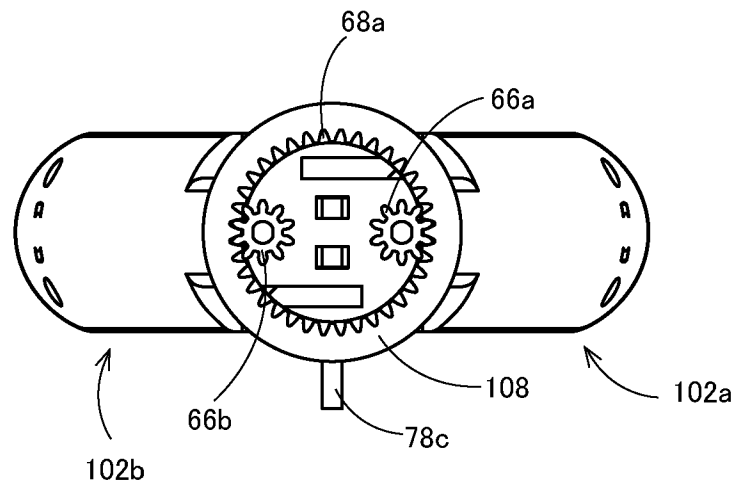
[図43]



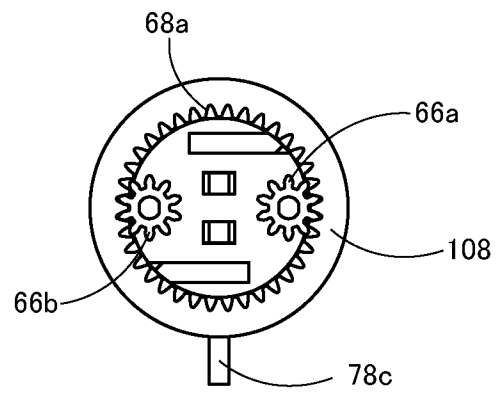
[図44]



[図45]



[図46]



この区間で
両円筒回転

逆転
(針交換)

この区間で
両円筒回転

逆転
(針交換)

第1アーム
機構102a

開位置

閉位置

第2アーム
機構102b

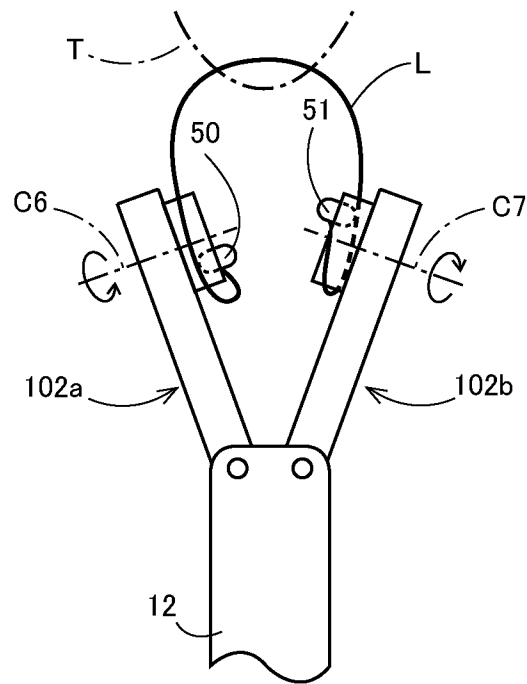
開位置

閉位置

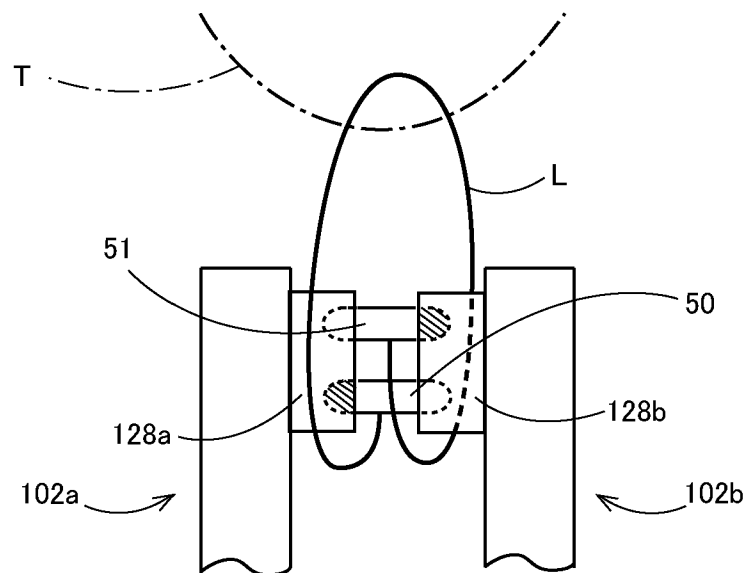
0 90 180 270 360

→ 開閉操作部材の回転操作角度(度)

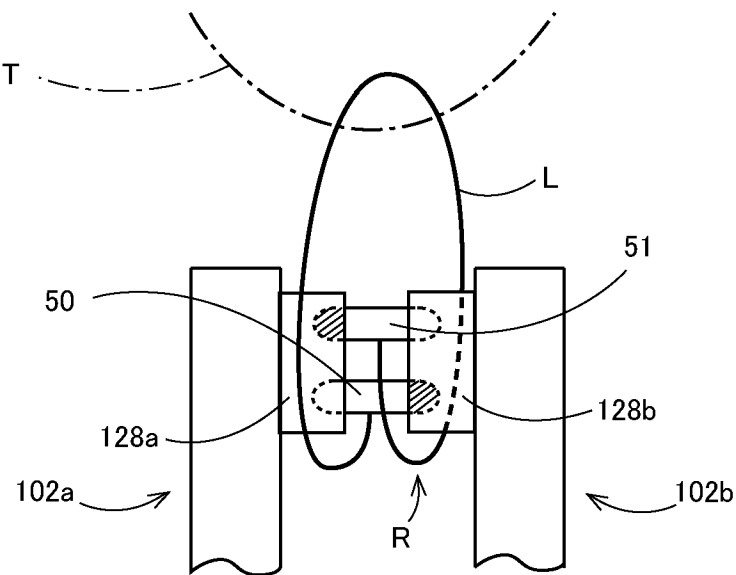
[図49]



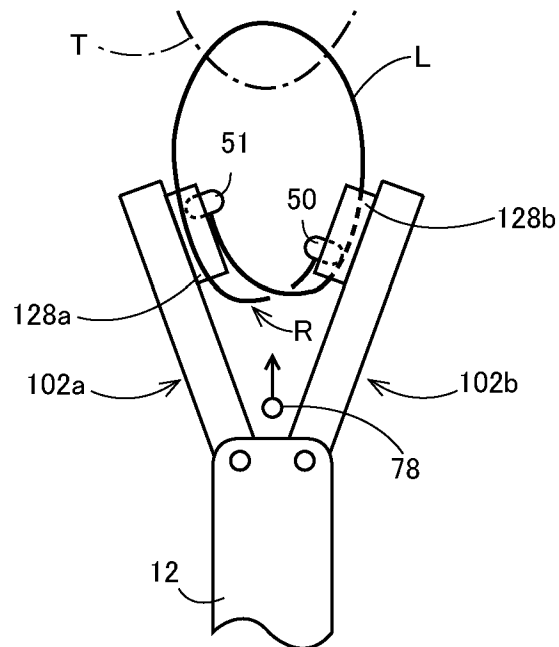
[図50]



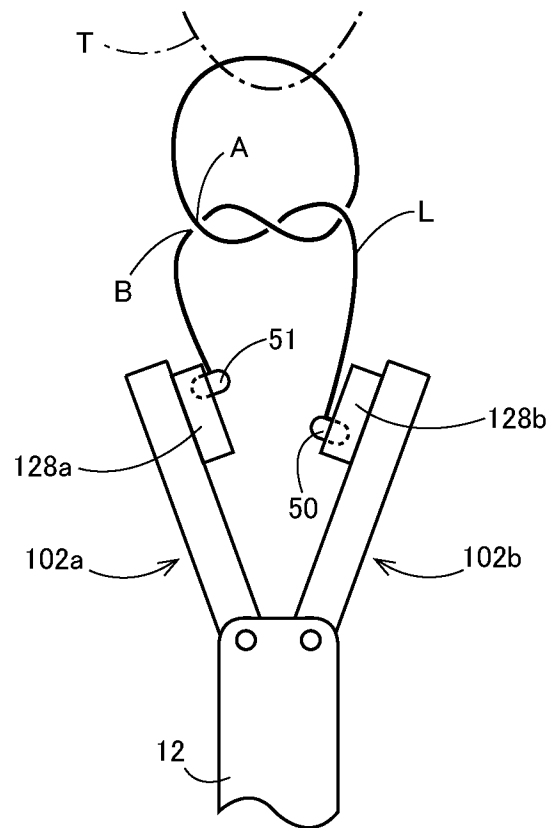
[図51]



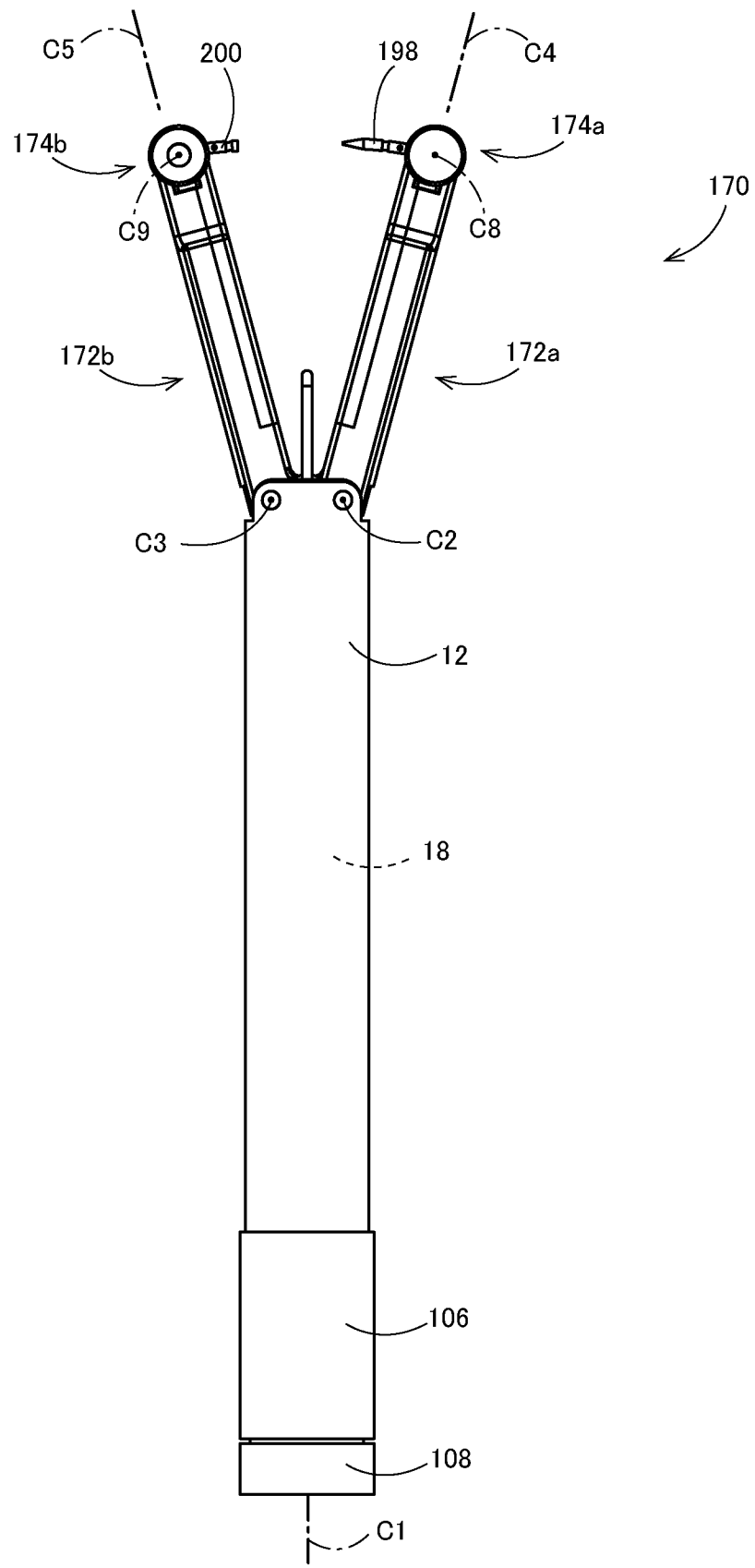
[図52]



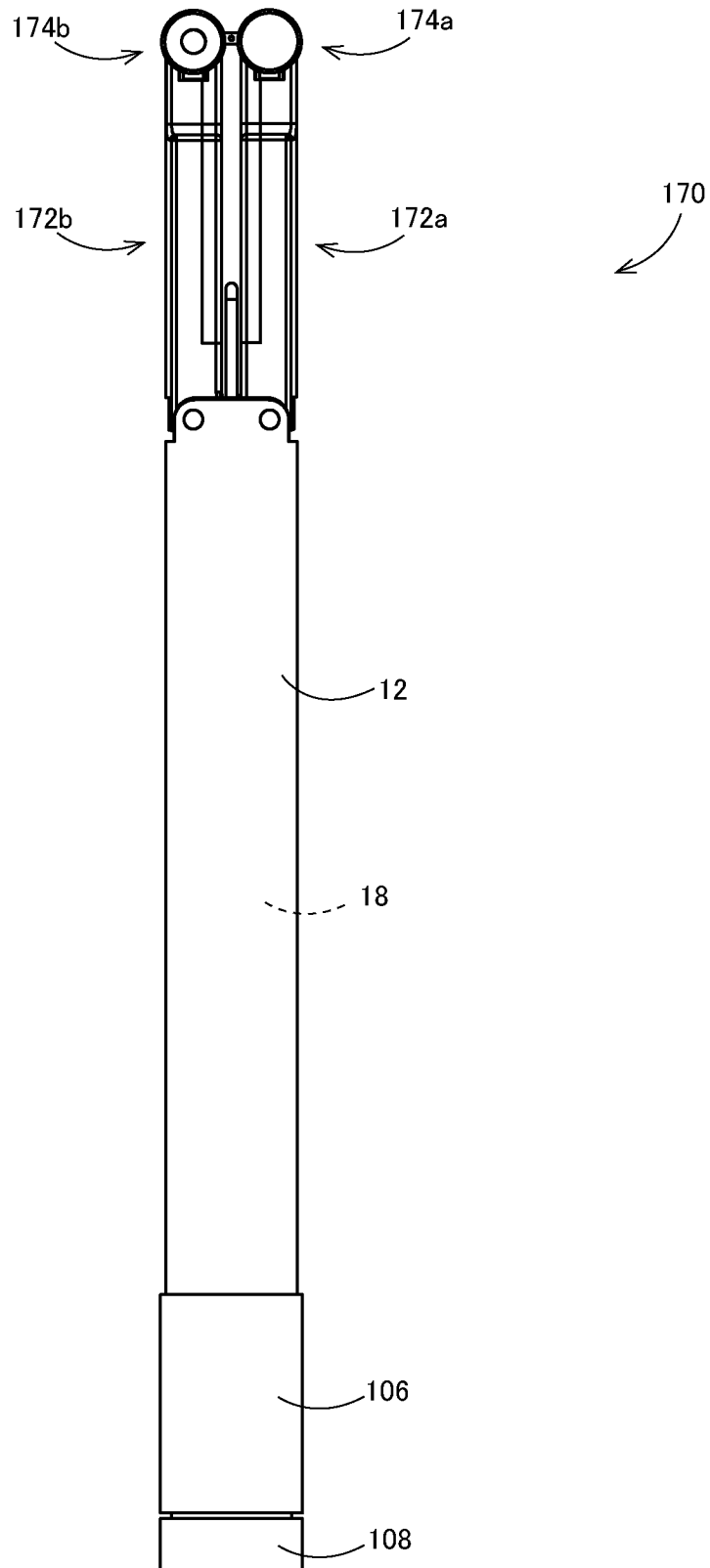
[図53]



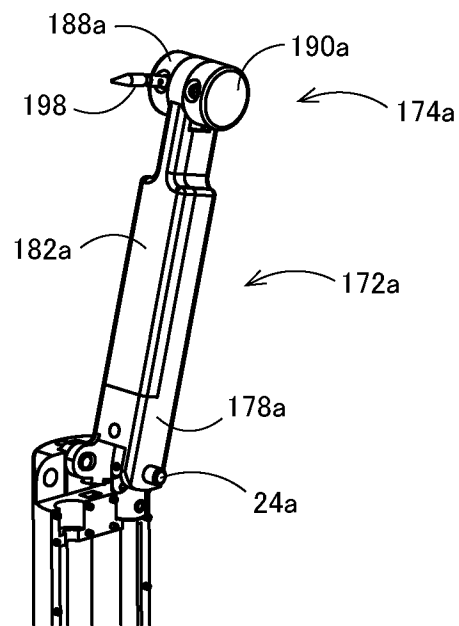
[図54]



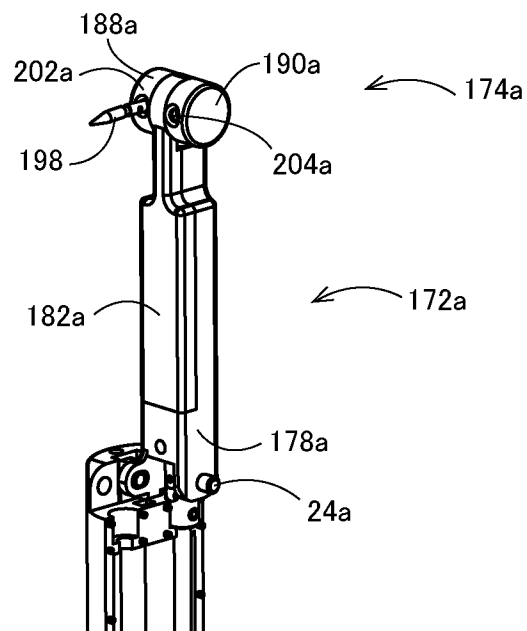
[図55]



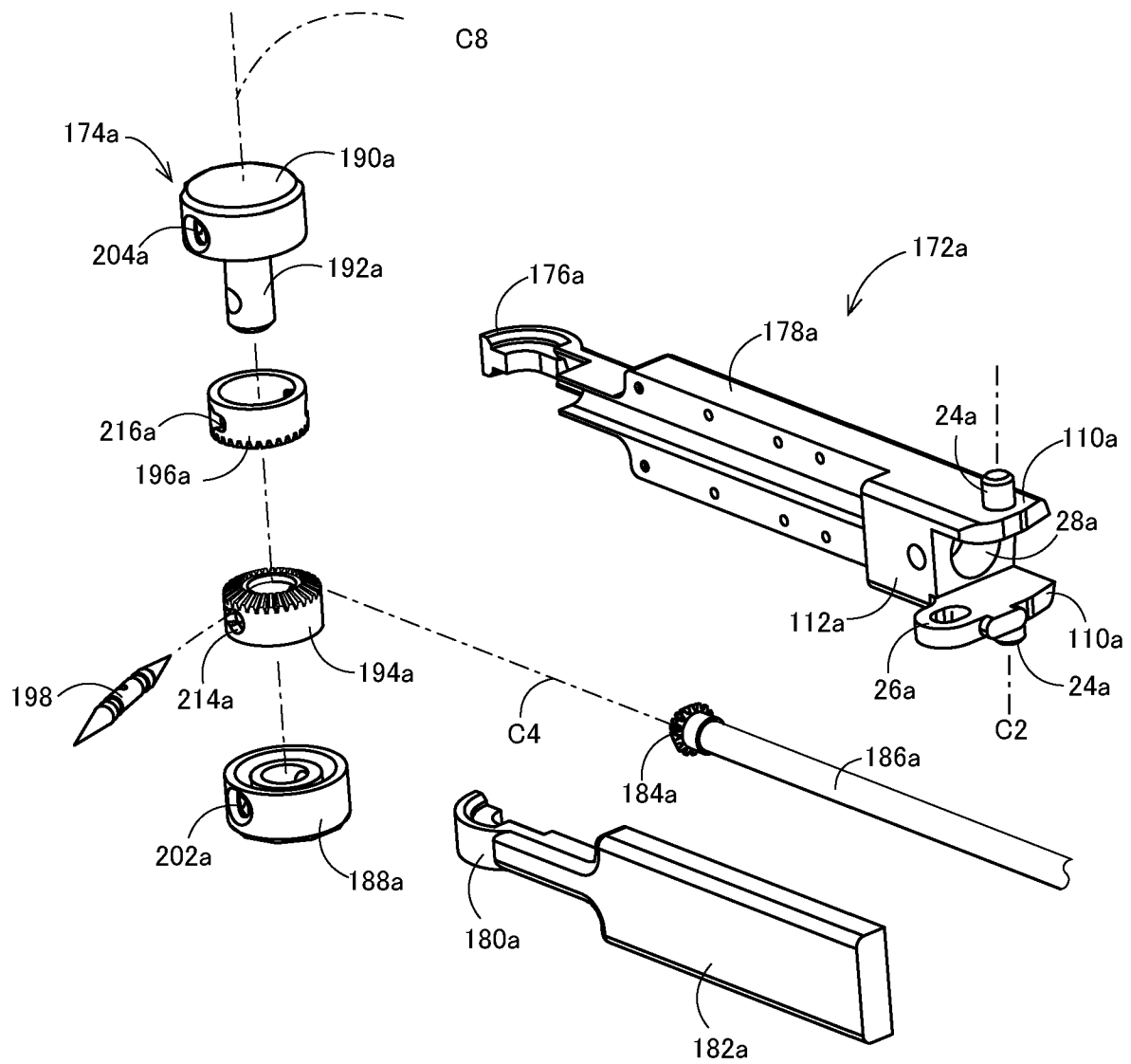
[図57]



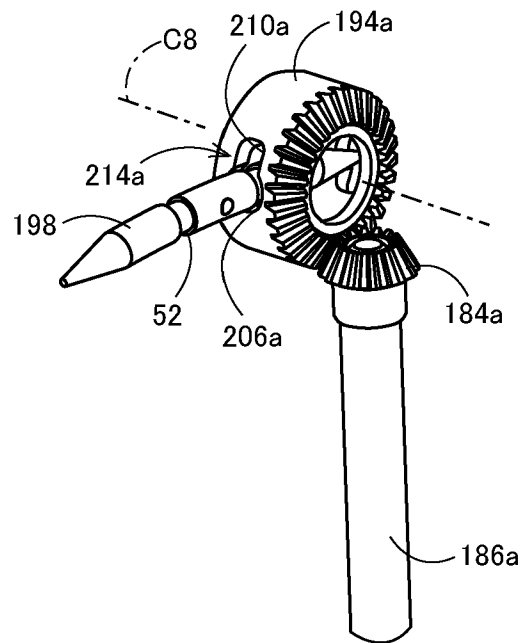
[図58]



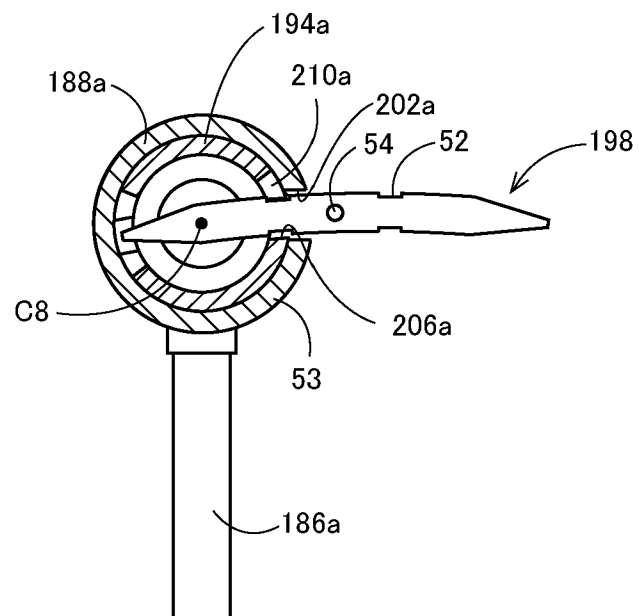
[図59]



[図60]

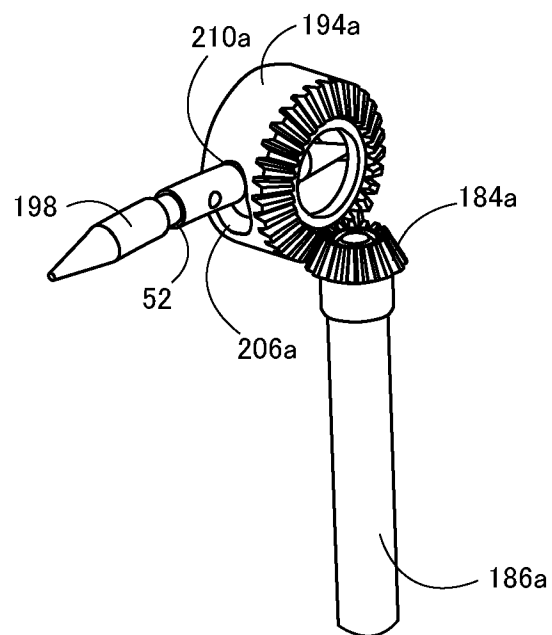


[図61]

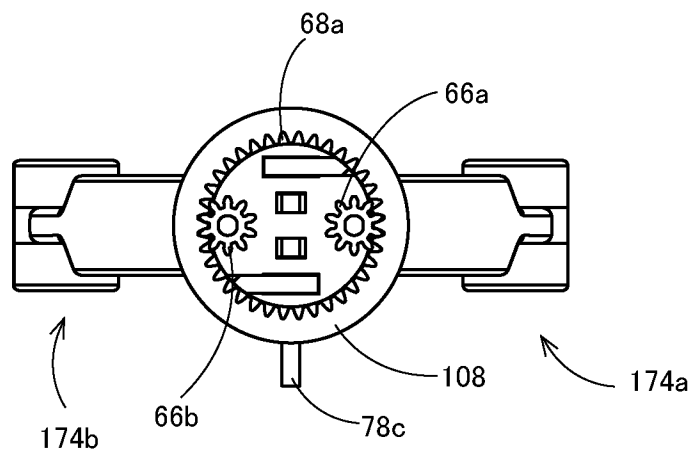


[図62]

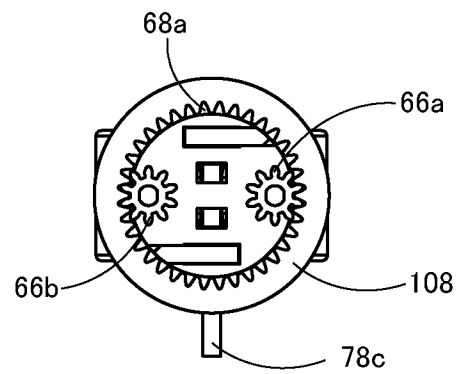
ロック状態



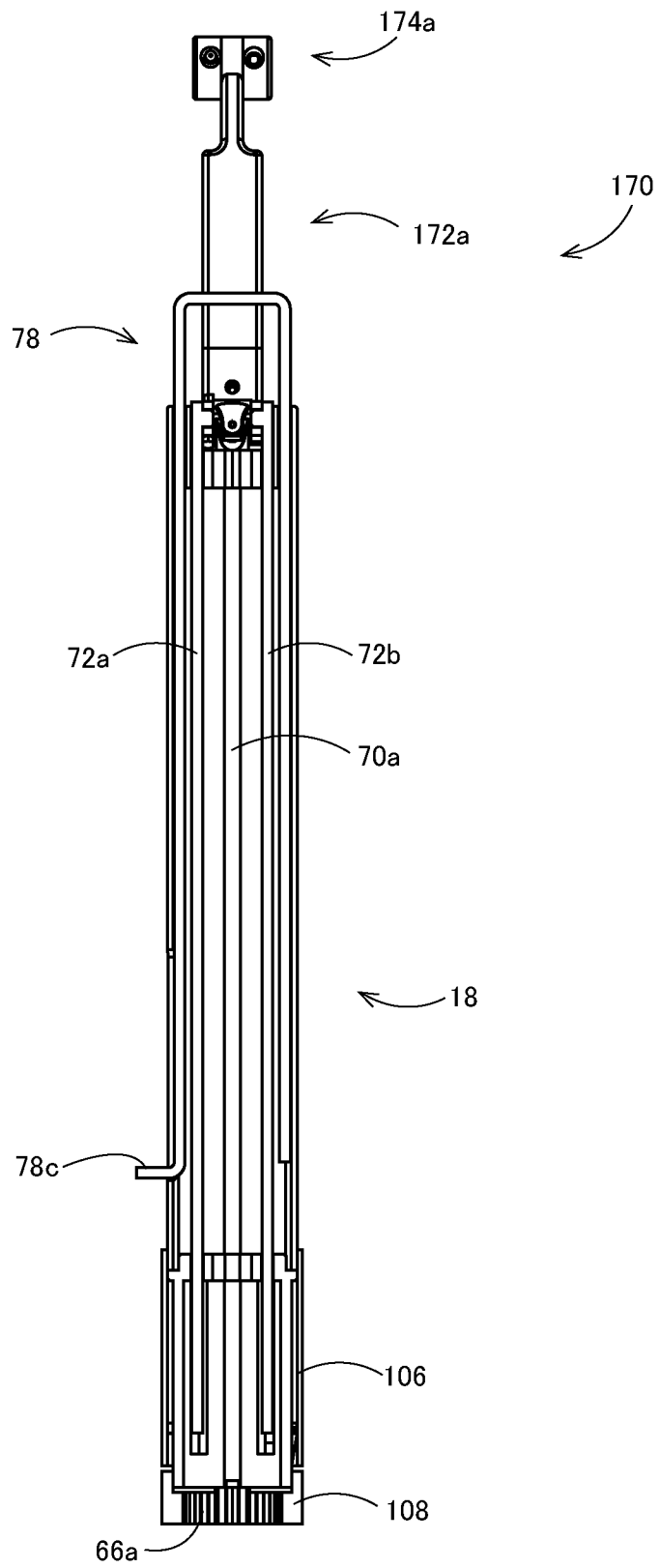
[図63]



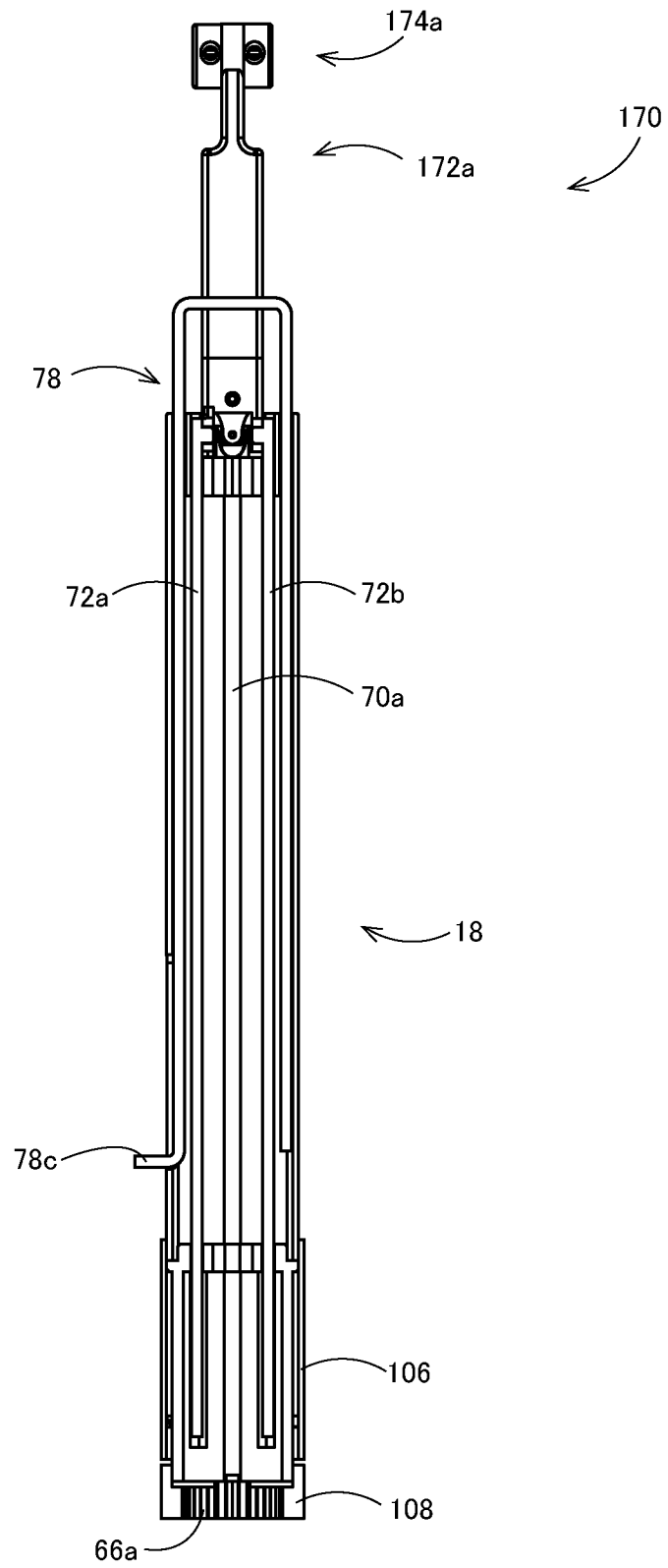
[図64]



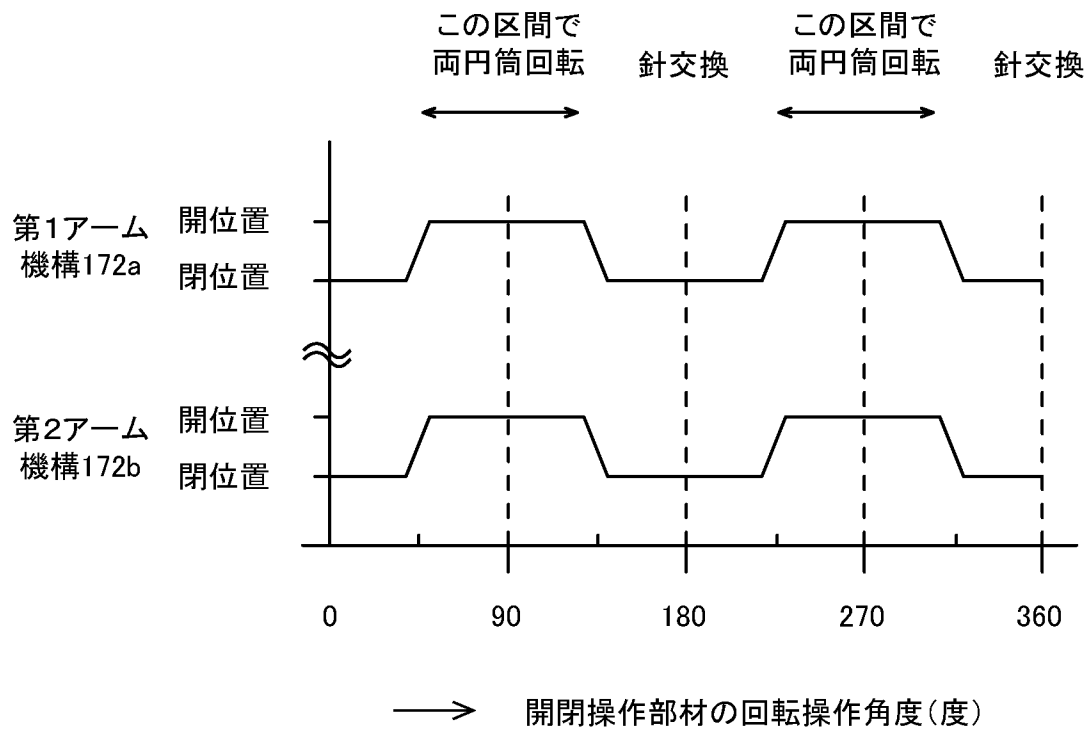
[図65]



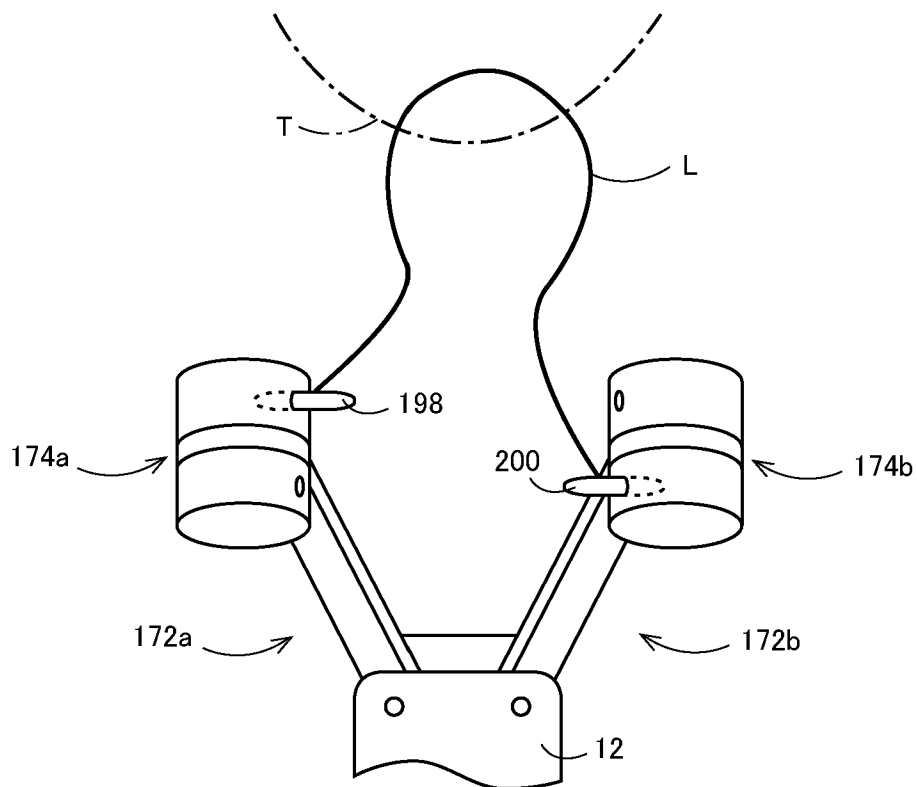
[図66]



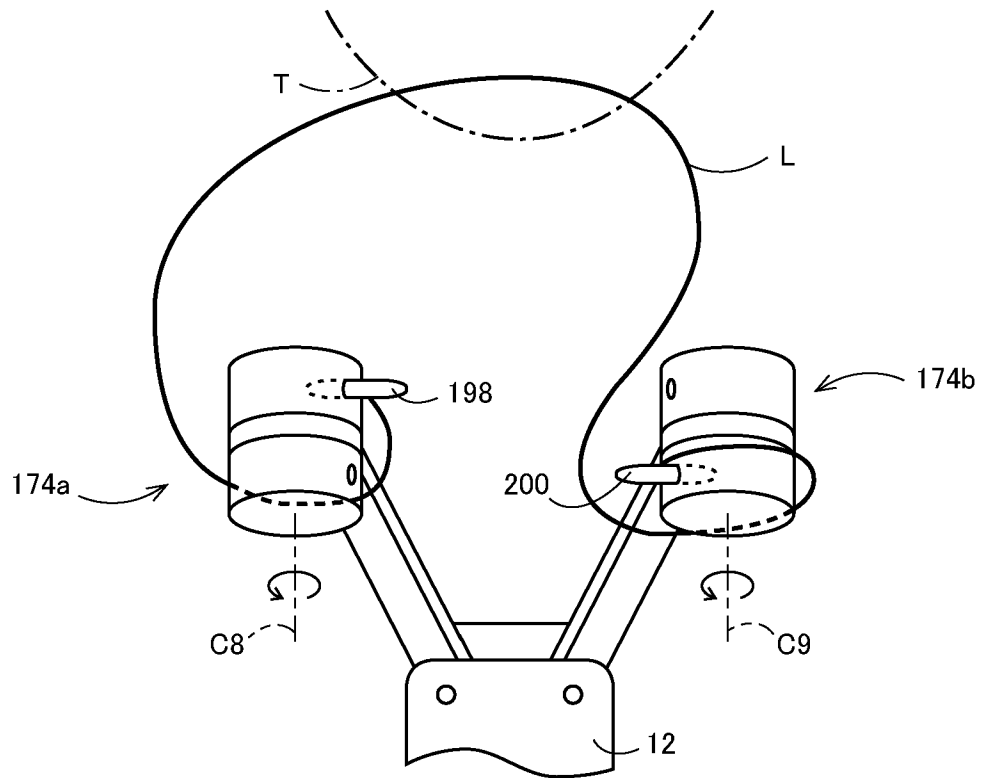
[図67]



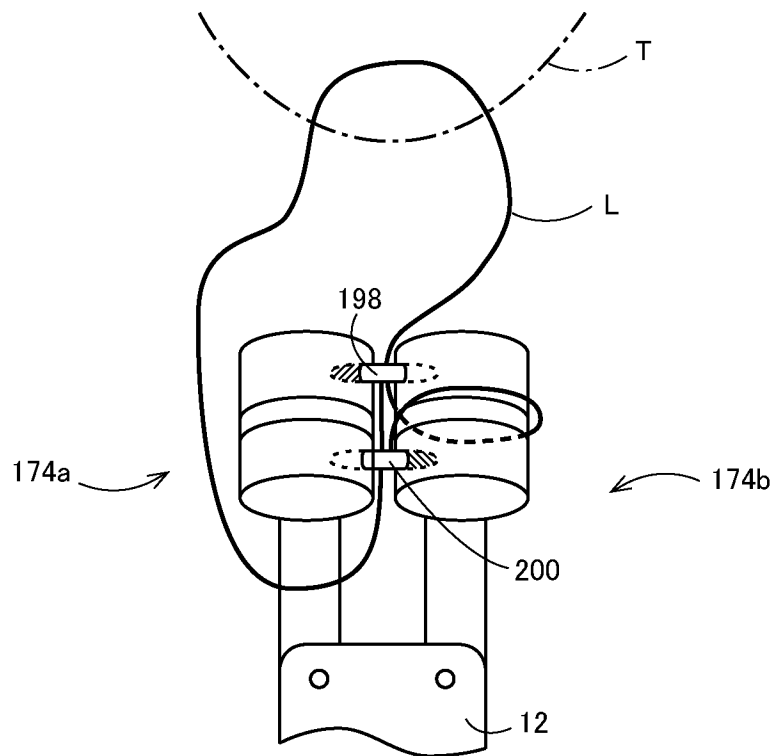
[図68]



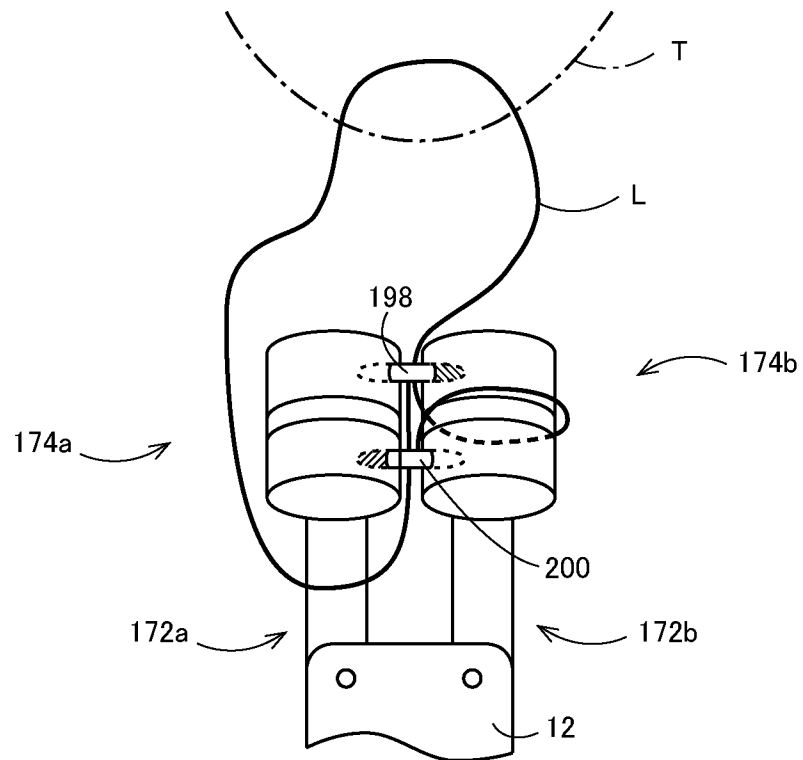
[図69]



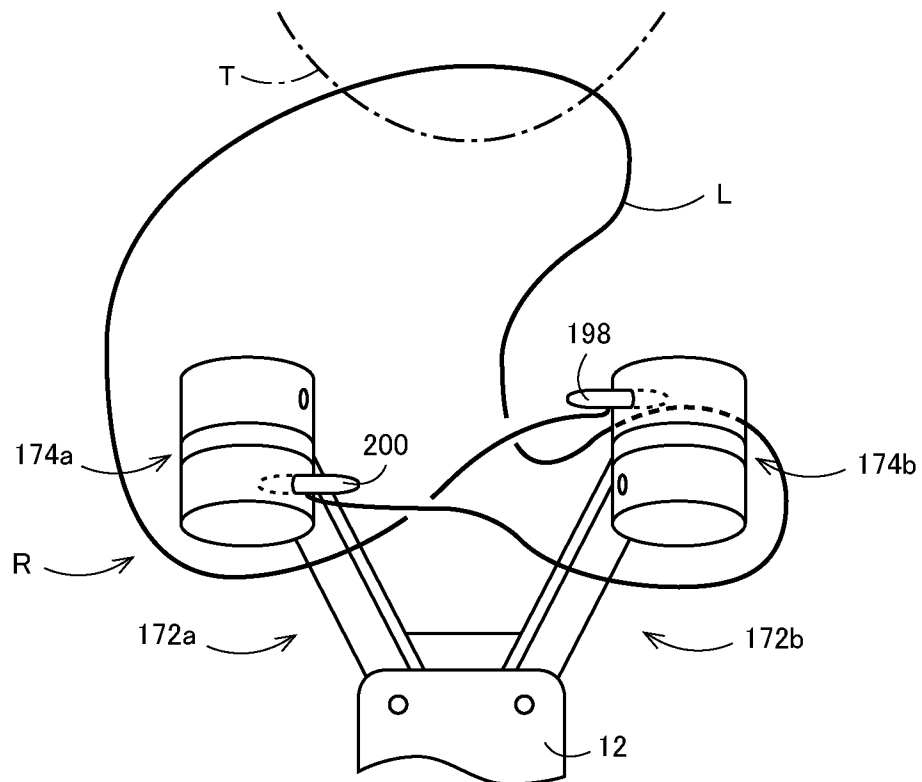
[図70]



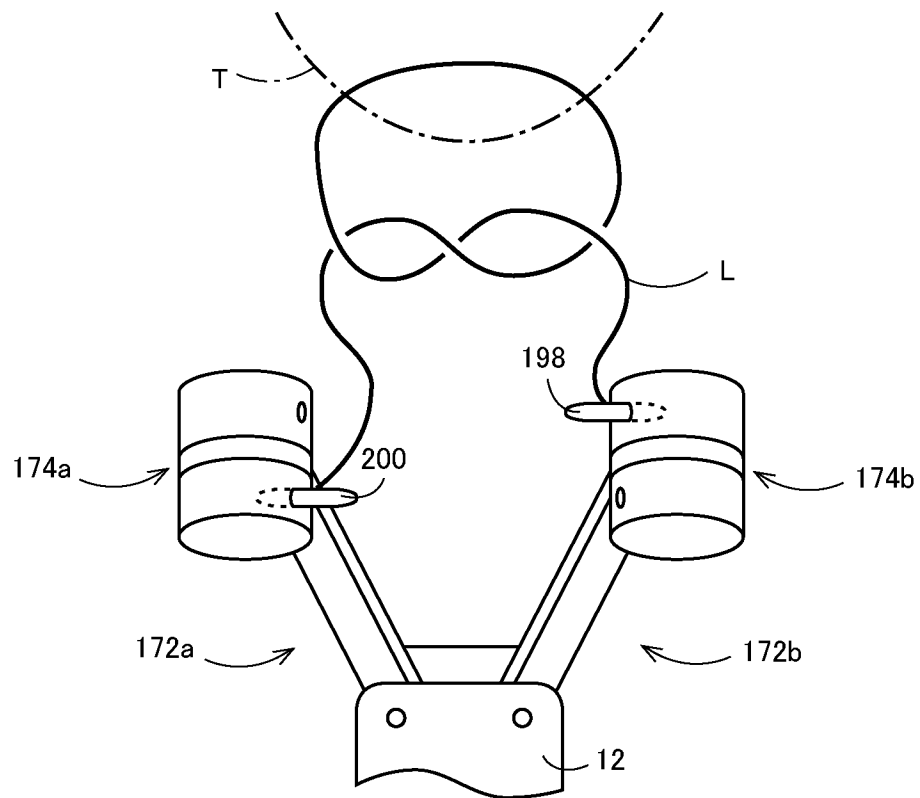
[図71]



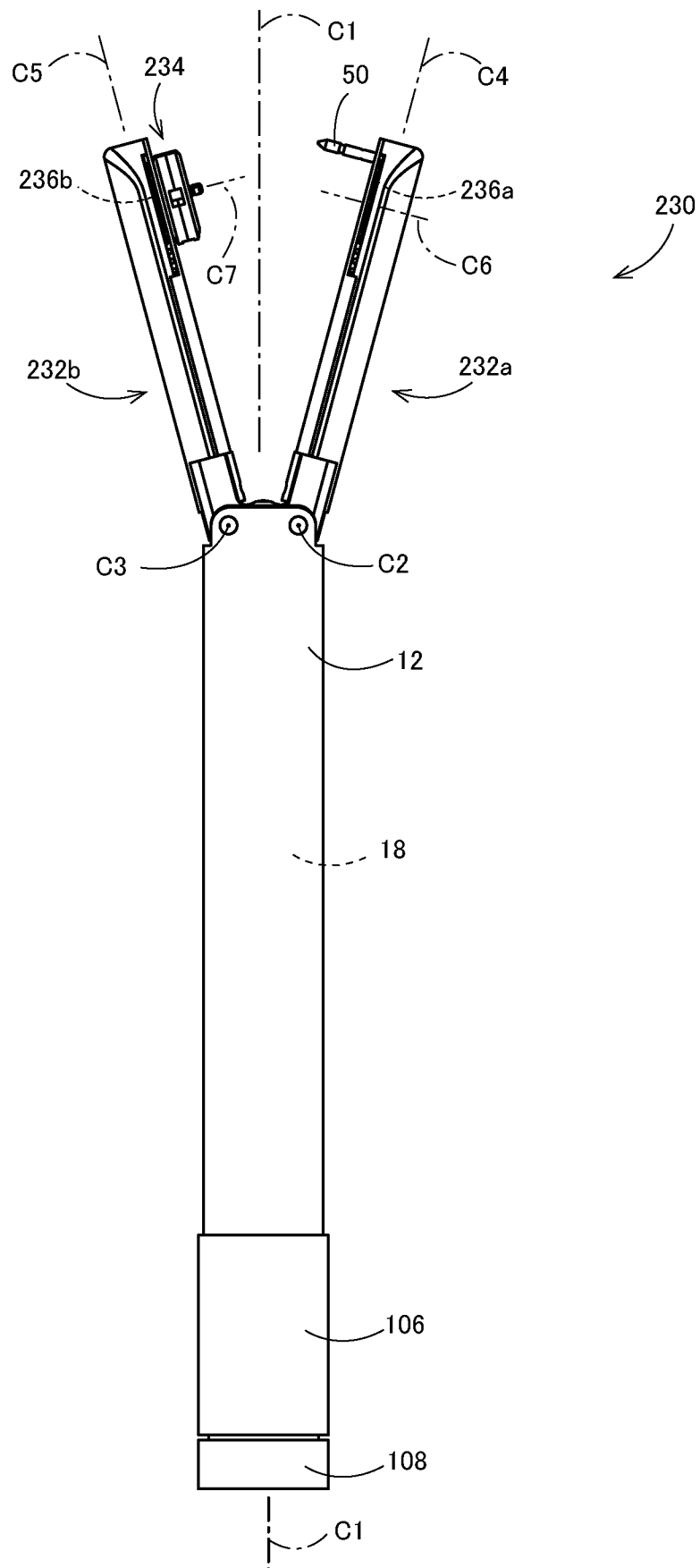
[図72]



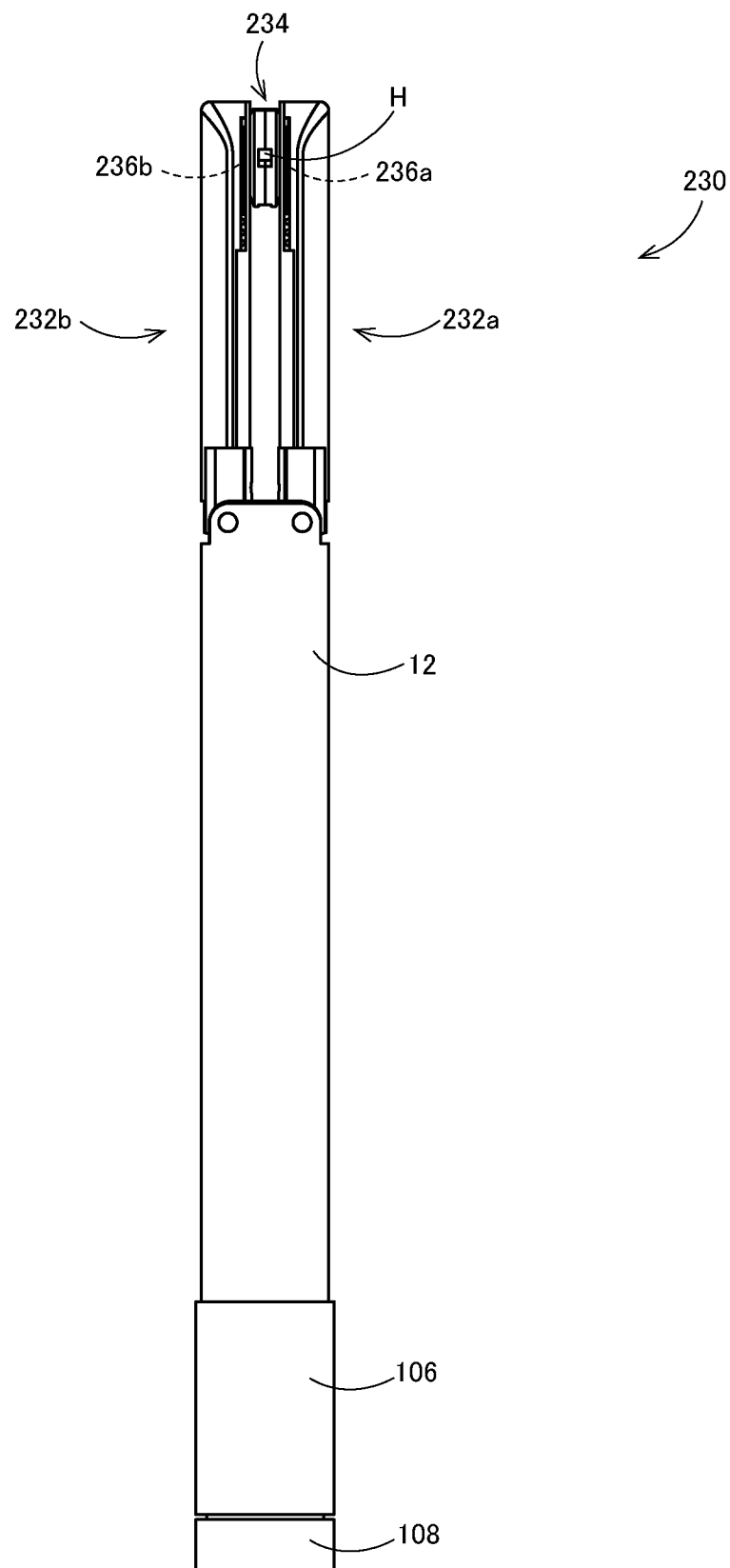
[図73]



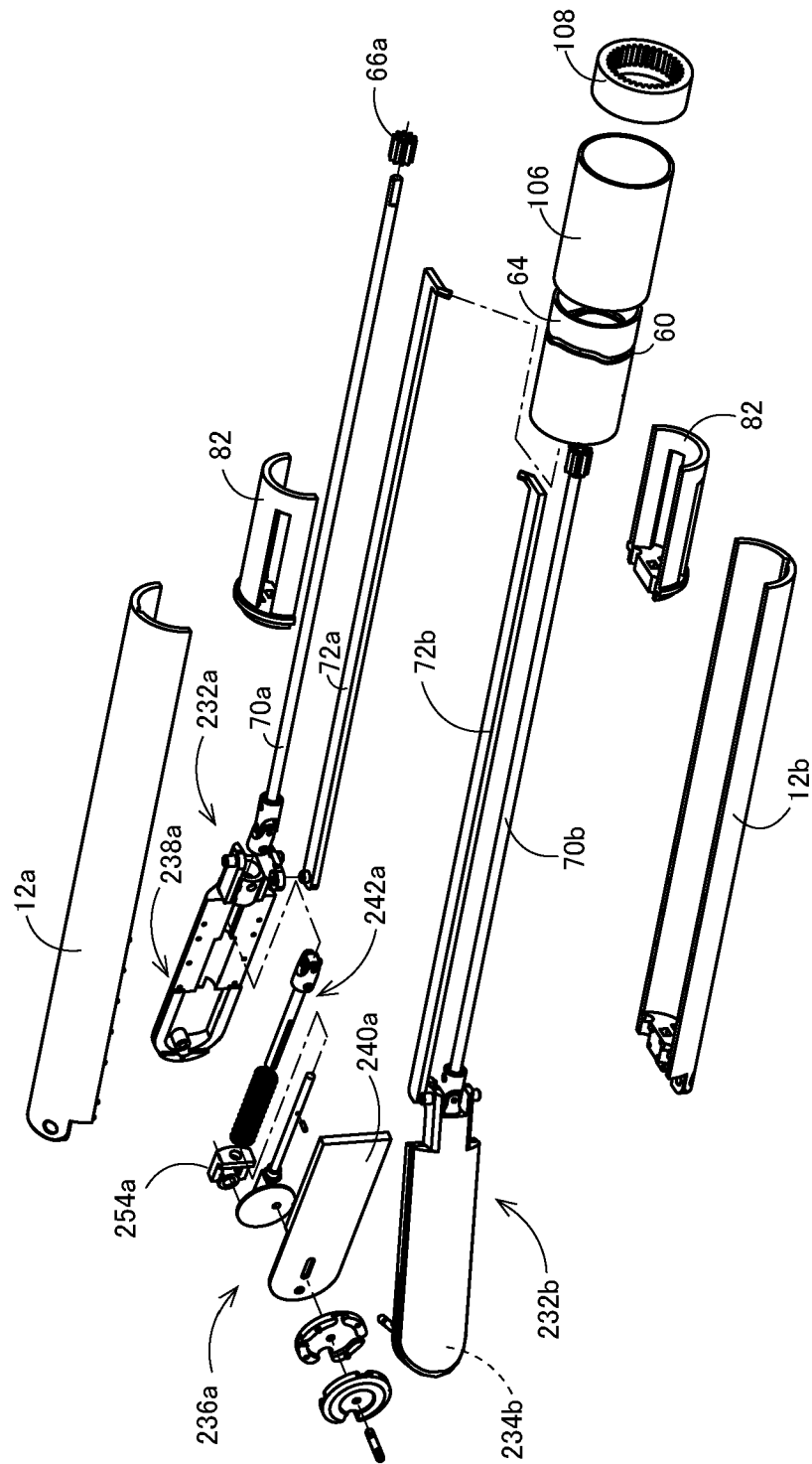
[図74]



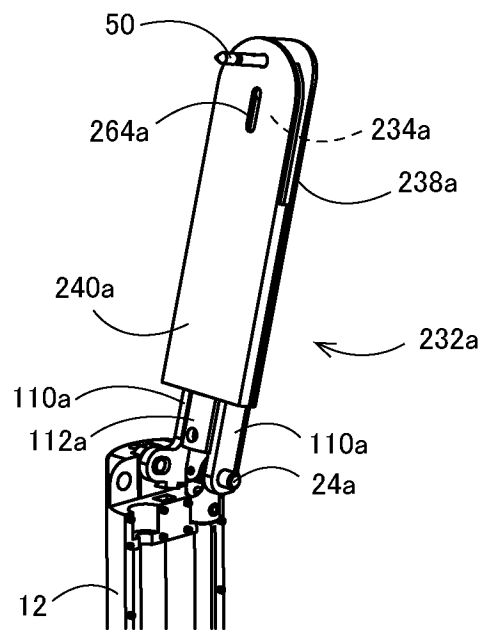
[図75]



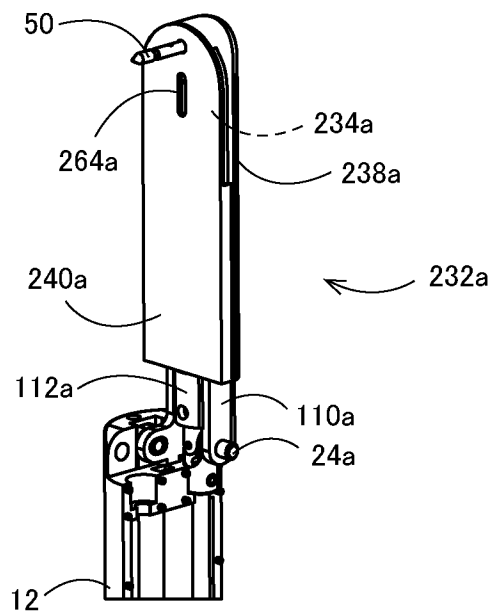
[図76]



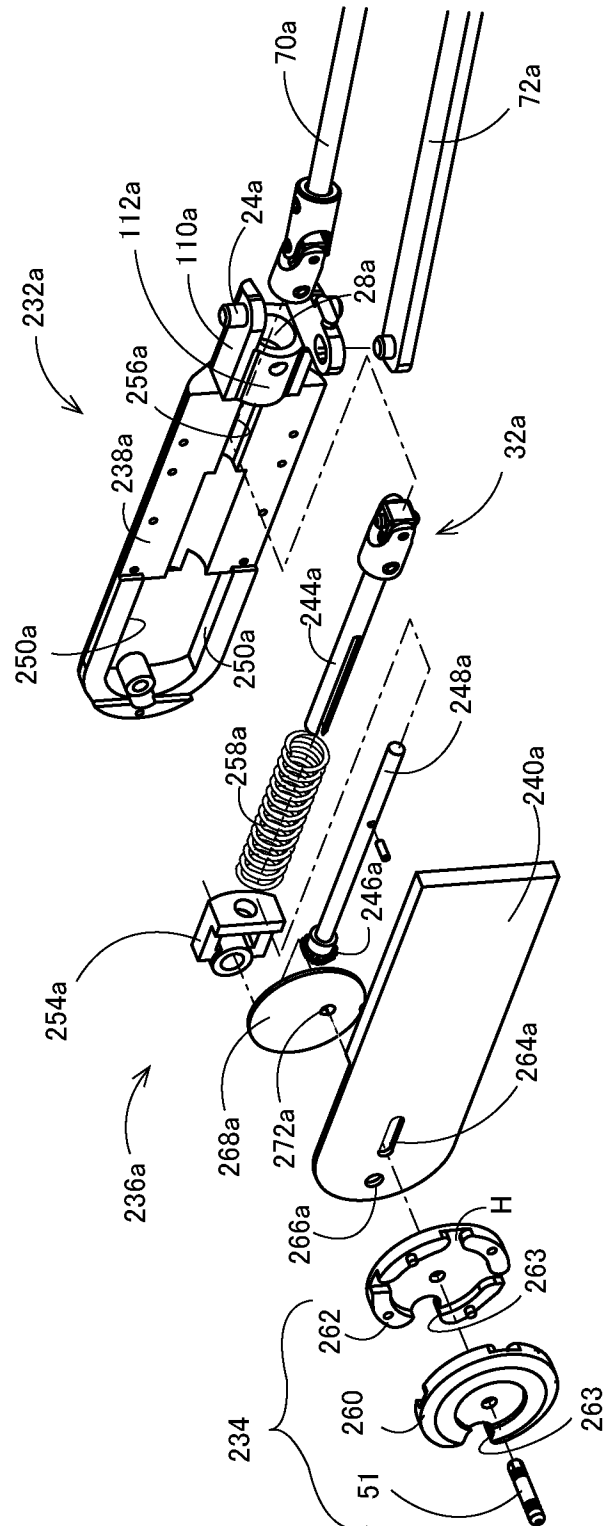
[図77]



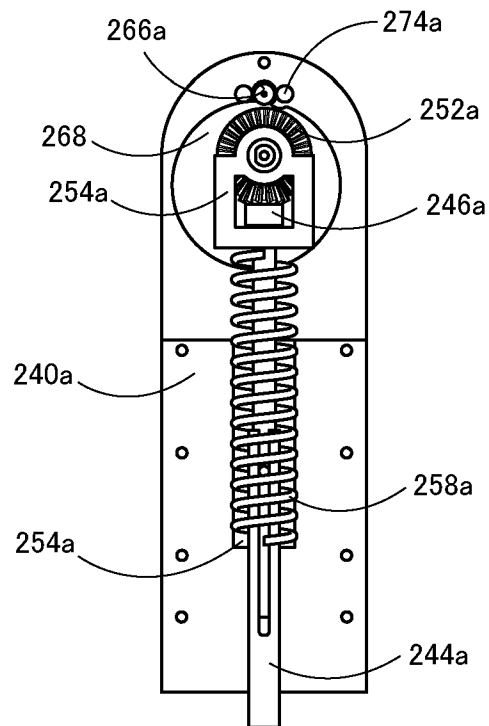
[図78]



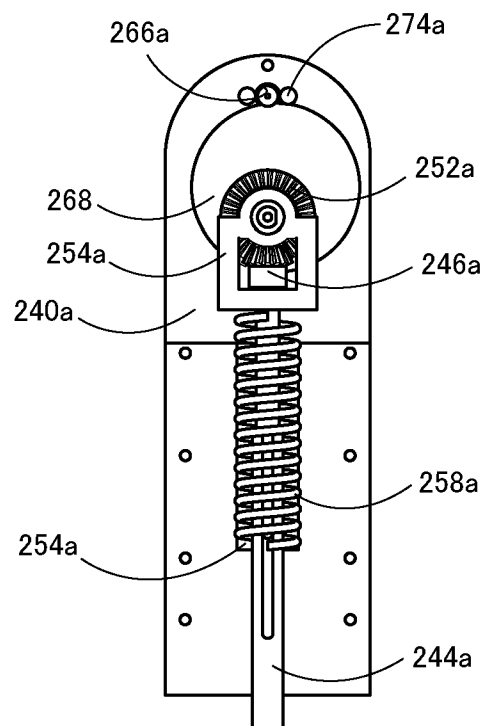
[図79]



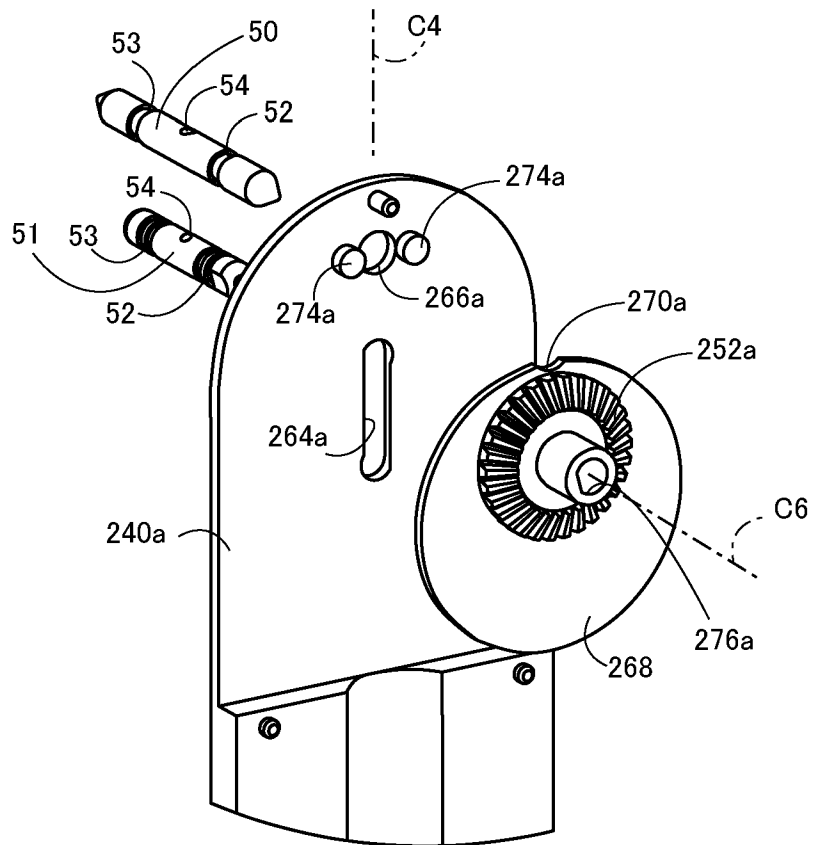
[図80]



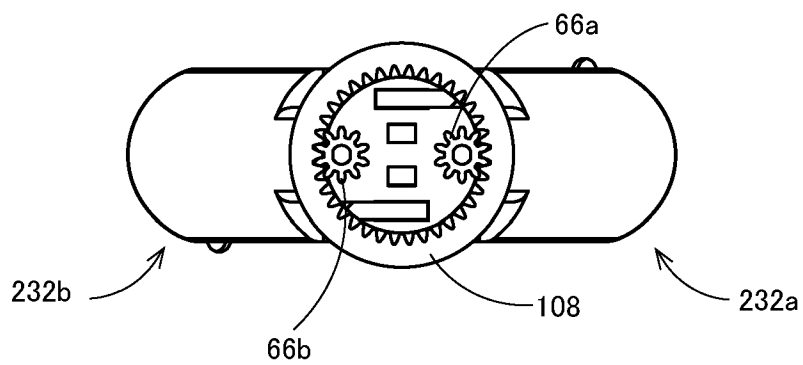
[図81]



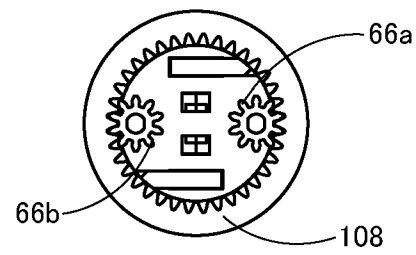
[図82]



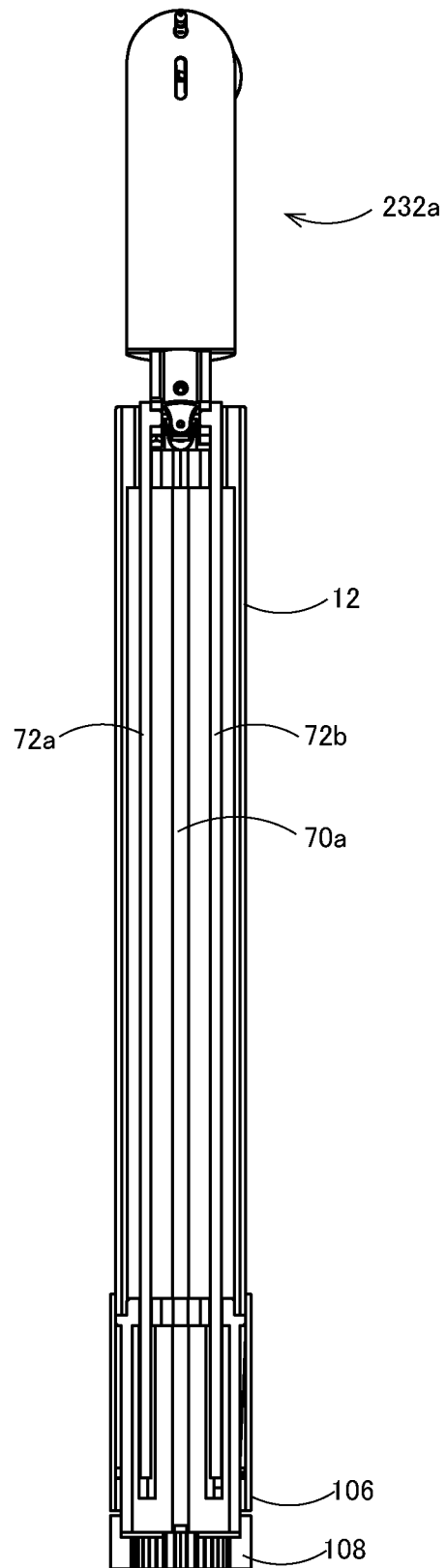
[図83]



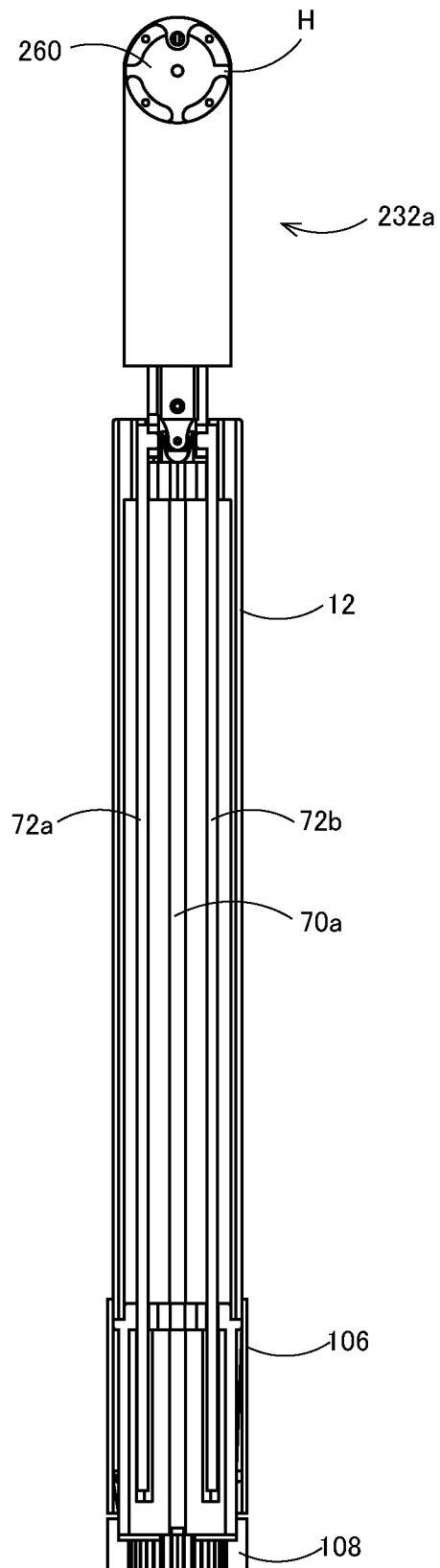
[図84]



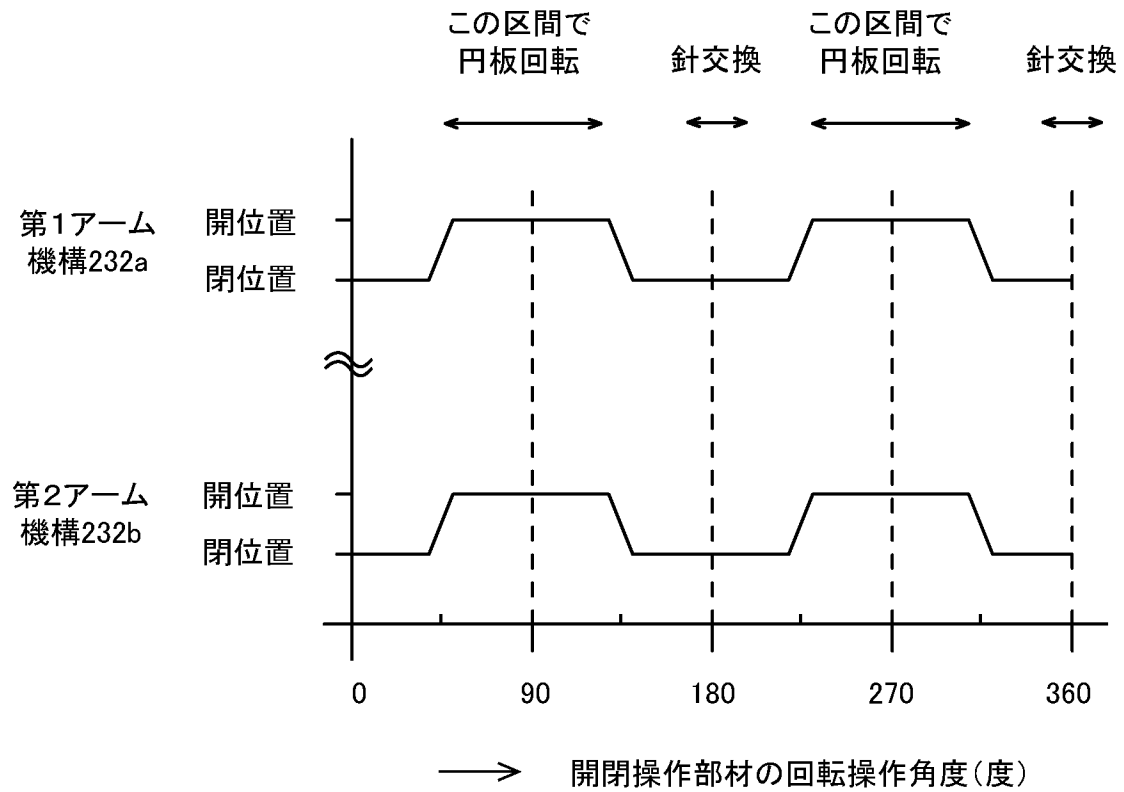
[図85]



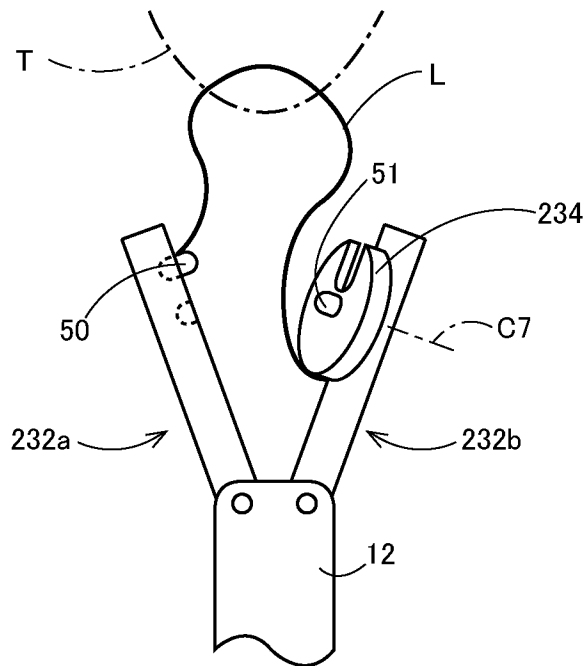
[図86]



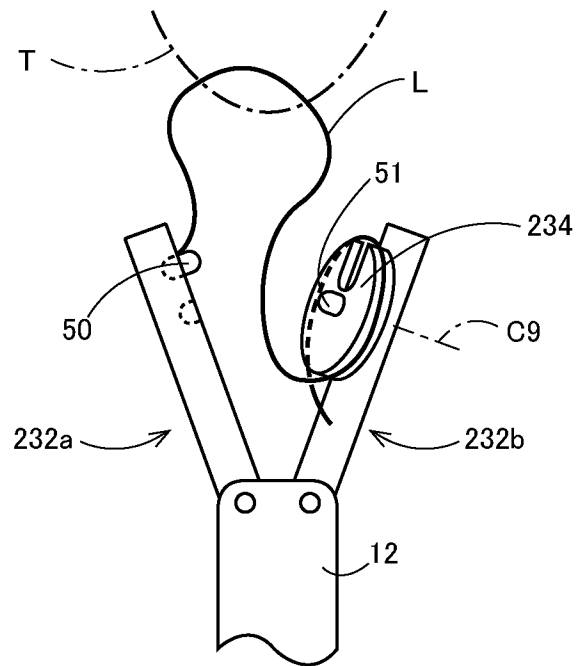
[図87]



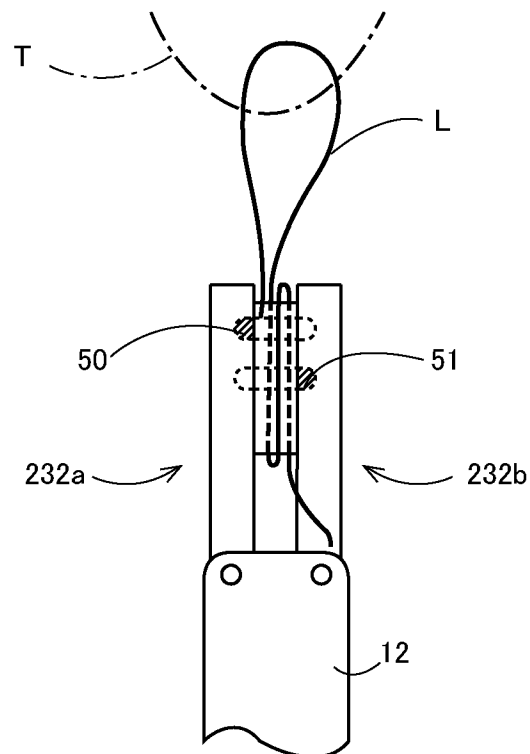
[図88]



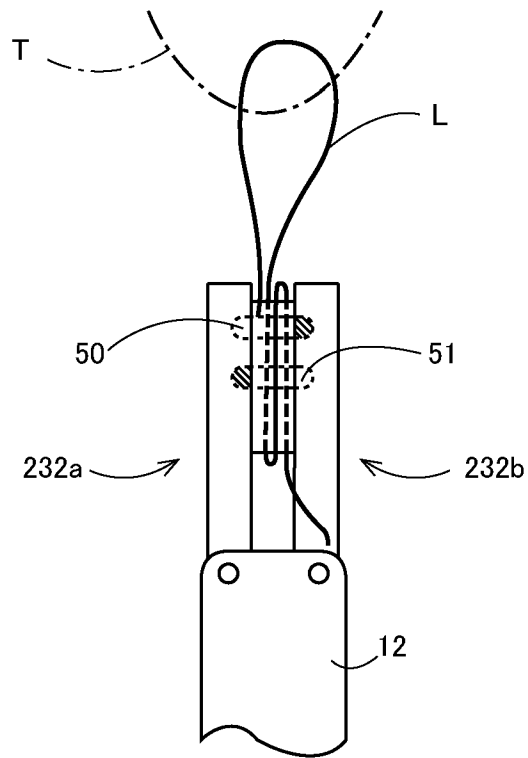
[図89]



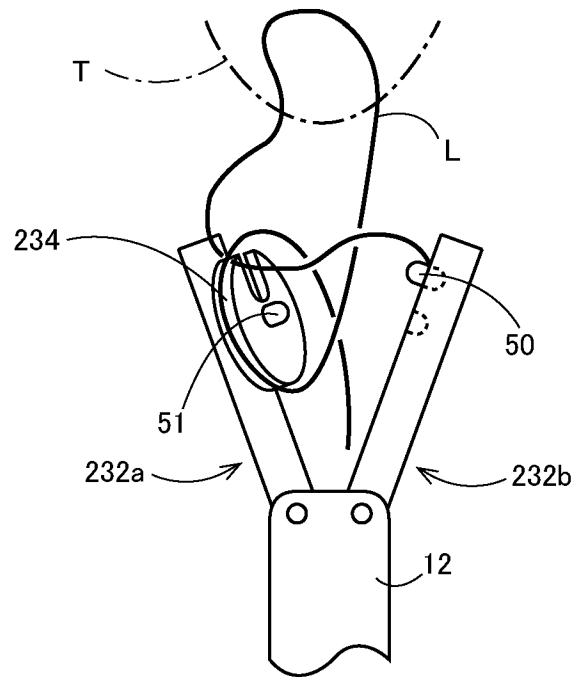
[図90]



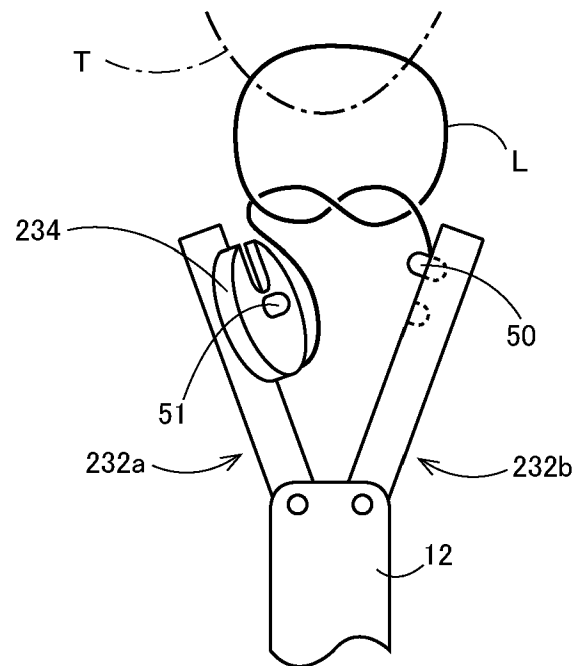
[図91]



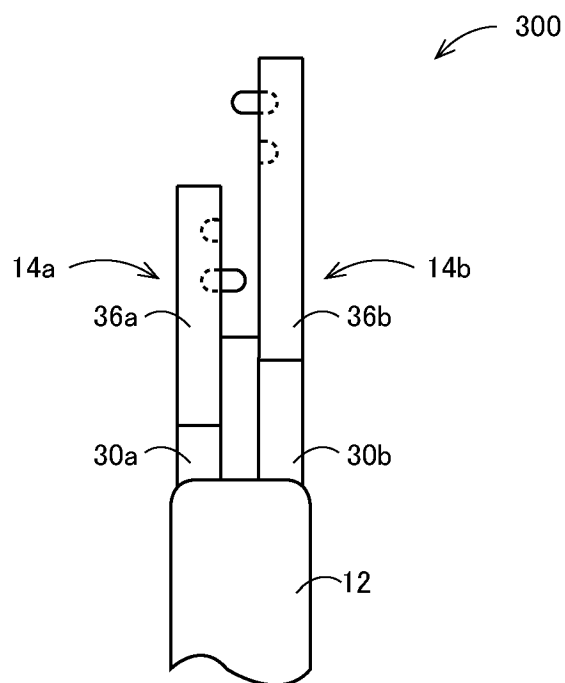
[図92]



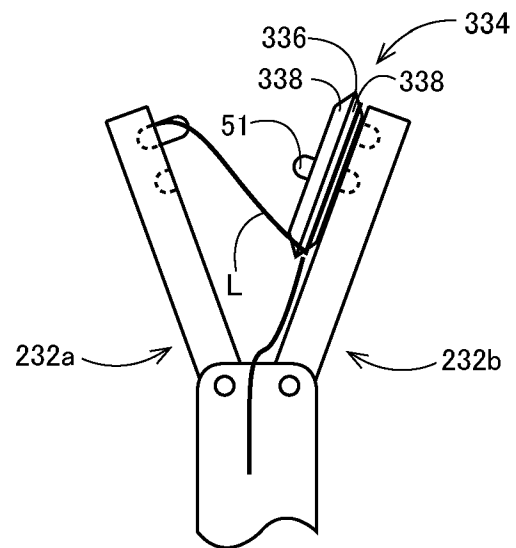
[図93]



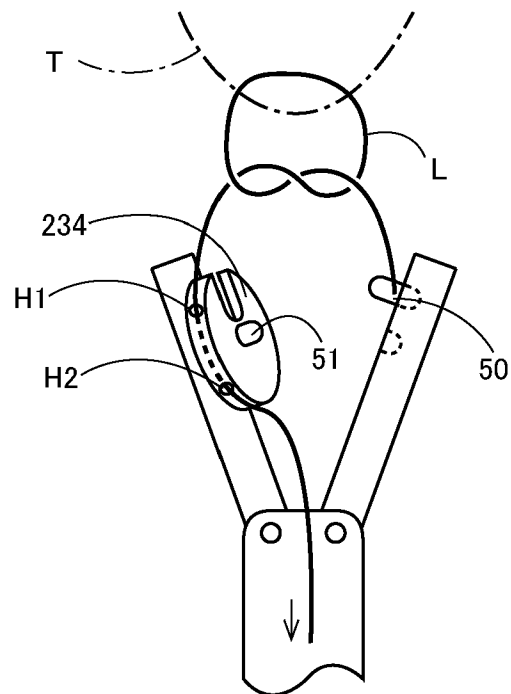
[図94]



[図95]



[図96]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/058487

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B17/062(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)

A61B17/062, B65H69/04, D04G5/00

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	1996-2016
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 5318579 A (CHOW, James C. Y.), 07 June 1994 (07.06.1994), column 2, line 21 to column 3, line 25; fig. 1 to 7 & US 5382258 A	1-14
A	US 5480406 A (UNITED STATES SURGICAL CORP.), 02 January 1996 (02.01.1996), column 5, line 46 to column 6, line 46; fig. 1 to 11 (Family: none)	1-14
A	US 6086601 A (YOON, InBae), 11 July 2000 (11.07.2000), column 5, line 7 to column 9, line 65; fig. 1 to 20 & AU 3869599 A & WO 1999/055237 A1	1-14

☒ 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
30 May 2016 (30.05.16)

Date of mailing of the international search report
14 June 2016 (14.06.16)

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/JP2016/058487

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2008/058005 A2 (THE PENN STATE RESEARCH FOUNDATION), 15 May 2008 (15.05.2008), paragraphs [0038] to [0060]; fig. 1 to 21 & WO 2008/058005 A3 & US 2010/0049219 A1 & US 8591526 B2	1-14
A	US 2009/0204127 A1 (MEDICINELODGE, INC.), 13 August 2009 (13.08.2009), paragraphs [0022] to [0037]; fig. 1 to 7 (Family: none)	1-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. A61B17/062(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. A61B17/062, B65H69/04, D04G5/00

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	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 5318579 A (CHOW, James C. Y.) 1994.06.07, 第2欄第21行—第3欄第25行, 図1-7 & US 5382258 A	1-14
A	US 5480406 A (UNITED STATES SURGICAL CORPORATION) 1996.01.02, 第5欄第46行—第6欄第46行, 図1-11 (ファミリーなし)	1-14

☒ 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

「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

30.05.2016

国際調査報告の発送日

14.06.2016

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）

木村 立人

31

3616

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	US 6086601 A (YOON, InBae) 2000.07.11, 第5欄第7行―第9欄第65行, 図1―20 & AU 3869599 A & WO 1999/055237 A1	1―14
A	WO 2008/058005 A2 (THE PENN STATE RESEARCH FOUNDATION) 2008.05.15, 段落[0038]―[0060], 図1―21 & WO 2008/058005 A3 & US 2010/0049219 A1 & US 8591526 B2	1―14
A	US 2009/0204127 A1 (MEDICINELODGE, INC.) 2009.08.13, 段落[0022]―[0037], 図1―7 (ファミリーなし)	1―14