

(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 2016/158450 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 17/062 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/058485
- (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 2015-074489 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 1 5 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 1 5 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 1 5 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 1 5 番 1 号 ブラ

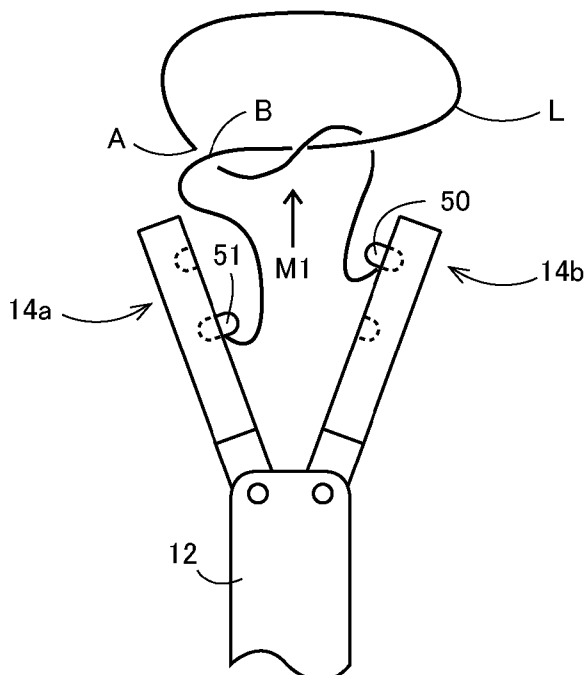
ザー工業株式会社内 Aichi (JP). 小林 将人(KOBAYASHI Masato); 〒4678561 愛知県名古屋市瑞穂区苗代町 1 5 番 1 号 ブラザー工業株式会社内 Aichi (JP).

- (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), ユーロアジア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[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) which has 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 formed automatically by a simple procedure.

(57) 要約:

[続葉有]



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))

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。

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、簡単に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）前記第 1 アーム機構および第 2 アーム機構のうちの少なくとも一方に備えられ、前記被結紮体の前記第 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) 前記ループ形成手段が形成した前記被結紮体のループと前記被結紮体の第 1 位置とを相対的に移動させる移動部材を備え、(l) 前記移動部材は、前記被結紮体を前記第 1 アーム機構または第 2 アーム機構に沿って前記ベース部から離れる方向へ移動させるものである。これに

より、前記移動部材を、前記ループを形成する被結紮体を前記第 1 アーム機構または第 2 アーム機構に沿って前記ベース部から離れる方向へ移動させることで、前記ループを形成する被結紮体を前記第 1 アーム機構または第 2 アーム機構から外す方向に移動させて前記第 1 位置を前記ループに通すことができる。

[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ものである。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。

[0014] また、好適には、(o) 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、(p) 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ものである。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。

[0015] また、好適には、(q) 前記ループ形成手段は、前記ループを 1 周形成す

るものである。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が形成される。

[0016] また、好適には、(r) 前記ループ形成手段は、前記ループを2周形成するものである。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。

[0017] また、好適には、(s) 前記ループ形成手段は、一回目のループ形成においては、前記ループを2周形成し、二回目のループ形成においては、前記ループを1周形成するものである。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。

[0018] また、好適には、(t) 前記ループ形成手段は、前記第1保持部材、前記第2保持部材、前記第3保持部材、前記第4保持部材のうちの少なくとも1つを所定の軸まわりに回転させるものである。これにより、これにより、前記第1保持部材、前記第2保持部材、前記第3保持部材、前記第4保持部材のうちの少なくとも1つの保持部材を回転させてその周囲に巻き付けることで、その保持部材まわりにループを形成することができ、機構が簡単となる。

[0019] また、好適には、(u) 前記第1アーム機構および前記第2アーム機構はそれらの開閉面内で相対移動させられるものであり、(v) 前記回転軸は、前記第1アーム機構および前記第2アーム機構の前記開閉方向に平行方向である。これにより、前記第1アーム機構および前記第2アーム機構による、それらの開閉面内で相対移動と、前記開閉面に平行且つ前記ループを貫通する方向の回転軸まわりの回転とにより、前記ループが形成されるとき、前記保持部材同士の離間動作の方向と、前記第1位置のループ通過方向が同じなので、離間動作を利用して第1位置を前記ループ内に通すことができ、好都合である。

[0020] また、好適には、（w）前記第1アーム機構および前記第2アーム機構はそれらの開閉面内で相対移動させられるものであり、前記回転軸は、前記第1アーム機構および前記第2アーム機構のアームの長手方向と平行な方向である。これにより、前記第1アーム機構および前記第2アーム機構による、それらの開閉面内で相対移動と、前記開閉面に平行且つ前記ループを貫通する方向に交差する方向の回転軸まわりの回転とにより、前記ループが形成されるとき、前記第1アーム機構および前記第2アーム機構自体に被結紮体を巻き付けるので、空間の利用効率がよく、結び目を形成する機構がコンパクトとなる。

[0021] また、好適には、（x）前記第1アーム機構および前記第2アーム機構はそれらの開閉面内で相対移動させられるものであり、前記回転軸は、前記第1アーム機構および前記第2アーム機構の前記開閉面に直交、且つ前記アームの長手方向に交差する方向である。これにより、前記第1アーム機構および前記第2アーム機構による、それらの開閉面内で相対移動と、前記開閉面に直交且つ前記ループを貫通する方向に交差する方向の回転軸まわりの回転とにより、前記ループが形成されるとき、前記第1アーム機構および前記第2アーム機構自体に被結紮体を巻き付けるので、空間の利用効率がよく装置のコンパクトさと、被結紮体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。

[0022] また、好適には、（y）前記ループ形成手段は、前記被結紮体の前記第2位置を保持し、前記第3保持部材および第4保持部材により着脱可能に保持される回転部材であり、（z）前記回転部材の回転により前記被結紮体のループが前記回転部材まわりに形成される。これにより、巻き付けたループ自体も第1アーム機構と第2アーム機構との間で受け渡されるとき、前記被結紮体の第1位置は逆向きに受け渡されるので、相対的にループと前記被結紮体の第1位置との相対移動量が大きくなって、その第1位置を前記ループに通すことが容易となる。

図面の簡単な説明

[0023] [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 1 3 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 1 5 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を見た模式図である。

[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 1 3 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 1 3 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 1 9 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 1 9 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 1 4 から図 1 9 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 1 4 から図 1 9 に示す単結紮結び目形成操作において、図 1 5 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 2 0 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52]図51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52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54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54の結び目形成装置を分解して示す斜視図である。

[図57]図54乃至図56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54乃至図56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57および図58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57および図58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57および図58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57および図58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54の開状態の結び目形成装置の底面図である。

[図64]図55の閉状態の結び目形成装置の底面図である。

[図65]図54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アーム機構を閉じたアーム接近状態を示す模式図である。

[図91]図90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91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92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。

発明を実施するための形態

[0024] 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

[0025] 図1乃至図3において、結び目形成装置10は、円筒状の長手基材12と、長手基材12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14aおよび第2アーム機構14bと、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た操作部材16と、長手基材12内に設けられ、操作部材16の回転操作力を一对の第1アーム機構14aおよび第2アーム機構14bに伝達してそれら一对の第1アーム機構14aおよび第2アーム機構14bを動作させる操作力伝達機構18とを備えている。なお、図3に示すように、長手基材12は、一对の半円断面の部分円筒部材12aおよび12bが組合せ状態で固定されることによ

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。

[0026] 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。一対の第 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。

[0027] 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、一対の支持穴 2 2 a に嵌め入れられた一対の突軸 2 4 a と開閉連結アーム 2 6 a とを一体的に有し、その一対の支持穴 2 2 により一対の支持穴 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 3 0 a に設けられている。ガイドカバー 3 8 a は、アーム本体 3 6 a にその第 2 アーム機構 1 4 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 4

0 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。

[0028] 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、一対の針 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。一対の針 50 および 51 には、環状の係合溝 52、53 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 54 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 54 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。

[0029] 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。

[0030] 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 1 4 b を開閉操作するためのアーム開閉カム溝 6 0 と後述の針 5 0 および針 5 1 のロックおよび解放を操作するための針ロックカム溝 6 2 とが環状に形成された筒状溝カム 6 4 を備えている。筒状溝カム 6

4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。

[0031] 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 1 2 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 7 0 a 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 3 6 a が左まわりにアーム基台 3 0 a 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 7 0 b 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 3 6 b が左まわりにアーム基台 3 0 b に対して相対回転させられる。本実施例では、アーム本体 3 6 a、3 6 b 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。

[0032] また、操作力伝達機構 1 8 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 を備えている。第 1 開閉操作力伝達リンク 7 2 a は、第 1 アーム機構 1 4 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 2 6 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 6 0 に係合するカム係合部 7 1 a を基端部に有している。第 2 開閉操作力伝達リンク 7 2 b は、第 2 アーム機構 1 4 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 2 6 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 6 0 に係合するカム係合部 7 1 b を基端部に有している。

[0033] 図 4 は、第 1 アーム機構 1 4 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 1 4 a は、第 1 開閉操作力伝達リンク 7 2 a 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 7 2 a は、操作部材 1 6 の操作に伴って移動する。具体的には、操作部材 1 6 が操作されると、アーム開閉カム溝 6 0 が回転させられる。アーム開閉カム溝 6 0 が回転し、第 1 開閉操作力伝達リンク 7 2 a が、アーム開閉カム溝 6 0 のカム曲線が長手基材 1 2 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 7 2 a は、長手基材 1 2 の先端側へ移動させられる。第 1 開閉操作力伝達リンク 7 2 a が、長手基材 1 2 の先端側へ移動させられると、第 1 アーム機構 1 4 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 1 4 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、閉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72a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72a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72a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14aが、開位置へ回動させられた状態となる。

第2アーム機構14bの第2開閉操作力伝達リンク72bも、第1アーム機構14aの第1開閉操作力伝達リンク72a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72aに同期して長手基材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14aおよび第2アーム機構14bが開状態および閉状態とされる。

[0034] また、操作力伝達機構18は、第1アーム機構14aおよび第2アーム機構14b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14aおよび第2アーム機構14b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76aおよび第2プッシュロッド76bを備えている。第1プッシュロッド76aは、一对のロック操作バー46a、46bの一端に当接してそれらを回動させるT字状の押上部74a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75aを基端部に有する。第2プッシュロッド76bは、一对のロック操作バー46a、46b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7

6 a および第2プッシュロッド7 6 bのうちの一方が長手基材1 2の先端側へ突き出されているときは他方が長手基材1 2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1 4 aにおいて、針5 0がロックプレート4 0 aにより解放され且つ針5 1がロックプレート4 0 a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1 4 bでは、逆に、針5 0がロックプレート4 0 bにより係合され且つ針5 1がロックプレート4 0 bにより解放されている。図7は、第1アーム機構1 4 aにおいて、針5 0がロックプレート4 0 aにより係合され且つ針5 1がロックプレート4 0 a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1 4 bでは、逆に、針5 0がロックプレート4 0 bにより開放され且つ針5 1がロックプレート4 0 bにより係合されている。

[0035] このため、たとえば、基端側の針5 1が第1アーム機構1 4 aに保持され且つ先端側の針5 0が第2アーム機構1 4 bに保持された状態で第1アーム機構1 4 aおよび第2アーム機構1 4 bが閉じられる。次に、上記の動作によって、先端側の針5 0の一端が第2アーム機構1 4 bのロックプレート4 0 bにより係合状態から解放状態とされると同時に針5 0の他端が第1アーム機構1 4 aのロックプレート4 0 aにより解放状態から係合状態とされる。また、基端側の針5 1の一端が第1アーム機構1 4 aのロックプレート4 0 a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1 4 bのロックプレート4 0 b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1 4 aおよび第2アーム機構1 4 bが開かれたとき、基端側の針5 1が第2アーム機構1 4 bに保持され且つ先端側の針5 0が第1アーム機構1 4 aに保持された状態となる。すなわち、第1アーム機構1 4 aおよび第2アーム機構1 4 b間で、先端側の針5 0と基端側の5 1とが、交換される。

[0036] 本実施例では、アーム本体3 6 aの受穴5 6 aのうちの先端側のもの、ガイドカバー3 8 aの貫通穴5 8 aのうち先端側のものと、第1アーム機構1

4 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。

[0037] 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。図 13 の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 16 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 16 を回転操作する遠隔操作でもよい。

[0038] 第 1 アーム機構 14 a および第 2 アーム機構 14 b に巻きつく後述の糸部

材 12 を移動させて外すために、図 3、図 9、図 10 に示すように、移動部材 78 が、円筒状の長手基材 12 の先端部から突き出し操作可能に長手基材 12 内に收容されている。移動部材 78 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 78 a の先端同士を連結する短線部 78 b と、一方の長線部 78 a の基端から外向きに曲げられて部分円筒部材 12 a に形成された長穴 80 から突き出す操作突起部 78 c とを備えている。突き出し操作された移動部材 78 の短線部 78 b により、被結紮体 1 が第 1 アーム機構 14 a および第 2 アーム機構 14 b の長手方向に沿って長手基材 12 から離れる方向へ移動させられる。この移動部材 78 の突き出し操作は、操作突起部 78 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。

[0039] また、図 3、図 9、図 10 に示すように、長手基材 12 内の基端部側には、筒状の受け部材 82 が配設されている。受け部材 82 は、第 1 回転操作力伝達軸 70 a および第 2 回転操作力伝達軸 70 b を回転可能に支持する。また、受け部材 82 は、第 1 開閉操作力伝達リンク 72 a および第 2 開閉操作力伝達リンク 72 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 72 a および第 2 開閉操作力伝達リンク 72 b の基端部側に設けられたカム係合部 71 a およびカム係合部 71 b を一対のガイド穴 82 a を用いて長手方向に案内する。また、受け部材 82 は、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 76 a および第 2 プッシュロッド 76 b の基端部側に設けられたカム係合部 75 a およびカム係合部 75 b を一対のガイド穴 82 b を用いて長手方向に案内する。

[0040] 以上のように構成された結び目形成装置 10 において、操作部材 16 を回転操作すると、図 13 に示すように、第 1 アーム機構 14 a および第 2 アーム機構 14 b を開閉操作、針 50 および針 51 のロックおよび解放操作、および、アーム本体 36 a およびアーム本体 36 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。

[0041] 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。

[0042] 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 1 4 a および第 2 アーム機構 1 4 b の開閉面に平行且つ第 1 アーム機構 1 4 a および第 2 アーム機構 1 4 b の長手方向の回転軸線 C 4、C 5 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 3 6 b

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の方向で基端側から見た図である。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36b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36a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。

[0043] 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 2 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 14 a と第 2 アーム機構 14 b 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。

[0044] 図２１は、第１アーム離間操作後に、糸状部材Ｌを第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。

[0045] 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。

[0046] 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16とは独立した第2の操作部材を用いてアーム本体36aとアーム本体36bとを回転させるような構成であれば、アーム本体36aとアーム本体36b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14b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14aと第2アーム機構14bから外すと、図24の概略図に示すように、所謂2重結紮の結び目M2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10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。

[0047] 上記操作部材16の225度付近までの操作と移動部材78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26の概略図に示す所謂女結びの結び目M3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10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。

[0048] 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36aおよびアーム本体36b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36aおよびアーム本体36bの回転方向を逆にするにより、図28の概略図に示す所謂男結びの結び目M4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29の男結びM4が得られる。すなわち、本実施例の結び目形成装置10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M4が自動的に形成される。本実施例では、操作部材16の回転方向を逆とすることでアーム本体36aおよびアーム本体36b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。

[0049] 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。

[0050] 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、

[0051] 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14aおよび第2アーム機構14bを相互に接近させるアーム接近操作と、図18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19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14aおよび第2アーム機構14b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14aおよび第2アーム機構14b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。

[0052] また、本実施例の結び目形成装置10によれば、アーム本体（ループ形成手段）36a、36bは、第1アーム機構14aおよび第2アーム機構14bに備えられ、操作部材（操作部）16は、1回目の結び目形成操作に続いて、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、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）36a、36b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14aおよび第2アーム機構14b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14aおよび第2アーム機構14b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）36a、36bが前記第1アーム機構14aおよび第2アーム機構14bの両方に備えられることで、第1アーム機構14aおよび第2アーム機構14b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。

- [0053] 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

- [0054] 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。
- [0055] 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 102 a および第 2 アーム機構 102 b 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 76 a、第 2 プッシュロッド 76 b 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。

[0056] 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 102 a および第 2 アーム機構 102 b、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 102 a および第 2 アーム機構 102 b 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 102 a および第 2 アーム機構 102 b、一対の第 1 円筒回転機構 104 a および第 2 回転機構 104 b 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。

[0057] 第 1 アーム機構 102 a および第 2 アーム機構 102 b は相互に同様に構成されているので、第 1 アーム機構 102 a について説明する。第 1 アーム機構 102 a は、アーム本体 114 a、カバー 118 a、第 1 円筒回転機構 104 a、回転駆動軸 122 a を、備えている。

アーム本体 114 a は、開閉連結アーム 26 a が一方に固定され且つ外向きに突き出す突軸 24 a をそれぞれ有する一対の平行プレート 110 a とその一対の平行プレート 110 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 32 a を回転可能に受け入れる貫通穴 28 a が形成されたジョイント受け部材 112 a とを基端部に有する。アーム本体 114 a と、カバー 1

18a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。

[0058] 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。

[0059] 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138a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102aおよび第2アーム機構102bが閉じた状態において、図38に示すようにスプリング138a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 128a と円筒部材 128b との間に挟むことが可能とされている。

[0060] 図39および図40は、ロックフランジ130aとガイドプレート136a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114a側から見た図であって、図39は第1円筒回転機構104aをアーム本体114a側から見た図、図40は図39から円筒部材128a、回転駆動軸122aおよびカバー118aを取り除いて示す図である。また、図41は、ロックフランジ130aとガイドプレート136a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130aとガイドプレート136a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128aを回転させた状態を示す図39に相当する図である。

[0061] ロックフランジ130aの外周縁とガイドプレート136aの内周縁との間に形成された環状スロット134a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136a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139aおよび140a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130a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139aおよび140a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142aおよび144aと、ガイドプレート136a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146a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。

[0062] 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。

[0063] 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 104 a において、傘歯車部材 132 a に形成されたロックフランジ 130 a のうち内側円弧状切欠き 144 a および内側矩形切欠き 148 a が形成された部分と、ガイドプレート 136 a のうち外側円弧状切欠き 140 a 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 104 b において、傘歯車部材 132 b に形成されたロックフランジ 130 b のうち内側円弧状切欠き 144 b および内側矩形切欠き 148 b が形成された部分と、ガイドプレート 136 b のうち外側円弧状切欠き 140 b 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。

[0064] 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 102 a および第 2 アーム機構 102 b 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。

[0065] 回転操作部材 108 の内周面には、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 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 45 および図 46 に示すように形成されている。図 45 は、一対の第 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 46 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。

[0066] 図32の縦断面図である図43、および、図33の縦断面図である図44に示すように、操作力伝達機構18は、第1円筒回転機構104aを回転させる回転操作力を伝達するために図45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が両端に固定された第1回転操作力伝達軸70aと、第2回転機構104bを回転させる操作力を伝達するために図45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。また、操作力伝達機構18は、第1アーム機構102a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を基端部に有する第1開閉操作力伝達リンク72aと、第2アーム機構102b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を基端部に有する第2開閉操作力伝達リンク72bとを備えている。

[0067] 図47は、開閉操作部材106の1回転操作による第1アーム機構102aおよび第2アーム機構102b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104aおよび第2円筒回転機構104b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47のチャートの横軸は、図45および図46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。

[0068] 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。

[0069] 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。

[0070] 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104aの円筒部材128aと第2円筒回転機構104bの円筒部材128bとが、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第1アーム

機構 102a 第 1 アーム機構 102a の長手方向に平行な回転軸線 C4 第 2 アーム機構 102b の長手方向に平行な回転軸線 C4、C5 に直交する回転軸心 C6、C7 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 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 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。

[0071] ここで、回転操作部材 108 を、第 1 円筒回転機構 104a を回転駆動する第 1 回転操作力伝達軸 70a のピニオン 66a 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 104b を回転駆動する第 2 回転操作力伝達軸 70b のピニオン 66b 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 104a および第 2 円筒回転機構 104b を独立して回転操作できるので、第 1 円筒回転機構 104a の円筒部材 128a と第 2 円筒回転機構 104b の円筒部材 128b 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 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 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 104a の円筒部材 128a と第 2 円筒回転機構 104b の円筒部材 128b 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。

[0072] 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 102a と第 2 アーム機構 102b 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 102a と第 2 アーム機構 102b 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、針 50 の一端が第 1 円筒回転機構 104a のロックフランジ 130a により解放され且つ針 50 の他端が第 2 円筒回転機構 104b のロックフランジ

130b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104bのロックフランジ130bにより解放され且つ針51の一端が第1円筒回転機構104aのロックフランジ130a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内の斜線で示されている。

[0073] 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102aと第2アーム機構102bとが開かれる。図52は、その第1アーム機構102aと第2アーム機構102b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102b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104aの円筒部材128aと第2円筒回転機構104bの円筒部材128b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。

[0074] 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102aおよび第2アーム機構102b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。

[0075] 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。

[0076] 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。

[0077] 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

[0078] 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。

[0079] 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 の回転操作力を一对の第 1 アーム機構 172 a および第 2 アーム機構 172 b、一对の第 1 針保持機構 174 a および第 2 針保持機構 174 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 106 および回転操作部材 108 が操作部として機能している。

[0080] 第 1 アーム機構 172 a および第 2 アーム機構 172 b は相互に同様に構成されているので、第 1 アーム機構 172 a について説明する。図 57 の開状態を示す図、図 58 の閉状態を示す図、図 59 の分解図にも示すように、第 1 アーム機構 172 a は、アーム本体 178 a、カバー 182 a、第 1 針保持機構 174 a、回転駆動軸 186 a を、備えている。アーム本体 178 a は、開閉連結アーム 26 a が一方に固定され且つ外向きに突き出す突軸 24 a をそれぞれ有する一对の平行プレート 110 a とその一对の平行プレート 110 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 32 a を回転可能に受け入れる貫通穴 28 a が形成されたジョイント受け部材 112 a とを基端部に有し且つ第 1 軸受部 176 a を先端部に有する。カバー 182 a は、第 1 軸受部 176 a と組合せられることで第 1 針保持機構 174 a を回転可能に支持する第 2 軸受け部 180 a を先端部に有し、アーム本体 178 a の対向面を覆うようにアーム本体 178 a に固定されている。第 1 針保持機構 174 a は、アーム本体 178 a およびカバー 182 a の先端部において第 1 軸受部 176 a および第 2 軸受け部 180 a により、第 1 アーム機構 172 a および第 2 アーム機構 172 b の開閉面に直交且つ第 1 アーム機構 172 a 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 C8 まわりに回転可能に支持されている。回転駆動軸 186 a は、アーム本体 178 a とカバー 182 a との間に、貫通穴 28 a 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 32 a が連結され、先端にピニオン 184 a が固定されている。

[0081] 図57、図58に示されるように、第1アーム機構172aの先端部に設けられている第1針保持機構174aは、図59の要部分解斜視図に詳しく示されるように、回転軸192a、筒状の一对の第1ロック歯車部材194aおよび第2ロック歯車部材196aを、備えている。回転軸192aは、第1軸受部176aおよび第1針保持機構174aにより回転軸線C8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188aおよび第2キャップ190aが両端に固定されている。一对の第1ロック歯車部材194aおよび第2ロック歯車部材196aは、第1キャップ188aおよび第2キャップ190a内にそれぞれ嵌め入れられ且つ第1キャップ188aおよび第2キャップ190a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194aおよび第2ロック歯車部材196aと回転駆動軸186aの先端に固定されたピニオン184a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194aおよび第2ロック歯車部材196aが回転軸線C8まわりに逆まわりに回転駆動されるようになっている。

[0082] 本実施例では、両端が尖った長針198と両端が平坦な短針200が用いられる。長針198および短針200は、前述の針50および51と同様に、相互に同径であって、環状の係合溝52、53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54が長手方向の中央部に形成されている。長針198は、第1ロック歯車部材194aと第2ロック歯車部材194bとの間で受け渡され、短針200は、第2ロック歯車部材196aと第2ロック歯車部材196ba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198及び短針200は挿入穴202aおよび204aに滑らかに誘い込まれるよう、第1アーム機構172aおよび第2アーム機構172b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。

[0083] 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。

[0084] 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の回転運動の円弧上には、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。

[0085] 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。

[0086] 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。

[0087] 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56においては図示の都合上分離して示している。

[0088] 回転操作部材108の内周面には、第1針保持機構174aおよび第2針保持機構174b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63および図64に示すように形成されている。図63は、一对の第1アーム機構172aおよび第2アーム機構172bが開かれた状態を示し、図64は、第1アーム機構172aおよび第2アーム機構172bが閉じられた状態を示している。

[0089] 図54の縦断面図である図65、および、図55の縦断面図である図66に示すように、操作力伝達機構18は、第1針保持機構174aを回転させる回転操作力を伝達するために図63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が両端に固定された第1回転操作力伝達軸70aと、第2針保持機構174bを回転させる操作力を伝達するために図63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。また、操作力伝達機構18は、第1アーム機構172a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を基端部に有する第1開閉操作力伝達リンク72aと、第2アーム機構172b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を基端部に有する第2開閉操作力伝達リンク72bとを備えている。

[0090] 図67は、開閉操作部材106の1回転操作による第1アーム機構172aおよび第2アーム機構172b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174aおよび第2針保持機構174bの回転動作および第1針保持機構174aおよび第2針保持機構174b間での長針198および短針200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67のチ

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。

[0091] 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。

[0092] 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 1 9 8 を第 1 針保持機構 1 7 4 a によりロックした第 1 アーム機構 1 7 2 a と、糸状部材 L の第 2 位置に通された短針 2 0 0 を第 2 針保持機構 1 7 4 b でロックした第

2 アーム機構 1 7 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 6 8 はこの状態を模式的に示している。

[0093] 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 1 針保持機構 1 7 4 a の第 1 キャップ 1 8 8 a と第 2 針保持機構 1 7 4 b の第 2 キャップ 1 9 0 b が、その回転軸心 C 8、C 9 まわりに 1 回転させられる。これにより、糸状部材 L が第 1 針保持機構 1 7 4 a の第 1 キャップ 1 8 8 a と第 2 針保持機構 1 7 4 b の第 2 キャップ 1 9 0 b まわりに巻き付けられるので、ループが形成される。図 6 9 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。

[0094] 続いて、開閉操作部材 1 0 6 を 1 3 5 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 1 7 2 a と第 2 アーム機構 1 7 2 b とが閉じられる。図 7 0 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 1 7 2 a と第 2 アーム機構 1 7 2 b とが閉じられた状態において、回転操作部材 1 0 8 を所定角度の戻し操作する第 1 切替操作により、長針 1 9 8 一端が第 1 針保持機構 1 7 4 a のロック歯車部材 1 9 4 a により解放され且つ長針 1 9 8 の他端が第 2 円筒回転機構 1 7 4 b のロック歯車部材 1 9 4 b によりロックされると同時に、短針 2 0 0 の他端が第 2 針保持機構 1 7 4 b のロック歯車部材 1 9 6 b により解放され且つ短針 2 0 0 の一端が第 1 針保持機構 1 7 4 a のロック歯車部材 1 9 6 a によりロックされる。図 7 0 はこの第 1 切替操作前の状態を示し、図 7 1 はこの第 1 切替操作後の状態を示している。図 7 0 および図 7 1 において、長針 1 9 8 および短針 2 0 0 がロックされた状態が第 1 針保持機構 1 7 2 a の第 1 キャップ 1 8 8 a および第 2 キャップ 1 9 0 a 内および第 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 内の斜線で示されている。

[0095] そして、開閉操作部材 1 0 6 が 2 2 5 度付近まで操作されると、第 1 アーム機構 1 7 2 a と第 2 アーム機構 1 7 2 b とが開かれる。図 7 2 は、その第 1 アーム機構 1 7 2 a と第 2 アーム機構 1 7 2 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 1 針保持機構 1 7 4 a および第 2

針保持機構 174 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 針保持機構 174 a の第 1 キャップ 188 a と第 2 針保持機構 174 b の第 1 キャップ 188 b との間、および、第 1 針保持機構 174 a の第 2 キャップ 190 a と第 2 針保持機構 174 b の第 2 キャップ 190 b 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 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。

[0096] 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 172 a および第 2 アーム機構 172 b 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。

[0097] ここで、開閉操作部材 106 の操作により第 1 アーム機構 172 a および第 2 アーム機構 172 b 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 174 a と第 2 針保持機構 174 b 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 174 a と第 2 針保持機構 174 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 102 a と第 2 アーム機構 102 b 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M 2 が自動的に形成される。

[0098] また、上記の開閉操作部材 1 0 6 および回転操作部材 1 0 8 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 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 7 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。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 1 7 4 a と第 2 針保持機構 1 7 4 b 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 2 9 の男結び M 4 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 M 2 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 M 1 を形成することで、図 3 0 に示すような 1 段目に二重結紮 M 2、2 段目に単結紮 M 1 を持つ外科結紮 M 5 を自動的に形成することができる。

[0099] 本実施例の結び目形成装置 1 7 0 によれば、前述の実施例の結び目形成装置 1 0 と同様の効果が得られるのに加えて、第 1 針保持機構 1 7 4 a と第 2 針保持機構 1 7 4 b との間に別の部材が存在しないので、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 1 7 2 a と第 2 針保持機構 1 7 4 b 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 1 7 0 によれば、第 4 保持部材の回転軸線 C 9 は、長手基材 1 2 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 1 7 2 b の長手方向である回転軸線 C 5 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 1 7 2 b 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 1 7 2 a および第 2 アーム機構 1 7 2 b 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 C 8、C 9 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

[0100] 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。

[0101] 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 の回転操作力を一对の第 1 アーム機構 232 a および第 2 アーム機構 232 b、一对の第 1 針円板保持機構 236 a、および第 2 針円板保持機構 236 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 106 および回転操作部材 108 が操作部として機能している。

[0102] 第 1 アーム機構 232 a および第 2 アーム機構 232 b は相互に同様に構成されているので、第 1 アーム機構 232 a 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 232 a は、アーム本体 238 a、カバー 240 a、第 1 針円板保持機構 236 a、伸縮回転駆動軸 242 a を、備えている。アーム本体 238 a は、開閉連結アーム 26 a が一方に固定され且つ外向きに突き出す突軸 24 a をそれぞれ有する一对の平行プレート 110 a とその一对の平行プレート 110 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 32 a を回転可能に受け入れる貫通穴 28 a が形成されたジョイント受け部材 112 a とを基端部に有し且つ第 1 針円板支持機構 236 a を先端部に有する。カバー 240 a は、アーム本体 238 a の対向面を覆うようにアーム本体 238 a に固定されている。第 1 針円板保持機構 236 a は、アーム本体 238 a およびカバー 240 a 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 232 a および第 2 アーム機構 232 b の開閉面に平行且つ第 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 242 a は、アーム本体 238 a とカバー 240 a との間に、貫通穴 28 a 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 32 a が連結され、先端にピニオン 184 a が固定されている。

[0103] 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。

[0104] 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 263 a が一箇所形成されている。また、カバー 240 a 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。

[0105] 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。

[0106] 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 264a の上端部および下端部以外の位置では、係合溝 52 と長穴 264a との係合によって引き抜き不能とされている。なお、長穴 264a 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。

[0107] 本実施例では、針50は、第1針円板保持機構236aの偏心板268aと第2針円板保持機構236bの偏心板268bとの間で受け渡され、針51は、第1針円板保持機構236aの長穴264aと第2針円板保持機構236b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236aの傘歯車252aに設けられた中心穴276aのD字状断面は、第2針板保持機構236bの傘歯車252bに設けられた中心穴276bのD字状断面に対して位相がずらされている。

[0108] これにより、針50は、カバー240aに形成された貫通穴266aと偏心板268の外周縁に形成された円弧状切欠き270aとが一致したときに第1針円板保持機構236a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252aの中心穴276aのD字状断面と長穴264a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252aの中心穴276aに嵌合された針51は偏心板268aと共に回転してその係合溝52が長穴264aに係合するので、ロック状態となる。

[0109] 本実施例では、第1針円板保持機構236aにおいて、カバー240aの貫通穴266aが形成された部分と、偏心板268aの円弧状切欠き270a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236bにおいて、カバー240bの貫通穴266b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。

[0110] 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。

[0111] 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。

[0112] 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。

[0113] 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236b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232aおよび第2アーム機構232b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83は約135度、図84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。

[0114] 以上のように構成された結び目形成装置 230 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。

[0115] 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 232b の第 2 針円板保持機構 236b によって針 50 をロックし、且つ針付円板 234 を下方へ移動させた状態から、第 1 アーム機構 232a と第 2 アーム機構 232b とを閉じる。これにより、第 1 アーム機構 232a の先端部と第 2 アーム機構 232b 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 50 で貫通させる。次いで、第 1 アーム機構 172a の第 1 針円板保持機構 236a によって針 50 をロックし、第 2 アーム機構 172b の第 2 針円板保持機構 236a によって針 51 をロックした状態で、第 1 アーム機構 232a と第 2 アーム機構 232b 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 232a、第 2 アーム機構 232b、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 針円板保持機構 236a によりロックした第 1 アーム機構 232a と、糸状部材 L の第 2 位置に通された針 51 を第 2 針円板保持機構 236b でロックした第 2 アーム機構 232b 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 88 はこの状態を模式的に示している。

[0116] 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 2 針円板保持機構 236b に保持されている針 51 を有する針付円板 234 が、その回転軸心 C9 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。

[0117] 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 232 a と第 2 アーム機構 232 b 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 232 a と第 2 アーム機構 232 b 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 236 a の偏心板 268 a により解放され且つ針 50 の他端が第 2 針円板保持機構 236 b の偏心板 268 a 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 236 b の傘歯車 252 b 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 236 a の傘歯車 252 a の回転によりロックされる。図 90 はこの第 1 切替想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 よび針 51 がロックされた状態が第 1 アーム機構 232 a および第 2 アーム機構 232 b 内の斜線で示されている。

[0118] 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 232 a と第 2 アーム機構 232 b とが開かれる。図 92 は、その第 1 アーム機構 232 a と第 2 アーム機構 232 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 1 アーム機構 232 a 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 232 a の第 1 針円板保持機構 236 a と第 2 アーム機構 232 b の第 2 針円板保持機構 236 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 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 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。

[0119] たとえばこの段階で、糸状部材 L を第 1 アーム機構 172 a 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。

[0120] 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。

[0121] 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。

- [0122] 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

- [0123] 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。
- [0124] 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。
- [0125] 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。

[0126] また、前述の実施例の移動部材 7 8 は、円筒状の長手基材 1 2 内からその長手基材 1 2 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 1 4 a および第 2 アーム機構 1 4 b 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 1 4 a および第 2 アーム機構 1 4 b 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転可能に設けられたものであってもよい。

[0127] また、前述の実施例の結び目形成装置 1 0、1 0 0、1 7 0、2 3 0 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 3 6 a および 3 6 b、第 1 円筒回転機構 1 0 4 a および第 2 円筒回転機構 1 0 4 b、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、第 1 針円板保持機構 2 3 6 a および第 2 針円板保持機構 2 3 6 b 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。

[0128] 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

- [0129] 1 0 : 結び目形成装置
1 2 : 長手基材 (ベース部)
1 2 a、1 2 b : 部分円筒部材
1 4 a : 第 1 アーム機構
1 4 b : 第 2 アーム機構
1 6 : 操作部材 (操作部)
1 8 : 操作力伝達機構
2 2 a、2 2 b : 支持穴
2 4 a、2 4 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）
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
70 b : 第2回転操作力伝達軸
71 a、71 b : カム係合部
72 a : 第1開閉操作力伝達リンク
72 b : 第2開閉操作力伝達リンク

74 a、74 b : 押上部
75 a、75 b : カム係合部
76 a : 第1プッシュロッド
76 b : 第2プッシュロッド
78 : 移動部材
78 a : 長線部
78 b : 短線部
78 c : 操作突起部
80 : 長穴
82 a : ガイド穴
82 : 受け部材
100 : 結び目形成装置
102 a : 第1アーム機構
102 b : 第2アーム機構
104 a : 第1円筒回転機構 (ループ形成手段)
104 b : 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
110 a、110 b : 平行プレート
112 a、112 b : ジョイント受け部材
114 a、114 b : アーム本体
116 a、116 a : 開口
118 a、118 b : カバー
120 a、120 b : ピニオン
122 a、122 b : 回転駆動軸
124 a、124 b : 円筒状軸受
126 a、126 b : 中心軸部
128 a、128 b : 円筒部材

- 130a、130b：ロックフランジ
- 132a、132b：傘歯車部材
- 134a、134b：環状スロット
- 136a、136b：ガイドプレート
- 138a、138b：スプリング
- 139a、140a、139b、140b：外側円弧状切欠き
- 142a、144a：内側円弧状切欠き
- 146a、48a：内側矩形切欠き
- 150a、152a：針受入溝
- 170：結び目形成装置
- 172a：第1アーム機構
- 172b：第2アーム機構
- 174a：第1針保持機構（ループ形成手段）
- 174b：第2針保持機構（ループ形成手段）
- 176a：第1軸受部
- 178a、174b：アーム本体
- 180a：第2軸受け部
- 182a、182b：カバー
- 184a、184b：ピニオン
- 186a、186b：回転駆動軸
- 188a：第1キャップ
- 190a：第2キャップ
- 192a：回転軸
- 194a：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

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

2 6 6 a、2 6 6 b : 貫通穴

2 6 8 a、2 6 8 b : 偏心板

2 7 0 a、2 7 0 b : 円弧状切欠き

2 7 2 a、2 7 2 b : 円穴

2 7 4 a、2 7 4 b : ローラ

2 7 6 a、2 7 6 b : 中心穴

3 0 0 : 結び目形成装置

T : 生体組織

L : 糸状部材 (被結紮部材)

A : 第 1 交差位置

B : 第 2 交差位置

M 1 : 単結紮 (結び目)

M 2 : 二重結紮 (結び目)

M 3 : 女結び (結び目)

M 4 : 男結び (結び目)

M 5 : 外科結紮 (結び目)

C 1 : 長手基材の軸心線

C 2 : 第 1 アーム機構の回動中心である支持穴の軸心線

C 3 : 第 2 アーム機構の回動中心である支持穴の軸心線

C 4 : 第 1 アーム機構 1 4 a 長手方向である回転軸線

C 5 : 第 2 アーム機構 1 4 b の長手方向である回転軸線

C 6 : 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、

前記第1アーム機構および第2アーム機構のうちの少なくとも一方に備えられ、前記被結紮体の前記第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第1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第2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]

前記ループ形成手段が形成した前記被結紮体のループと前記被結紮体の第1位置とを相対的に移動させる移動部材を備え、

前記移動部材は、前記被結紮体を前記第1アーム機構または第2アーム機構に沿って前記ベース部から離れる方向へ移動させるものである

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の結び目形成装置。

[請求項5] 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1周形成する

ことを特徴とする請求項1から5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、前記ループを2周形成する

ことを特徴とする請求項6の結び目形成装置。

[請求項8] 前記ループ形成手段は、一回目のループ形成においては、前記ループを2周形成し、二回目のループ形成においては、前記ループを1周形成する

ことを特徴とする請求項4または5の結び目形成装置。

[請求項9] 前記ループ形成手段は、前記第1保持部材、前記第2保持部材、前記第3保持部材、前記第4保持部材のうちの少なくとも1つを、所定の回転軸まわりに回転させるものである

ことを特徴とする請求項1から8のいずれか1の結び目形成装置。

[請求項10] 前記第1アーム機構および前記第2アーム機構はそれらの開閉面内で相対移動させられるものであり、

前記回転軸は、前記第1アーム機構および前記第2アーム機構の前記開閉方向に平行方向である

ことを特徴とする請求項 9 の結び目形成装置。

[請求項11] 前記第 1 アーム機構および前記第 2 アーム機構はそれらの開閉面内で相対移動させられるものであり、前記回転軸は、前記第 1 アーム機構および前記第 2 アーム機構のアームの長手方向と平行な方向であることを特徴とする請求項 9 の結び目形成装置。

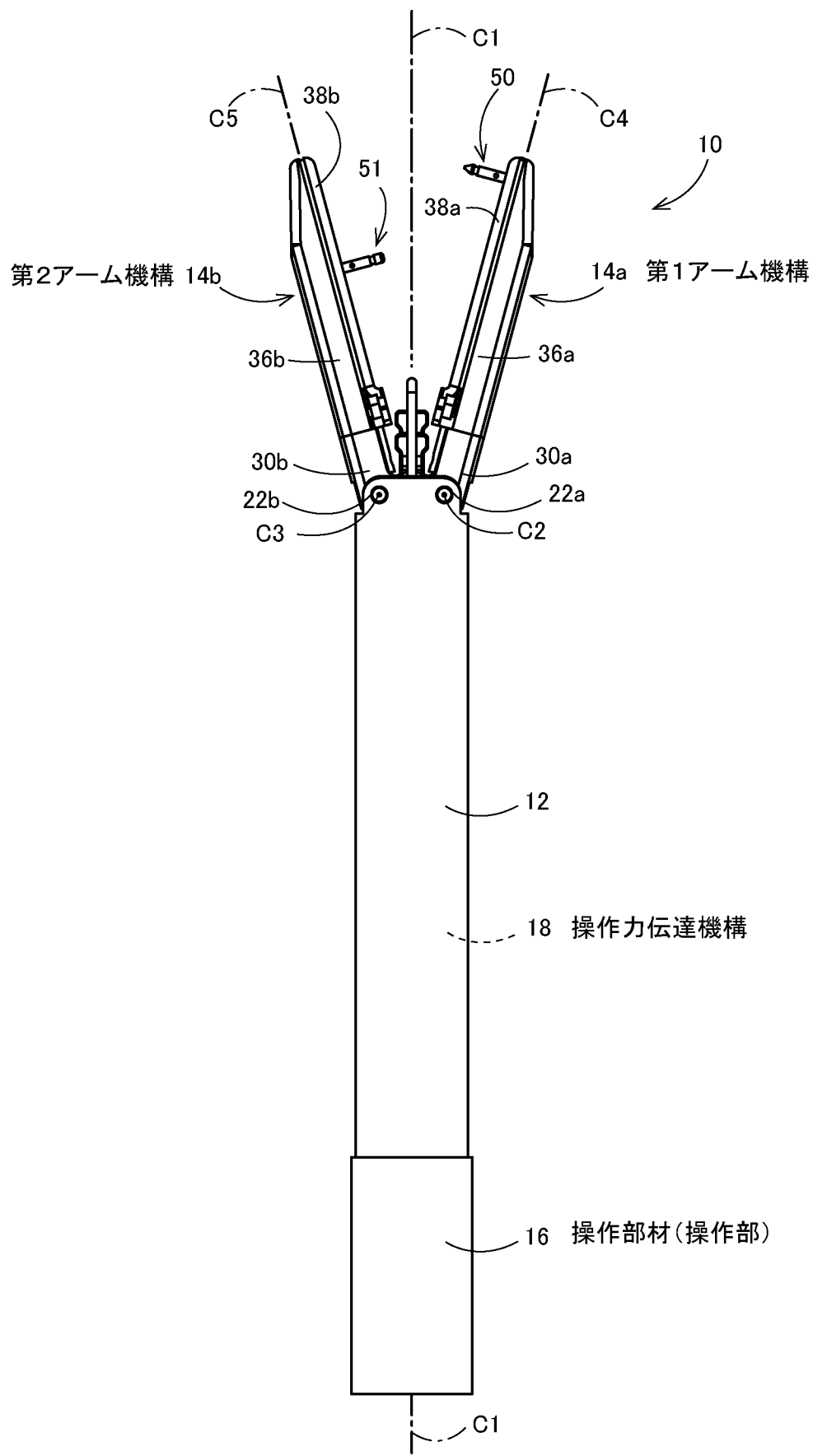
[請求項12] 前記第 1 アーム機構および前記第 2 アーム機構はそれらの開閉面内で相対移動させられるものであり、前記回転軸は、前記第 1 アーム機構および前記第 2 アーム機構の前記開閉面に直交、且つ前記アームの長手方向と平行な方向に交差する方向である

ことを特徴とする請求項 9 の結び目形成装置。

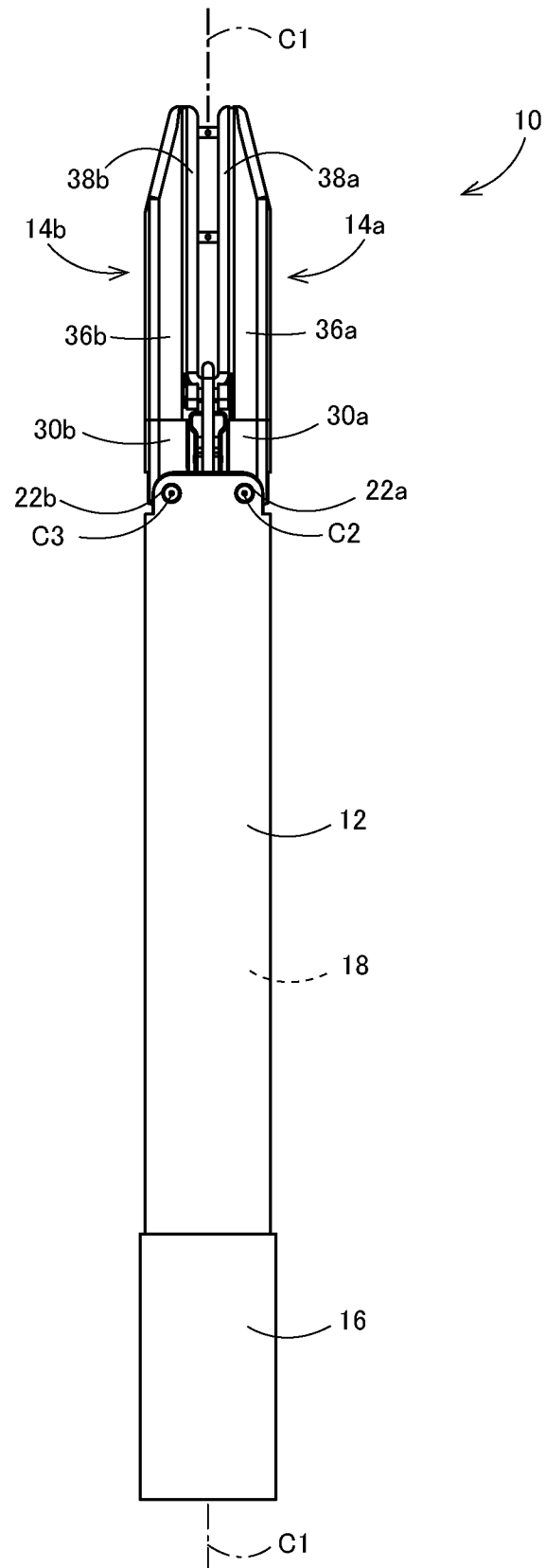
[請求項13] 前記ループ形成手段は、前記被結紮体の前記第 2 位置を保持し、前記第 3 保持部材および第 4 保持部材により着脱可能に保持される回転部材であり、
前記回転部材の回転により前記被結紮体のループが前記回転部材まわりに形成される

ことを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか 1 の結び目形成装置。

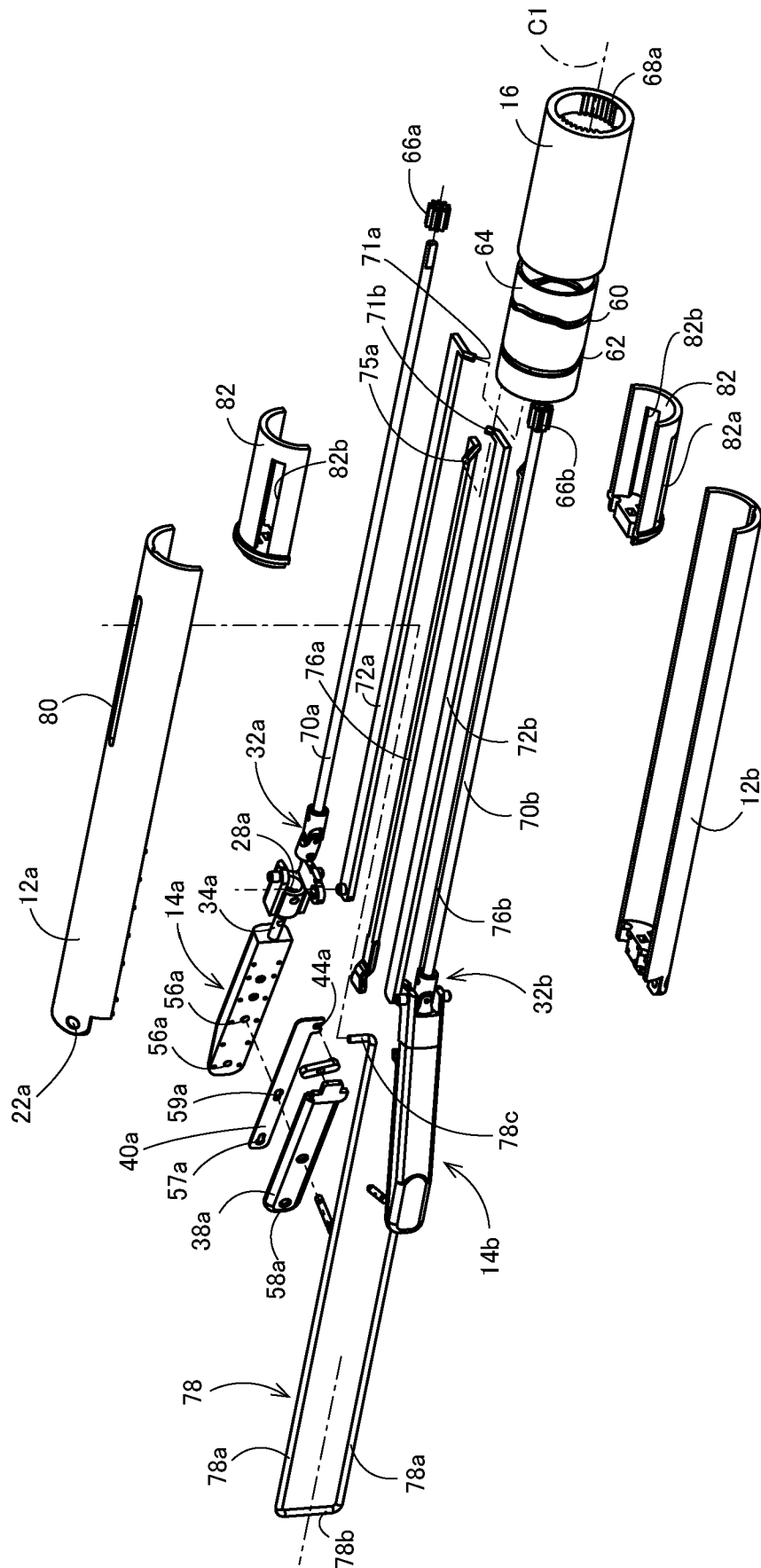
[図1]



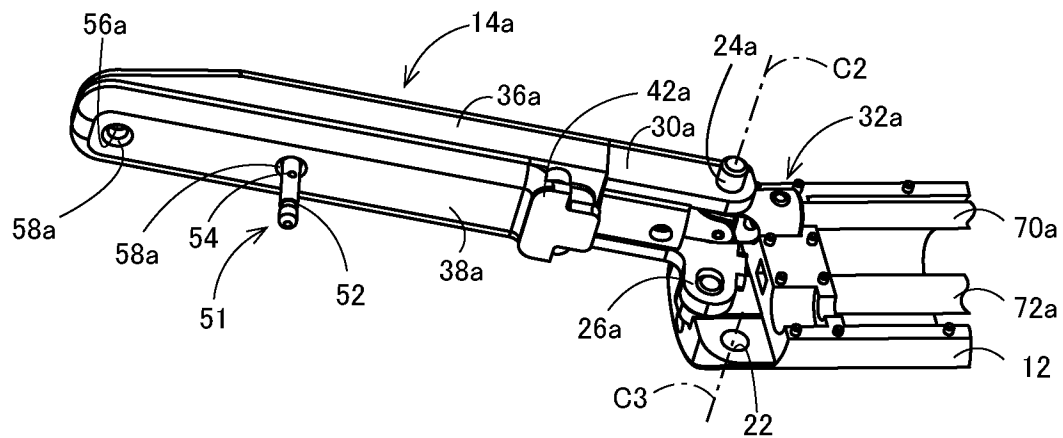
[図2]



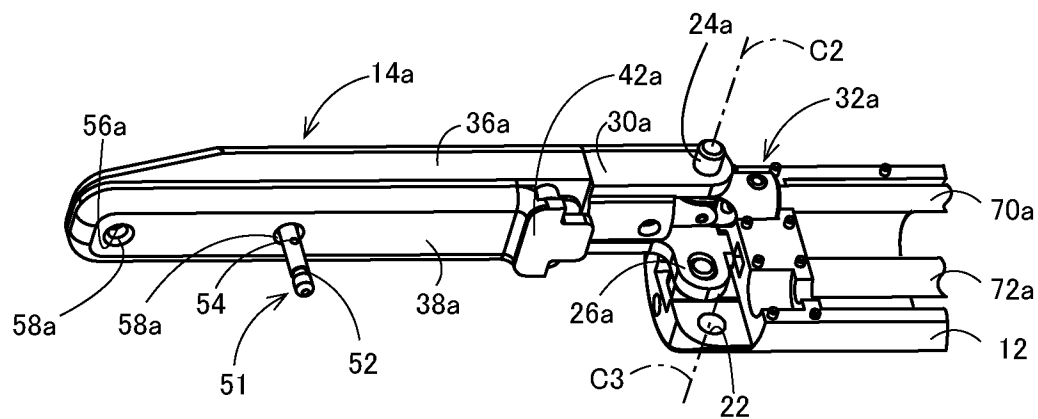
[図3]



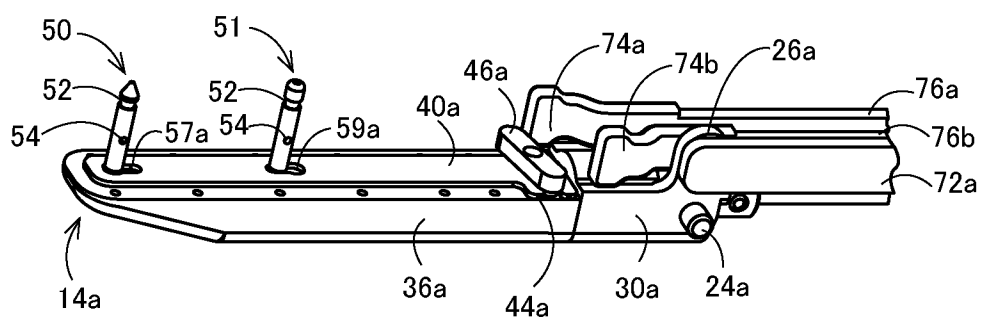
[図4]



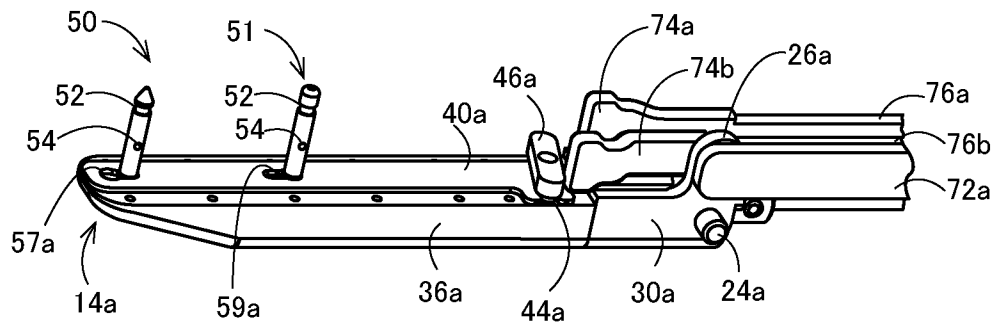
[図5]



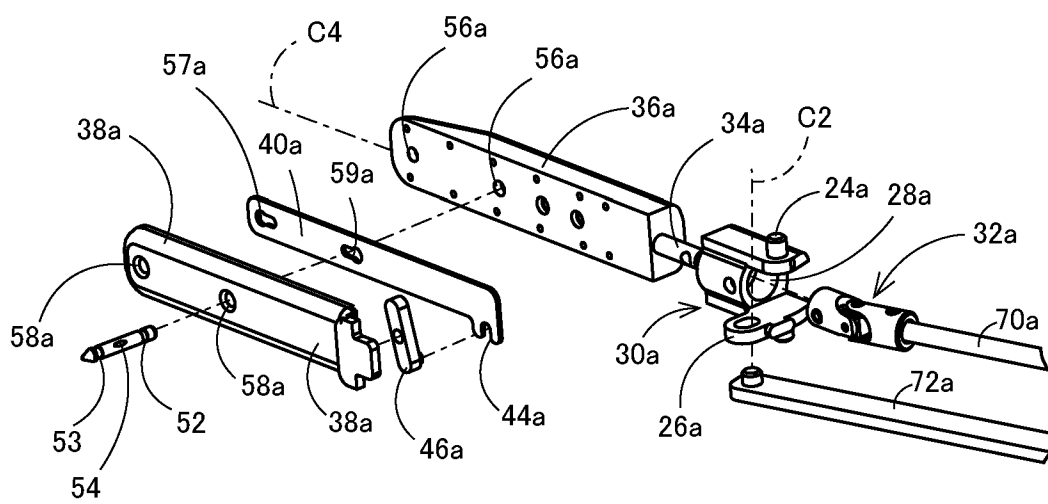
[図6]



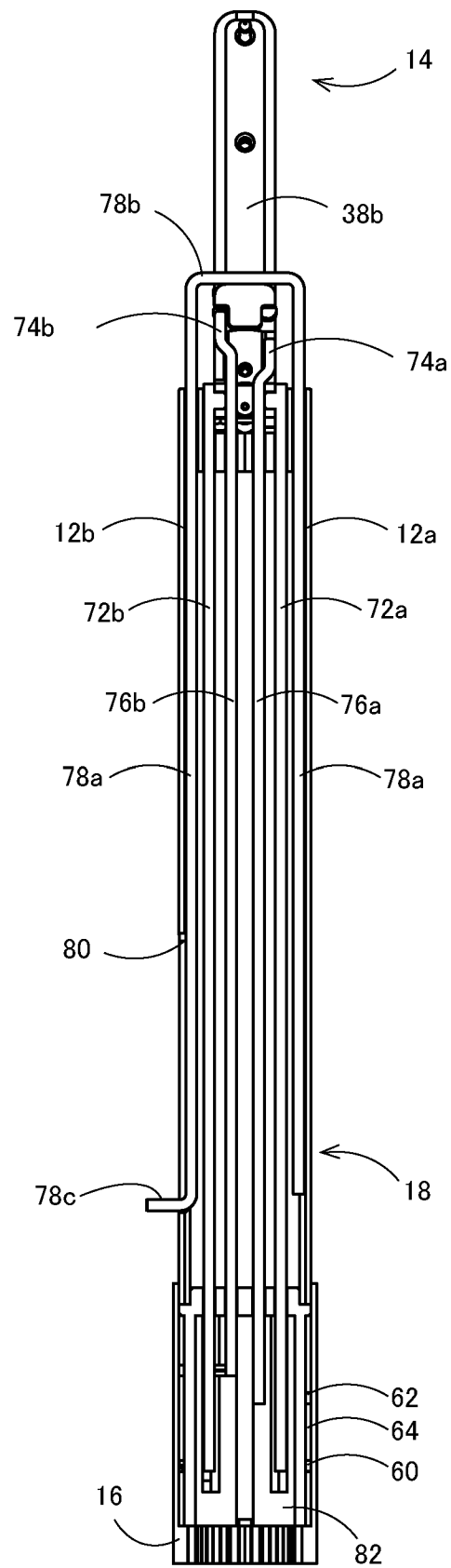
[図7]



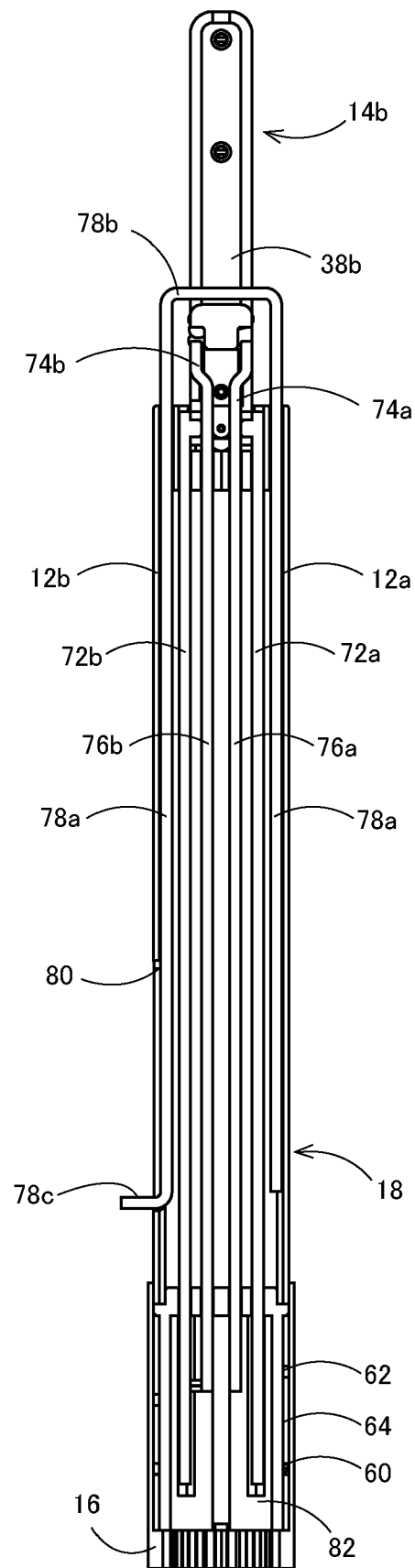
[図8]



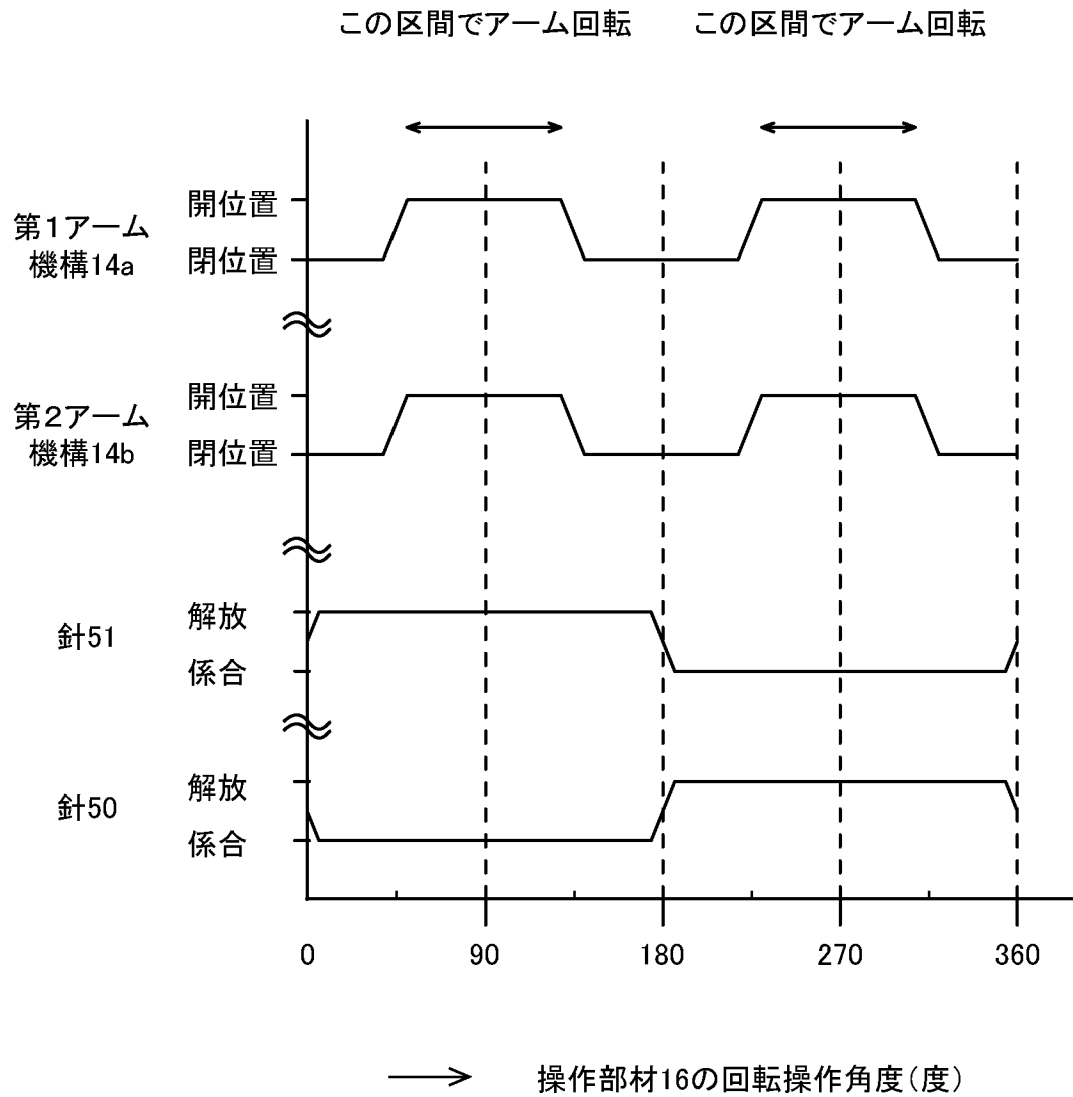
[図9]



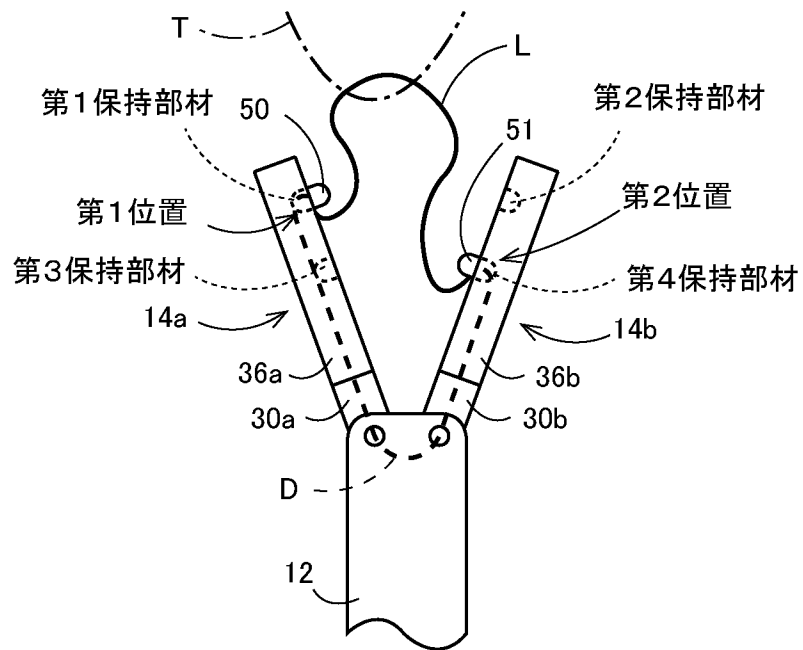
[図10]



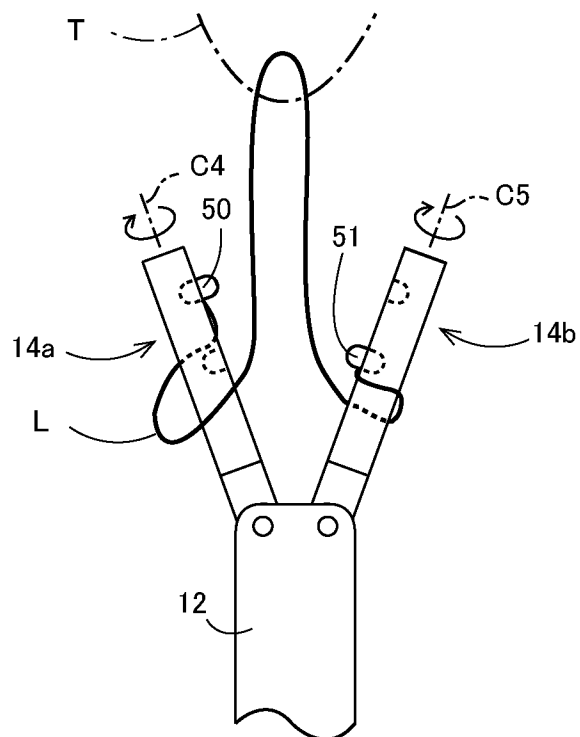
[図13]



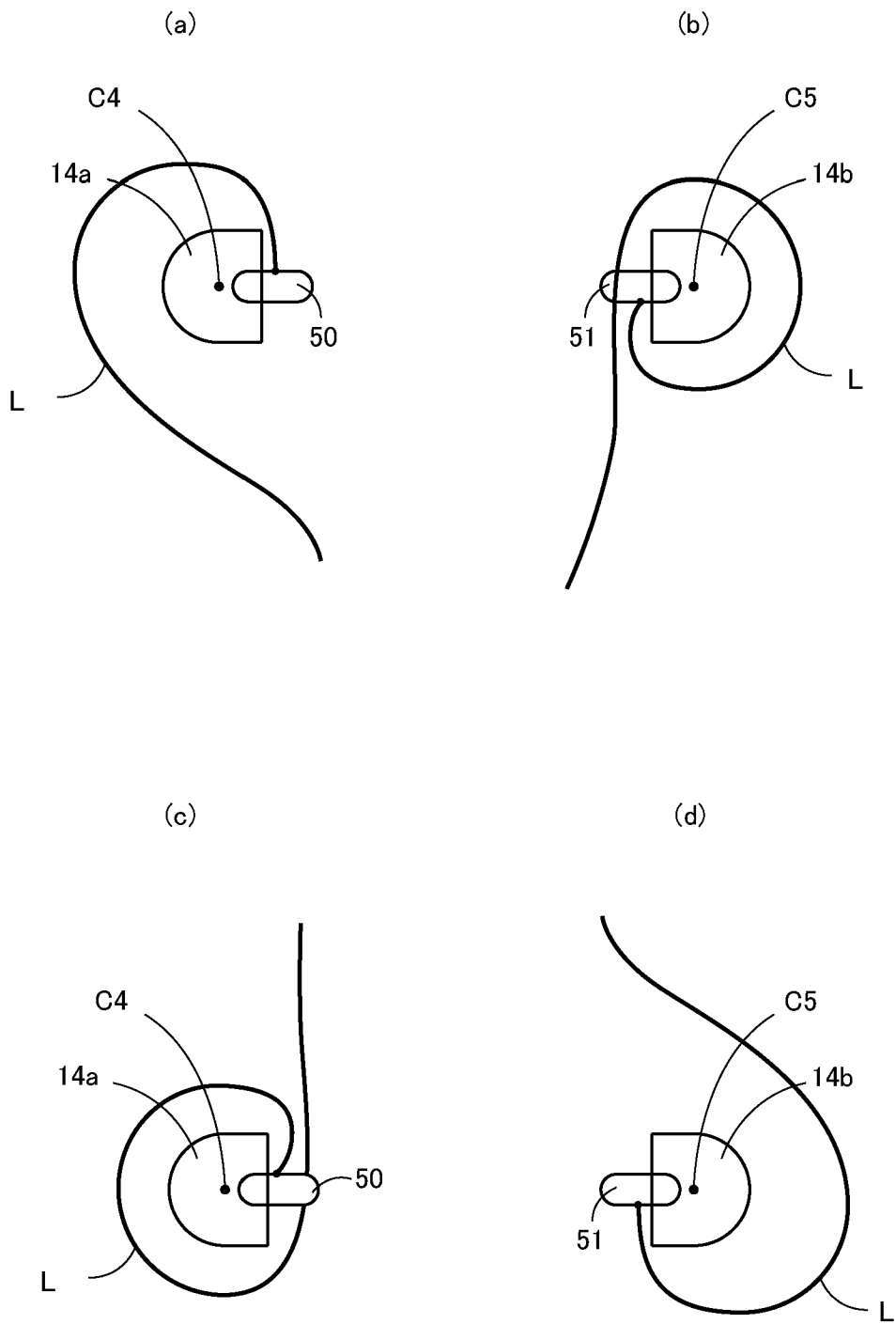
[図14]



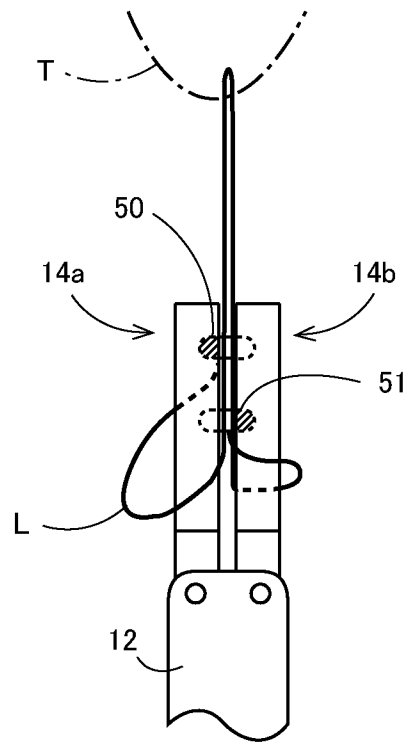
[図15]



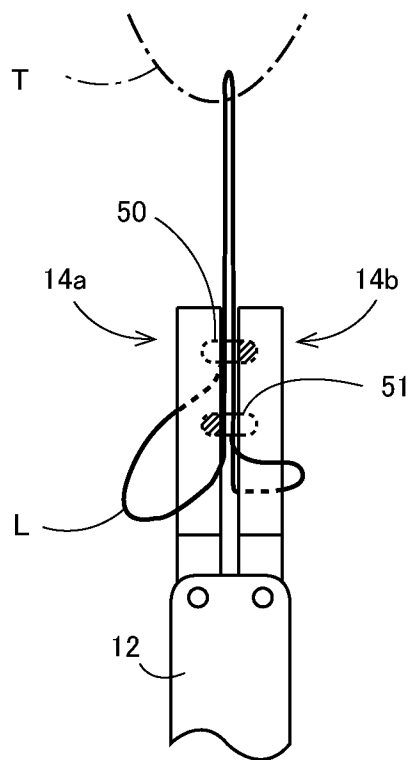
[図16]



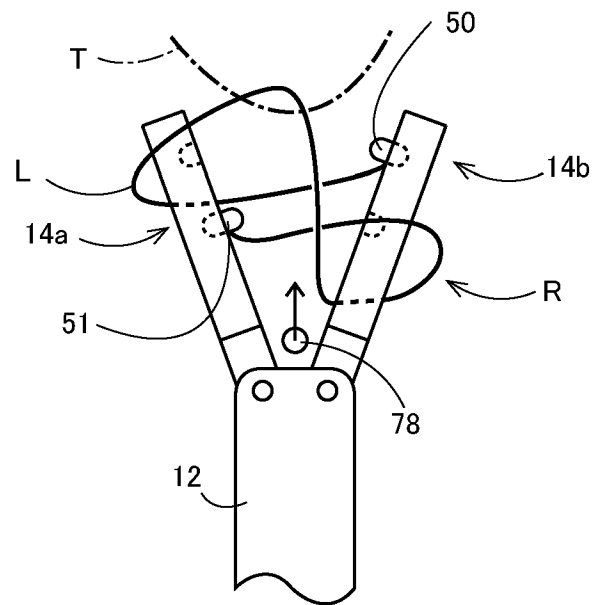
[図17]



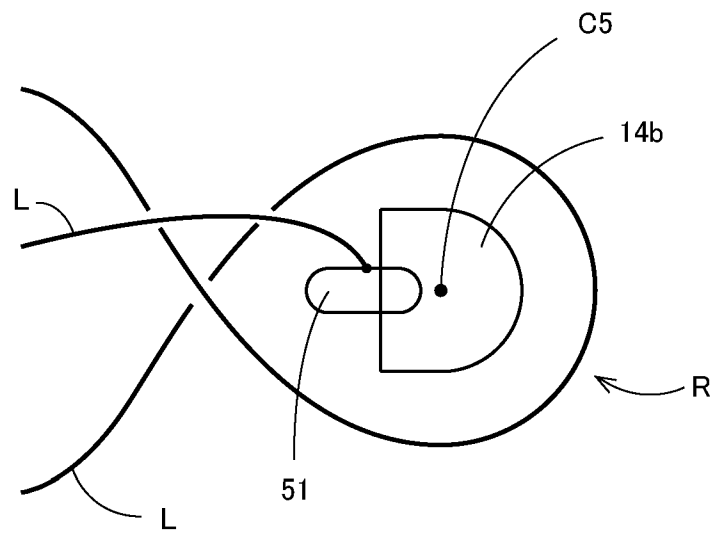
[図18]



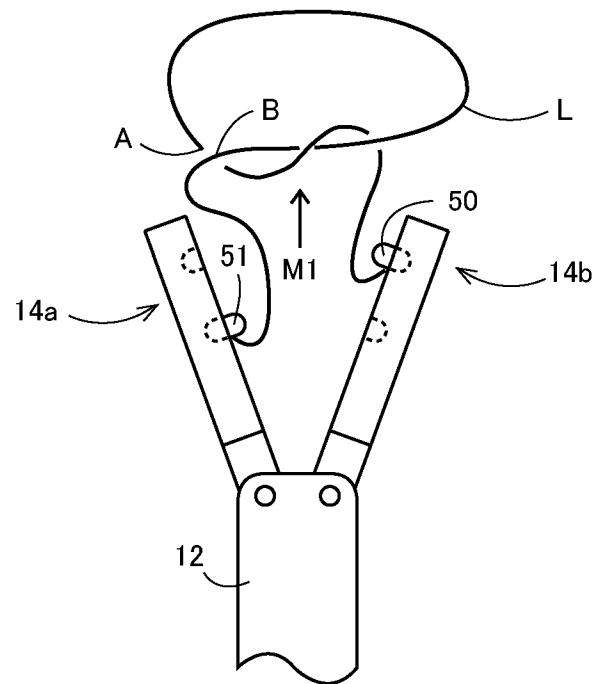
[図19]



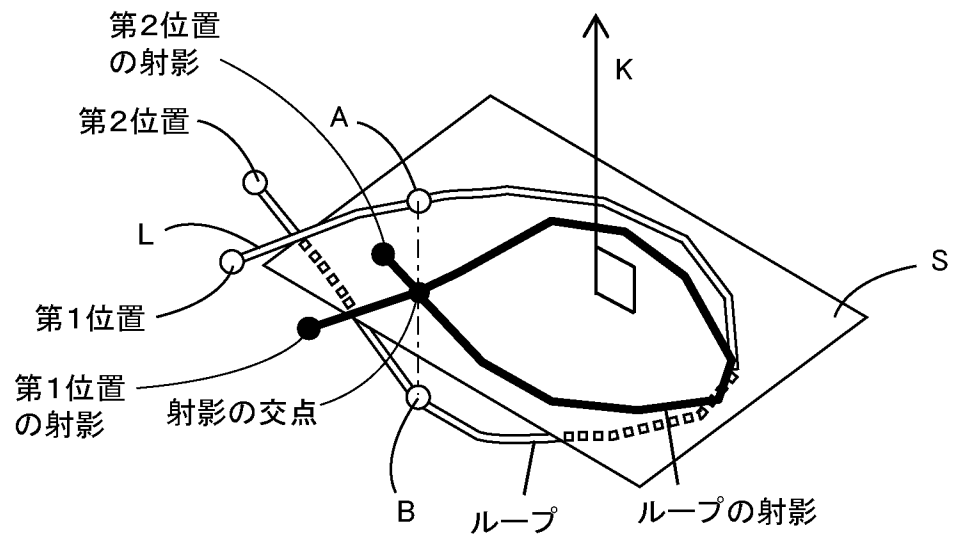
[図20]



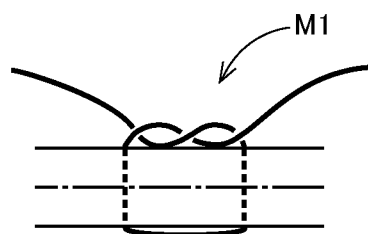
[図21]



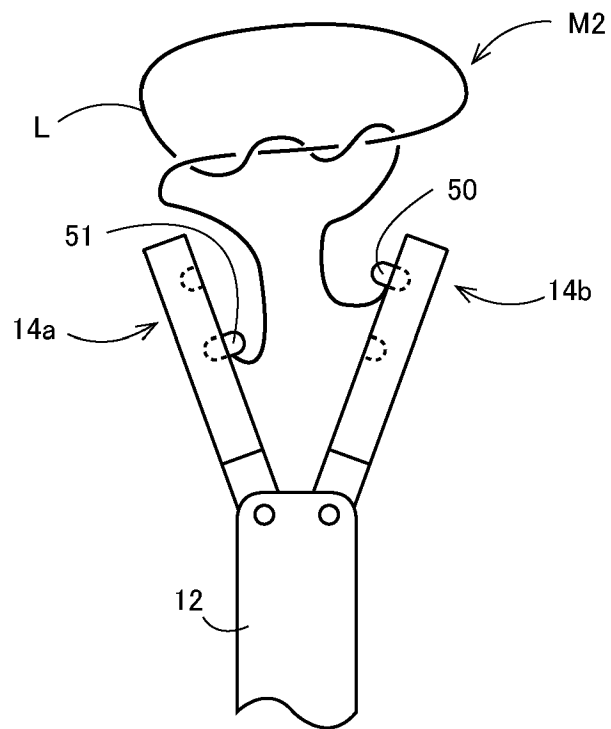
[図22]



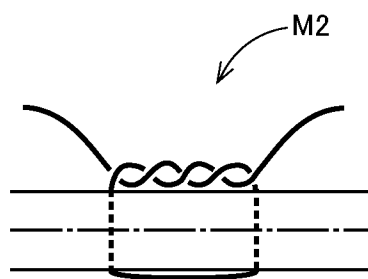
[図23]



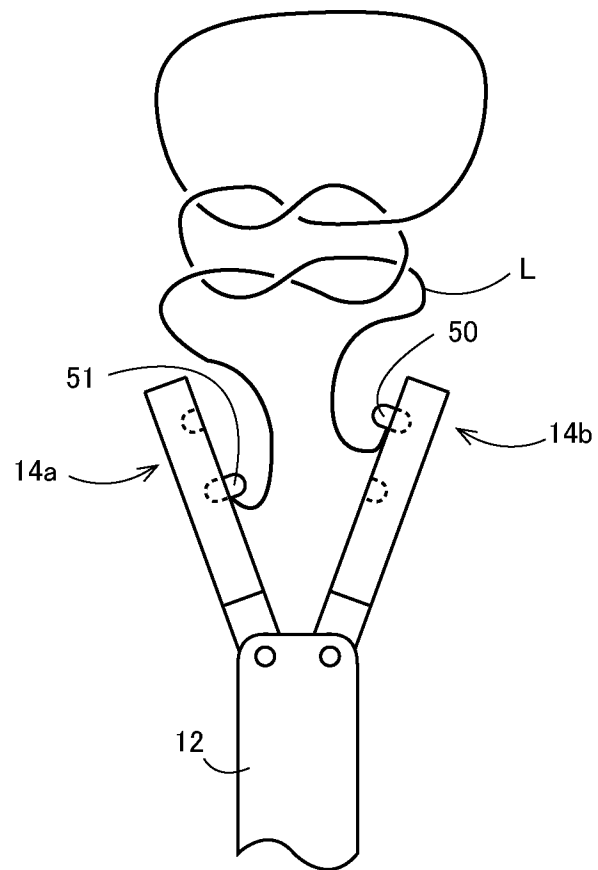
[図24]



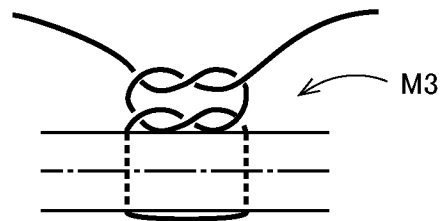
[図25]



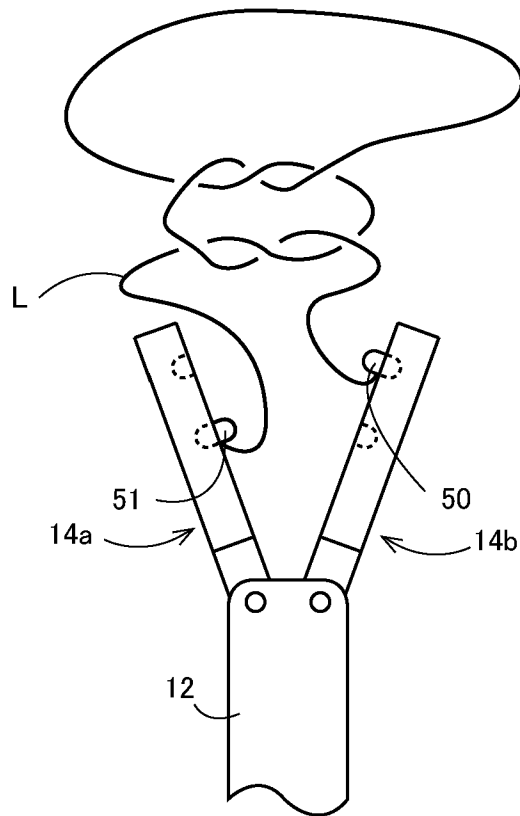
[図26]



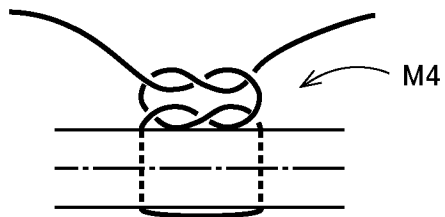
[図27]



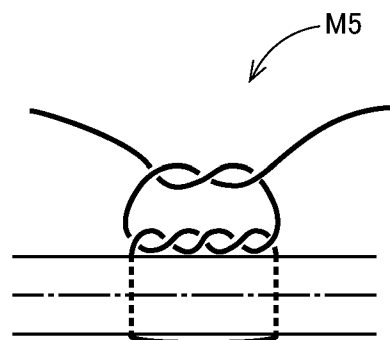
[図28]



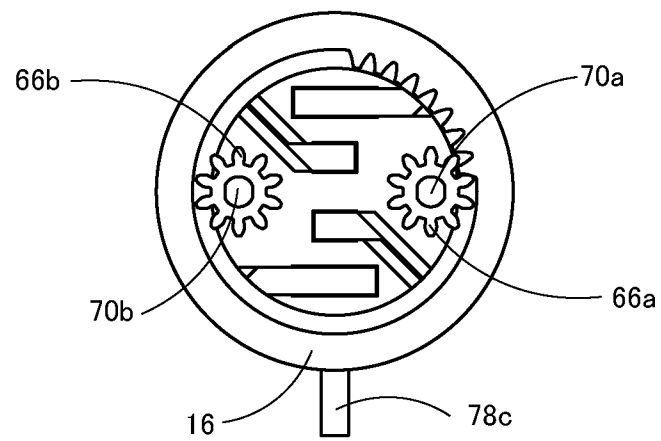
[図29]



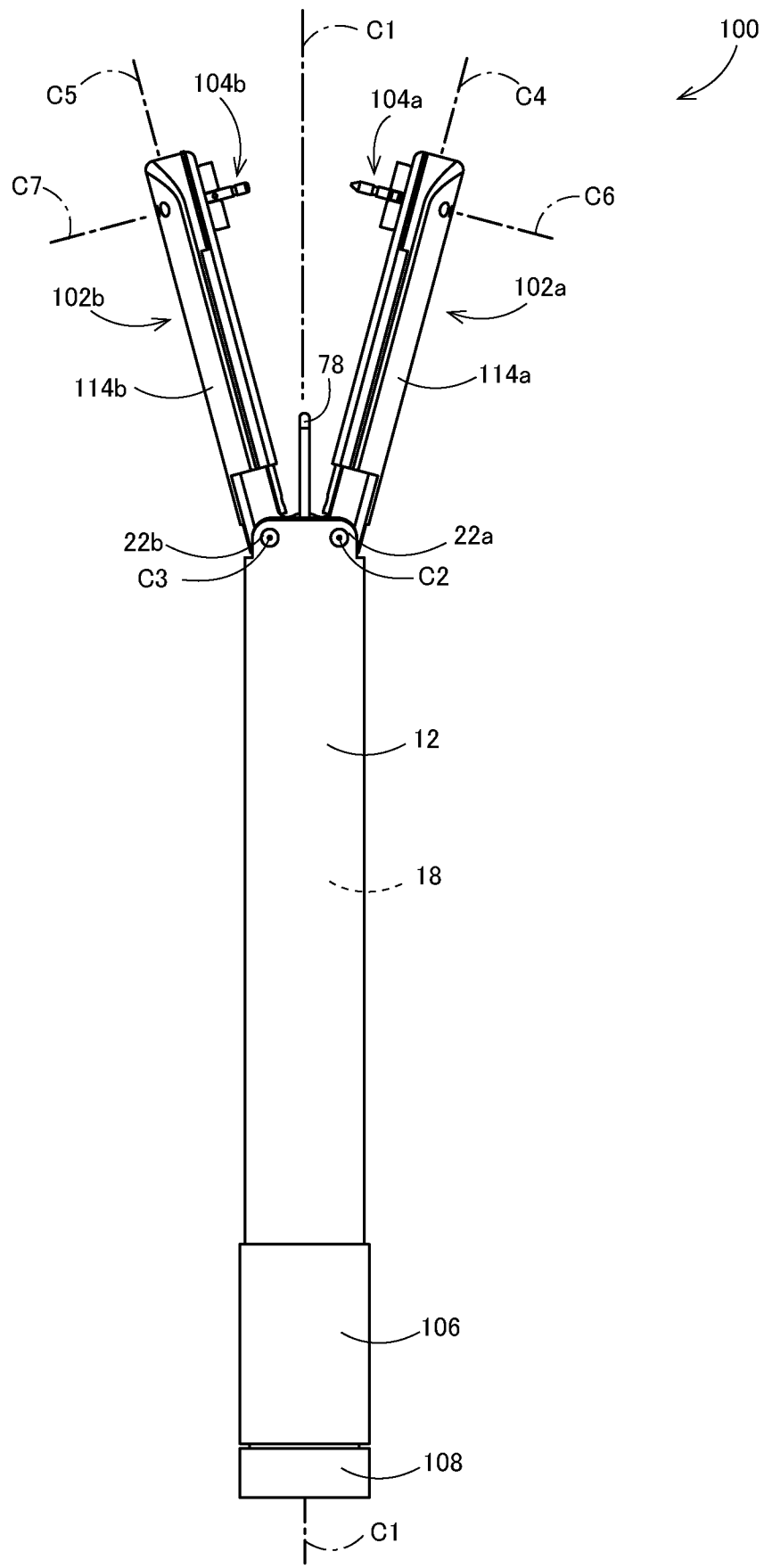
[図30]



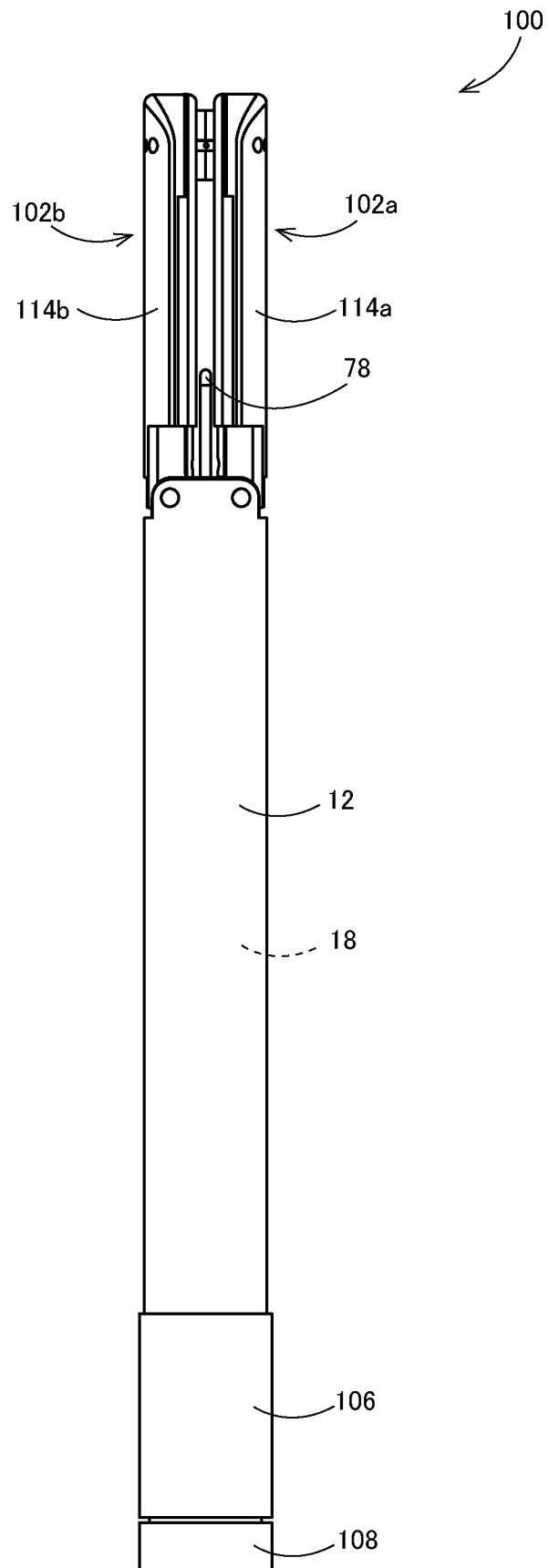
[図31]



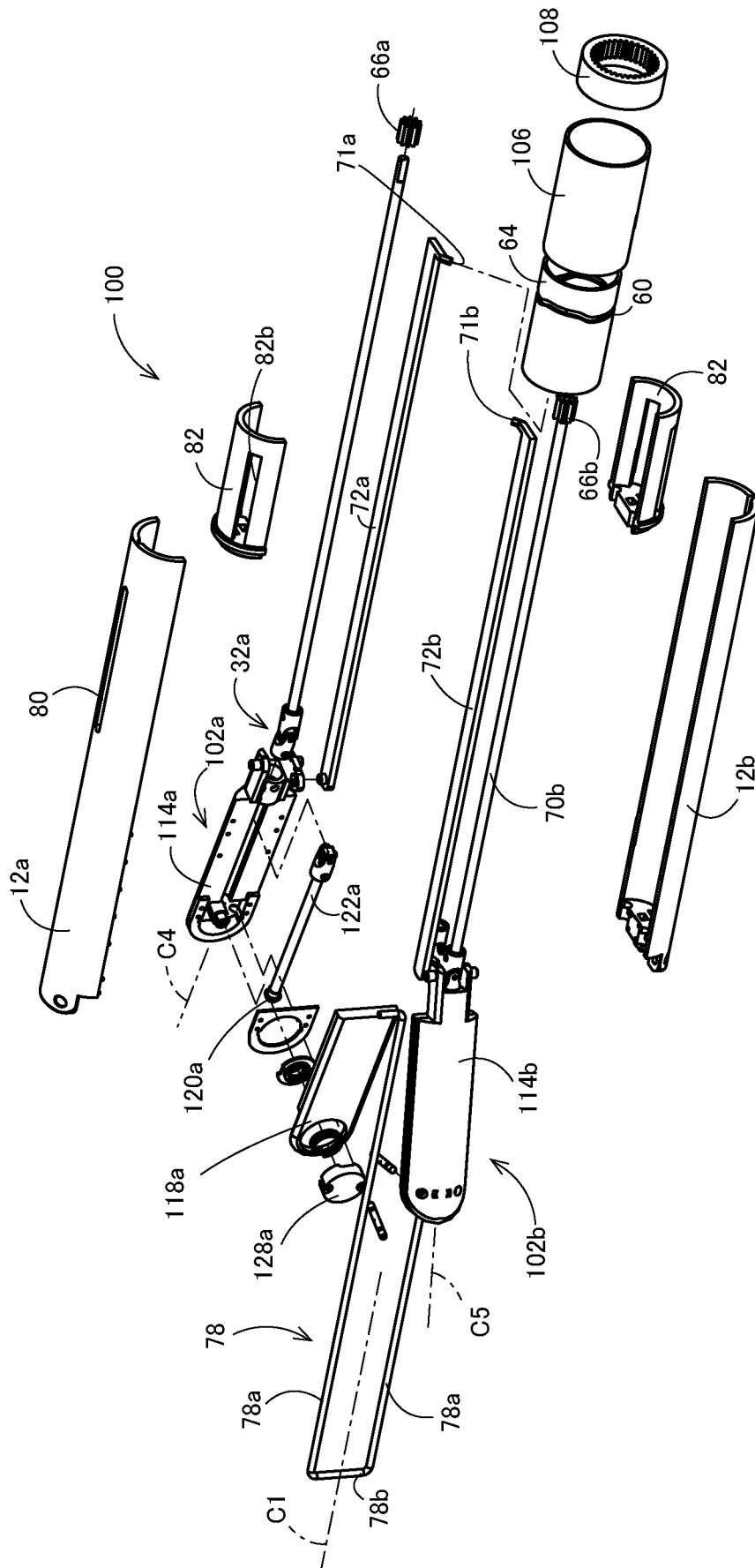
[図32]



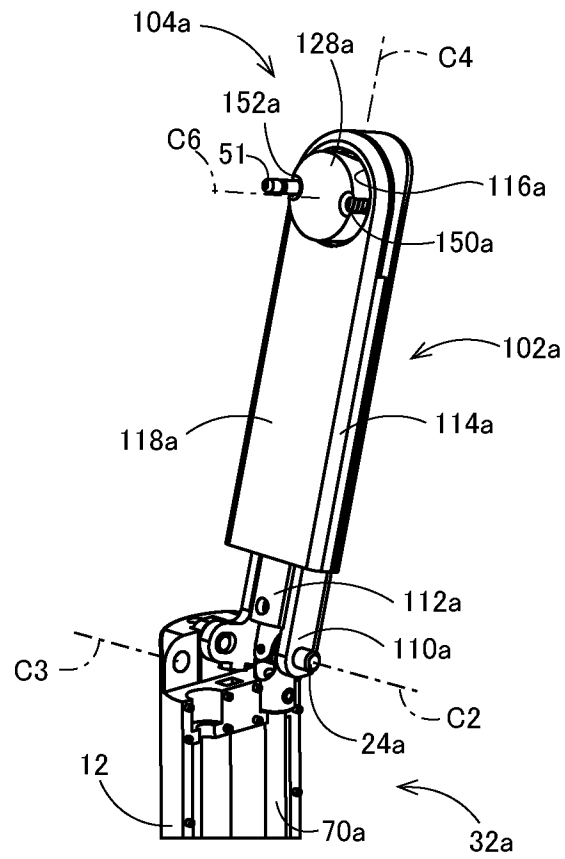
[図33]



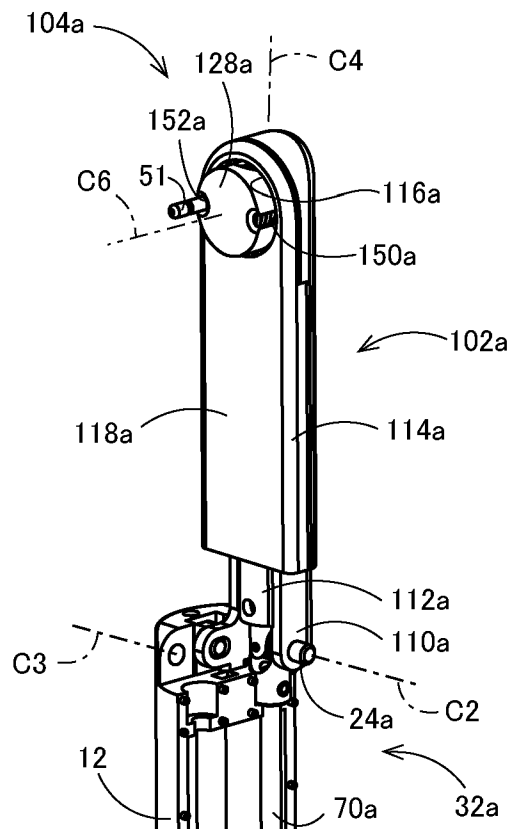
[図34]



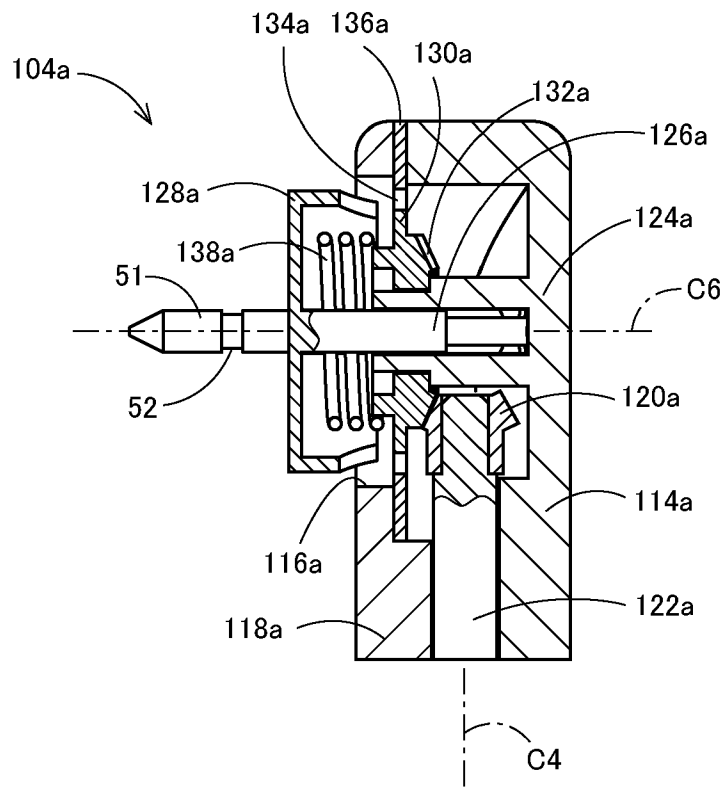
[図35]



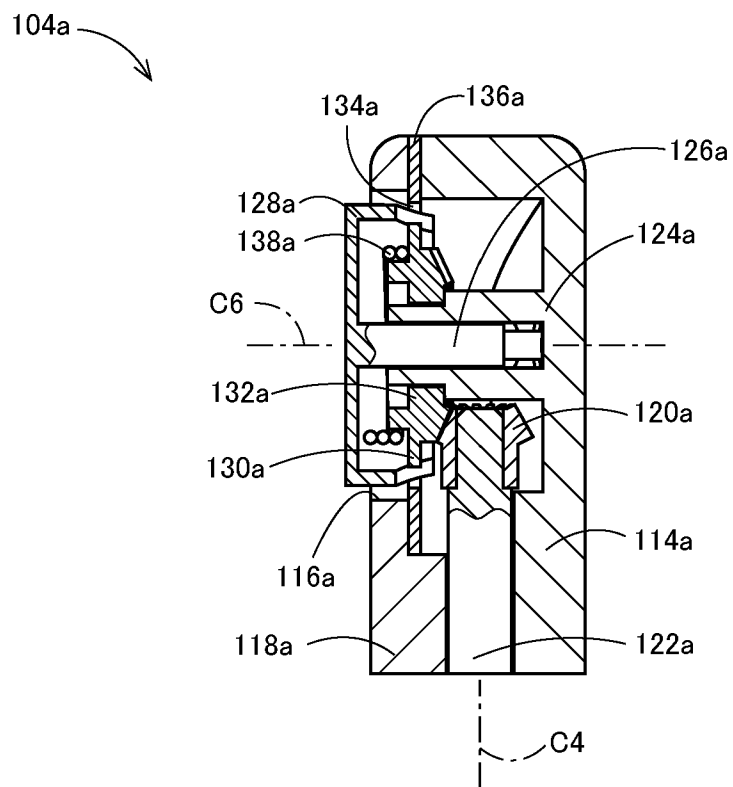
[図36]



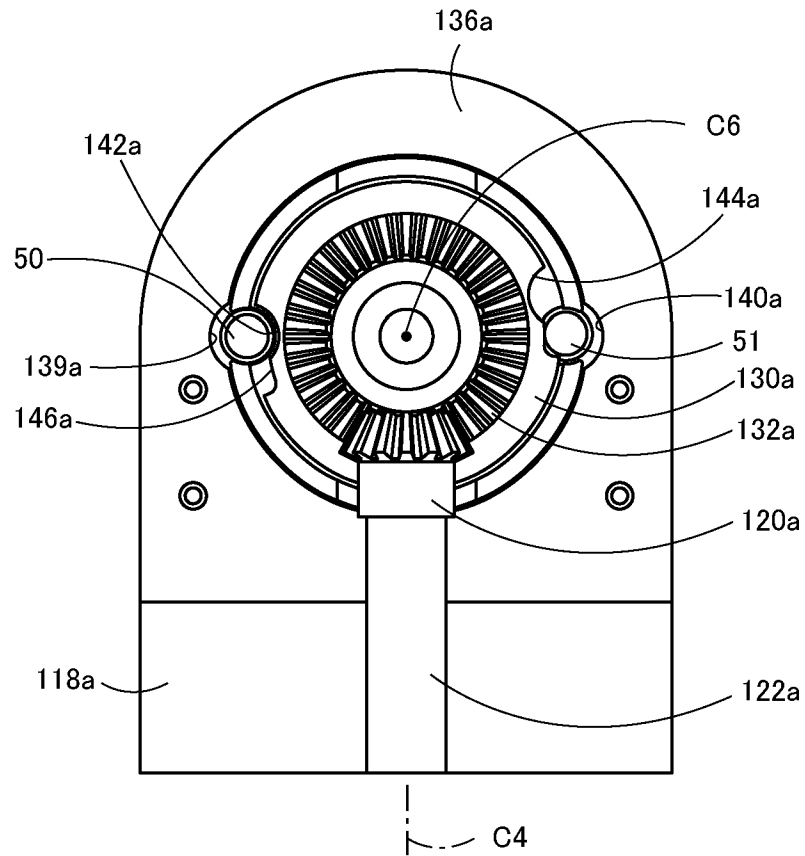
[図37]



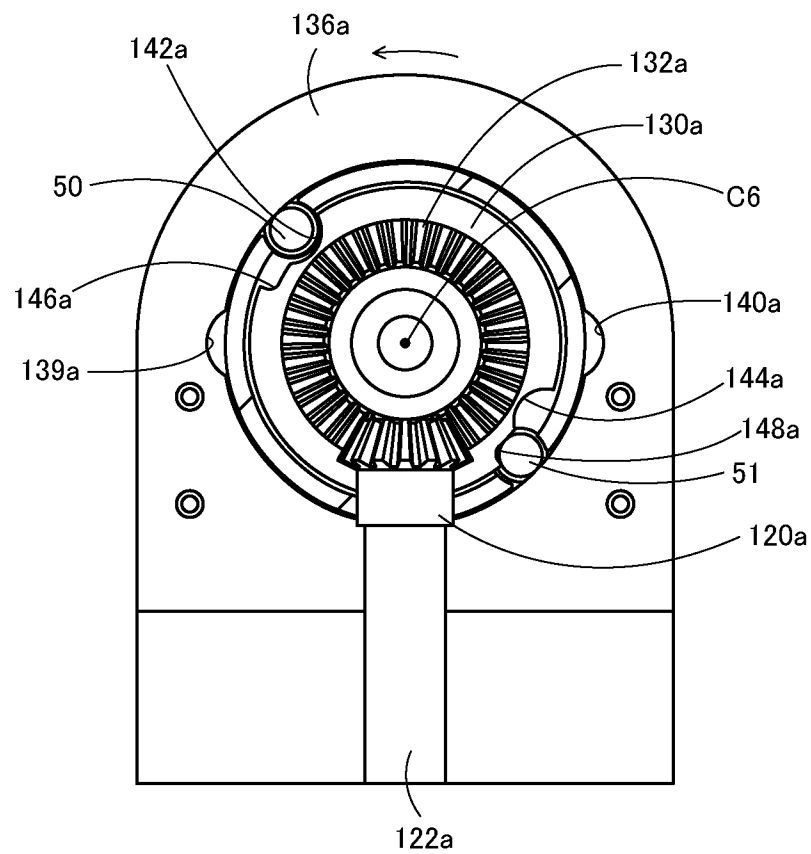
[図38]



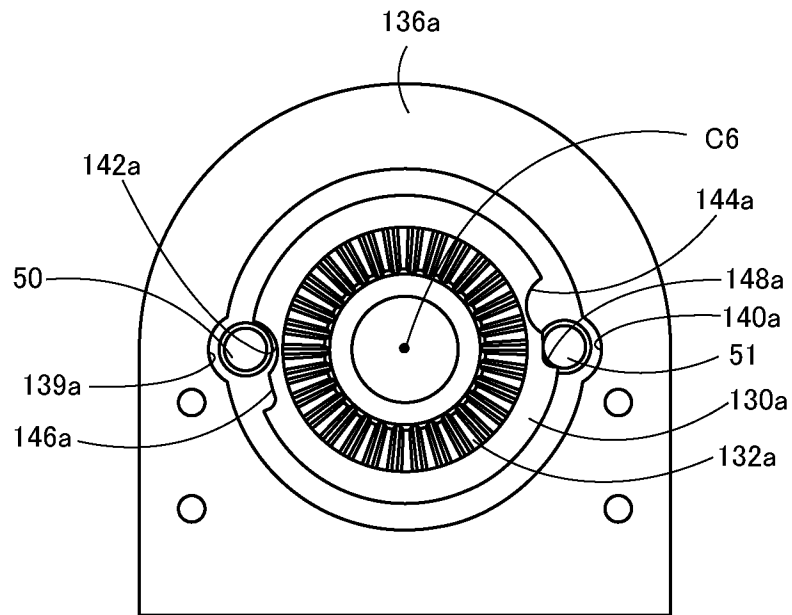
[図39]



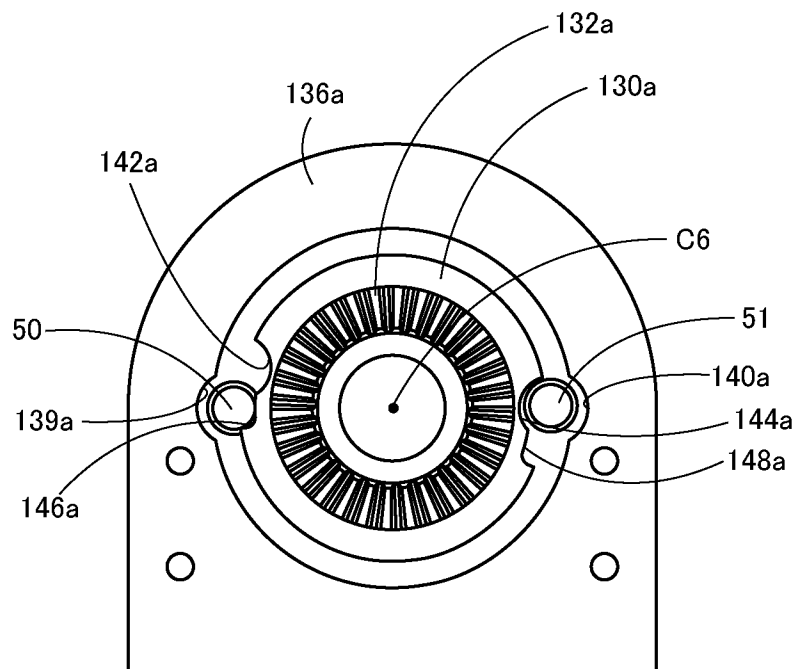
[図40]



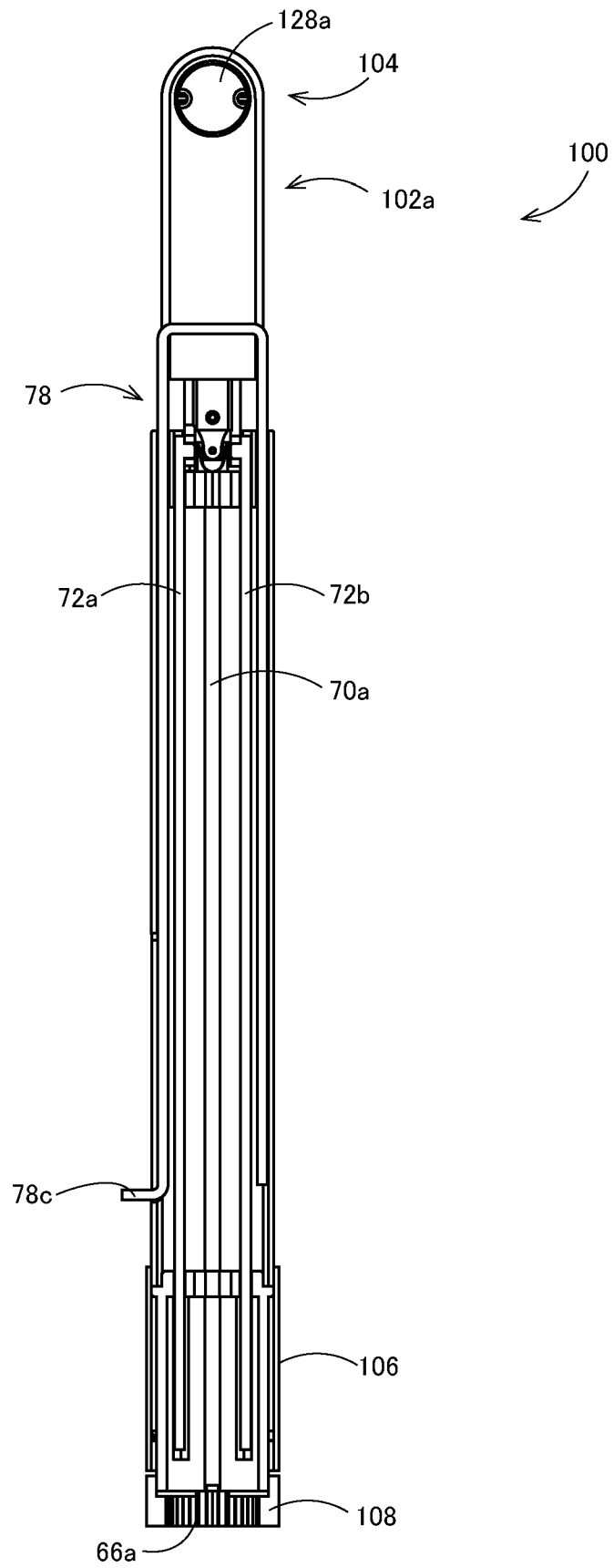
[図41]



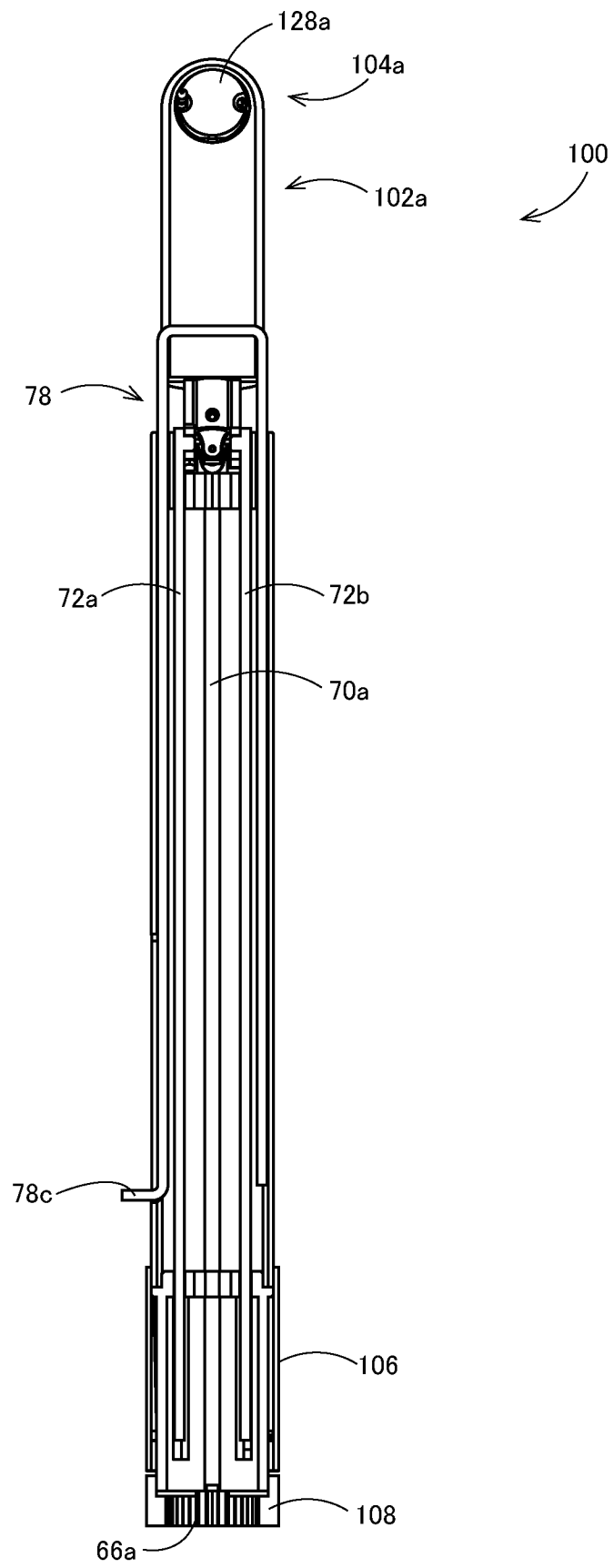
[図42]



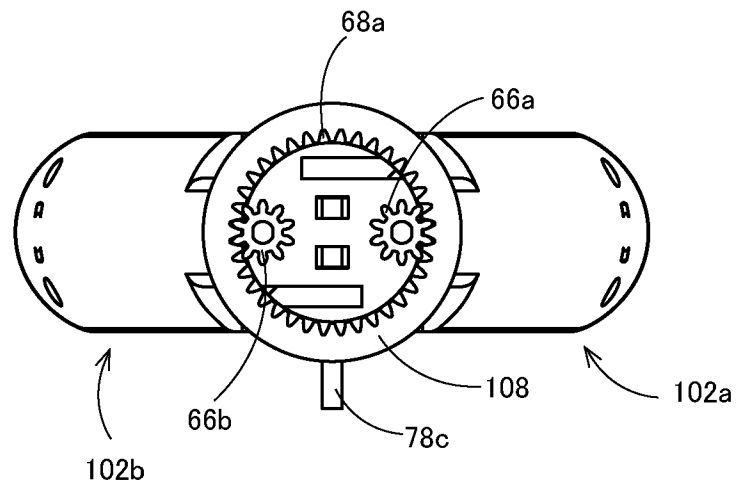
[図43]



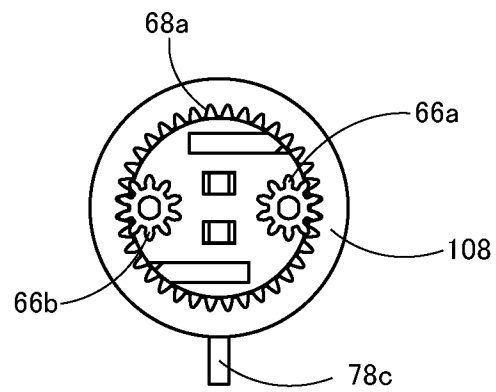
[図44]



[図45]

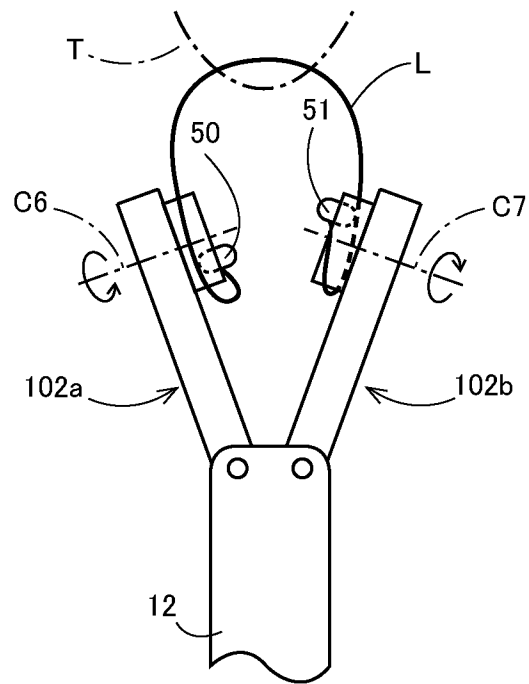


[図46]

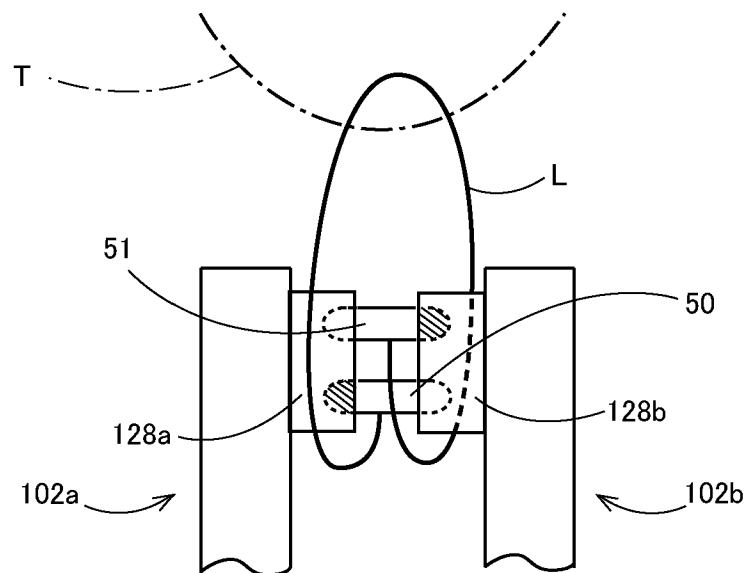


The diagram shows the timing for the opening and closing operations of the first arm mechanism 102a and the second arm mechanism 102b. The horizontal axis represents the rotation angle of the opening/closing operation member in degrees, ranging from 0 to 360. The vertical axis indicates the position: '開位置' (Open Position) and '閉位置' (Closed Position). Both mechanisms operate in a similar sequence: they are closed from 0 to 45 degrees, open from 45 to 135 degrees, closed from 135 to 225 degrees, open from 225 to 315 degrees, and closed from 315 to 360 degrees. The diagram highlights two specific intervals: from 45 to 135 degrees and from 225 to 315 degrees, both labeled 'この区間で両円筒回転 (針交換)' (In this interval, both cylinders rotate (needle exchange)). The intervals from 135 to 225 degrees and from 315 to 360 degrees are labeled '逆転 (針交換)' (Reverse rotation (needle exchange)).

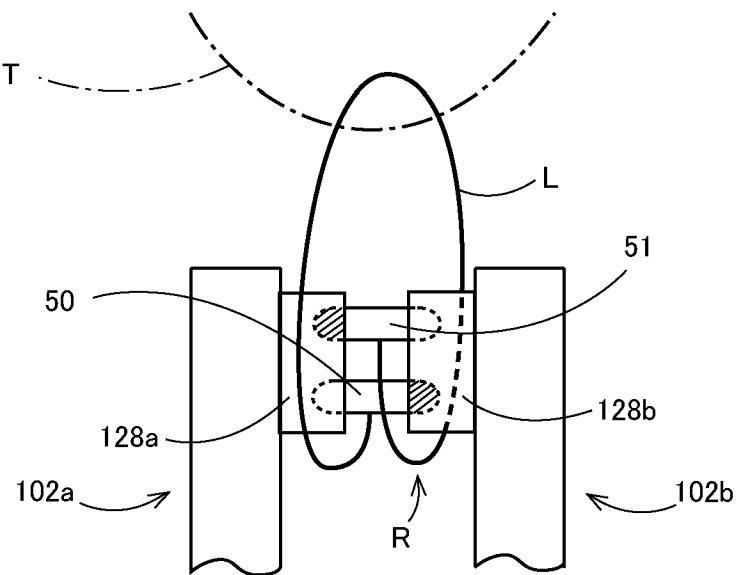
[図49]



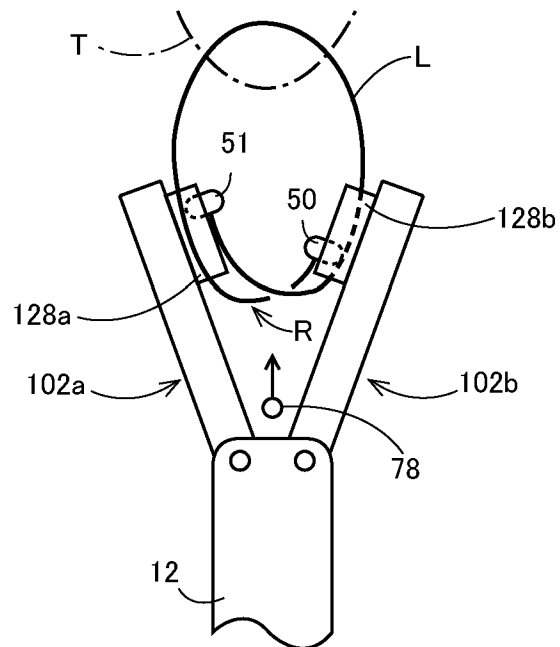
[図50]



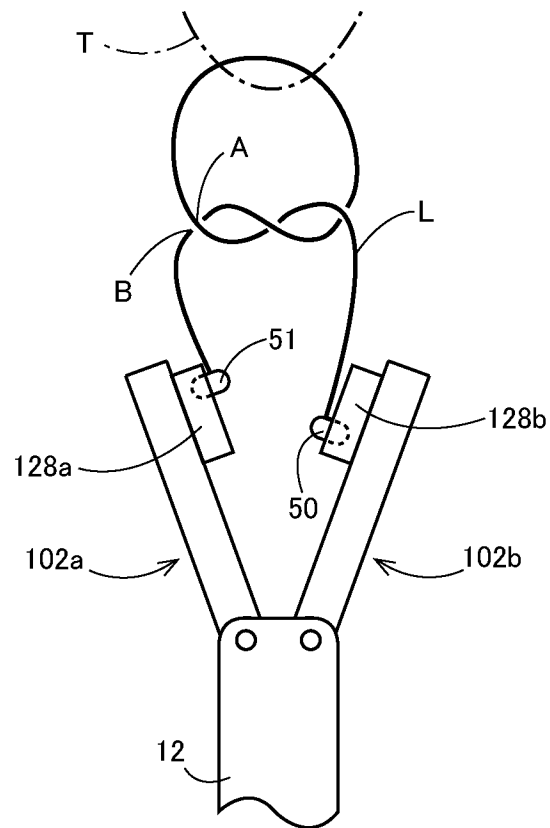
[図51]



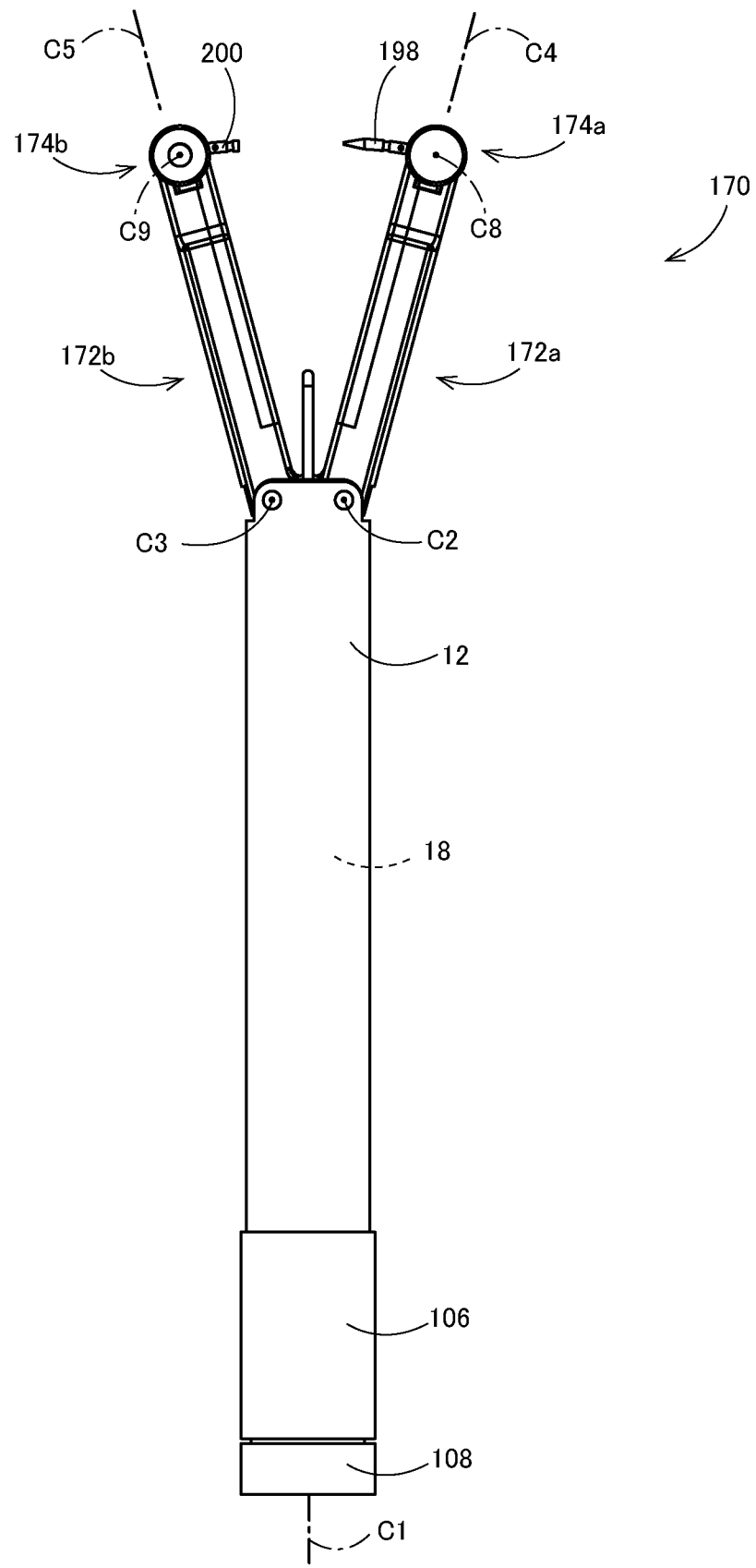
[図52]



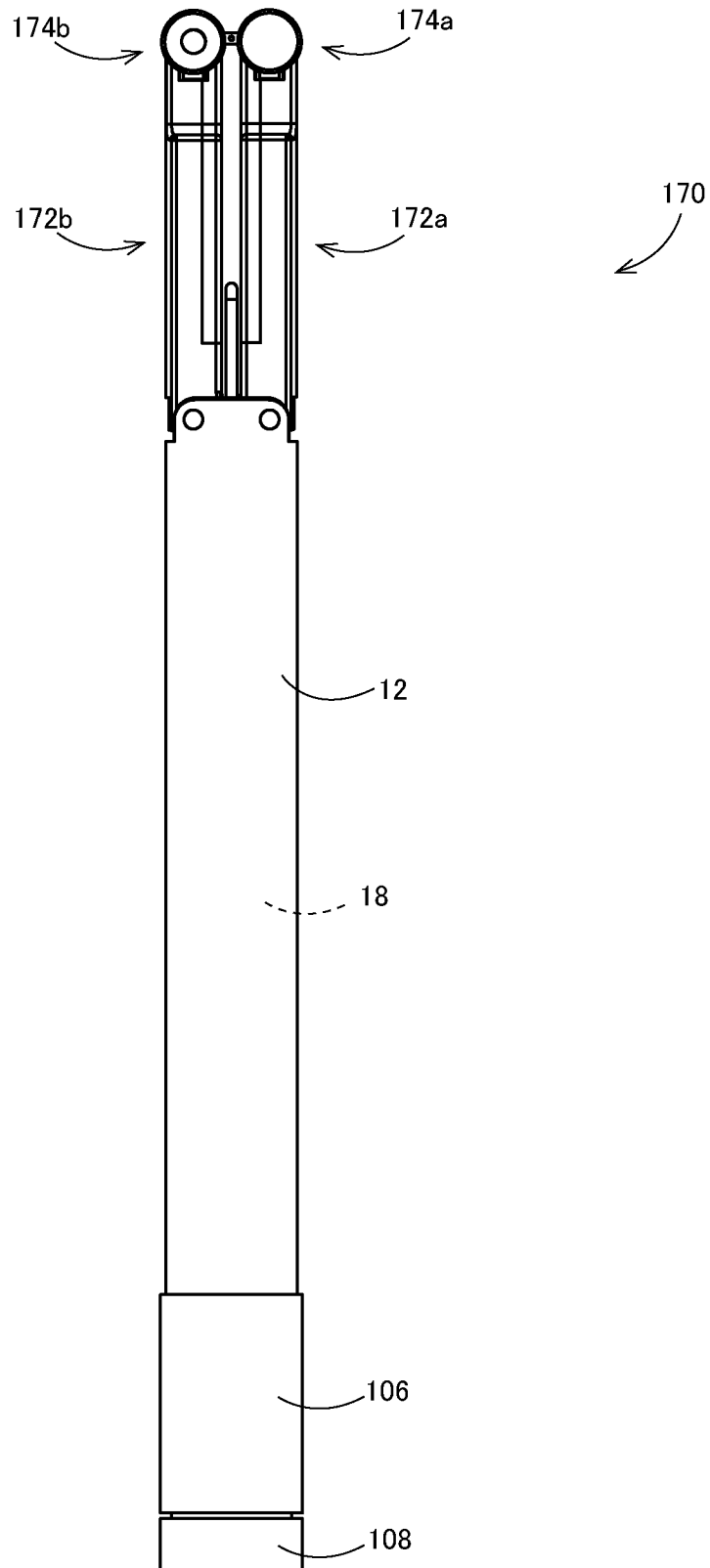
[図53]



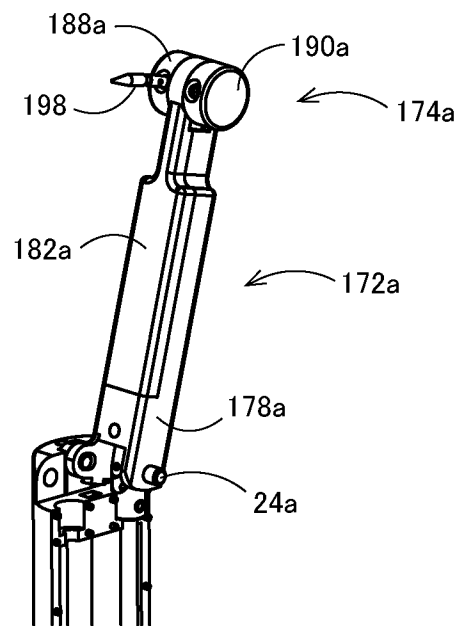
[図54]



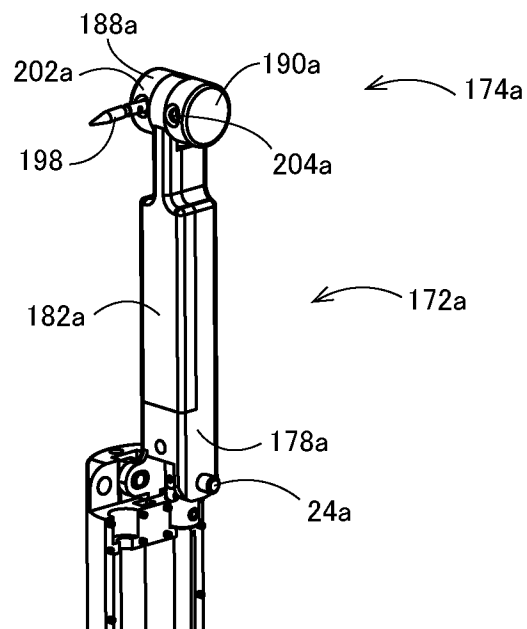
[図55]



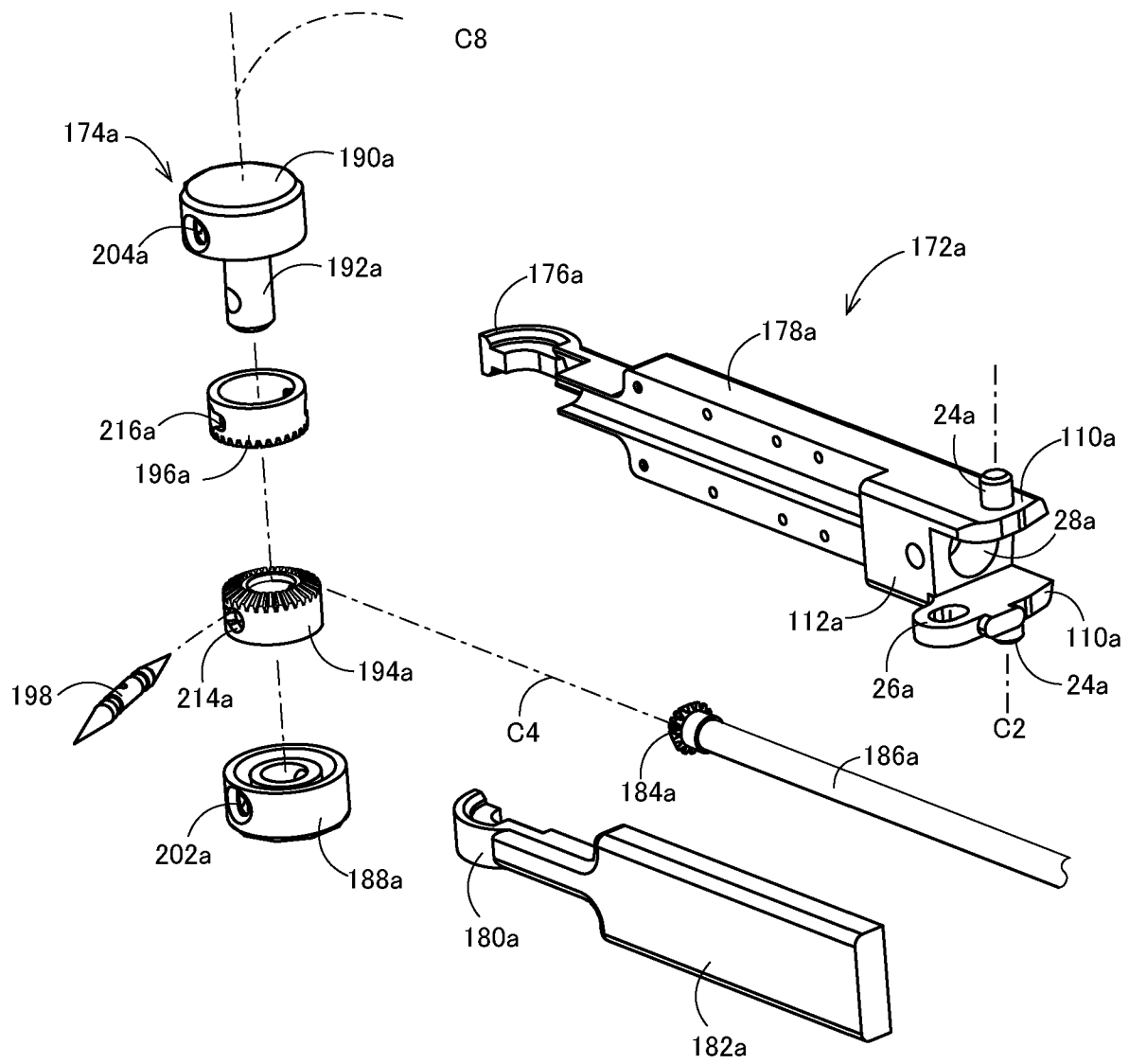
[図57]



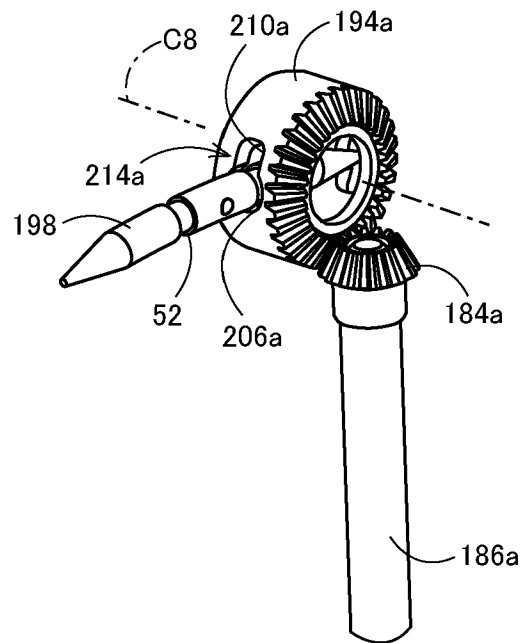
[図58]



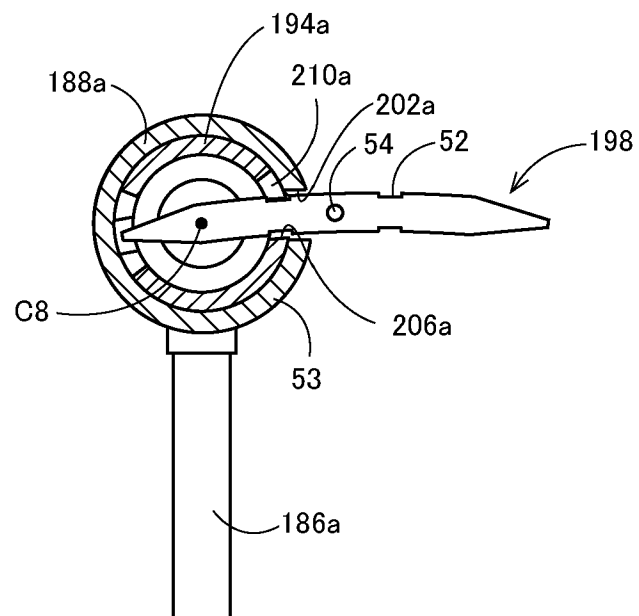
[図59]



[図60]

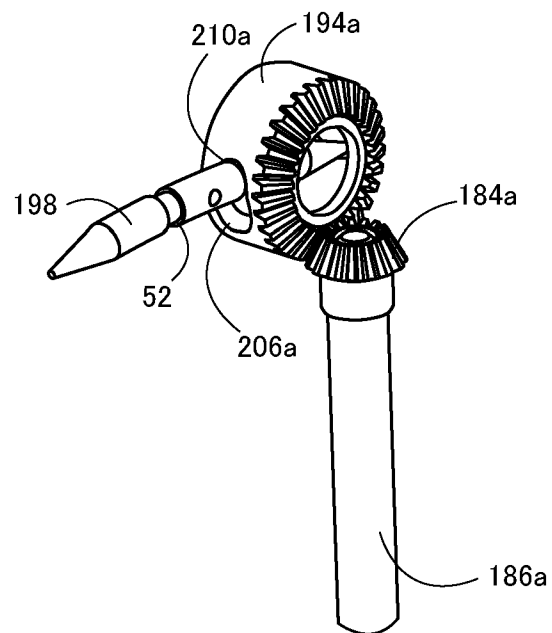


[図61]

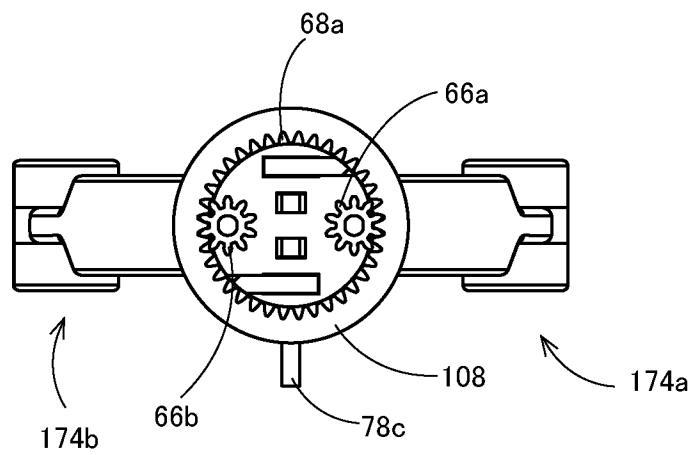


[図62]

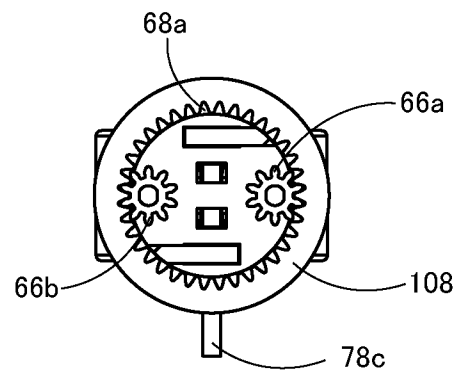
ロック状態



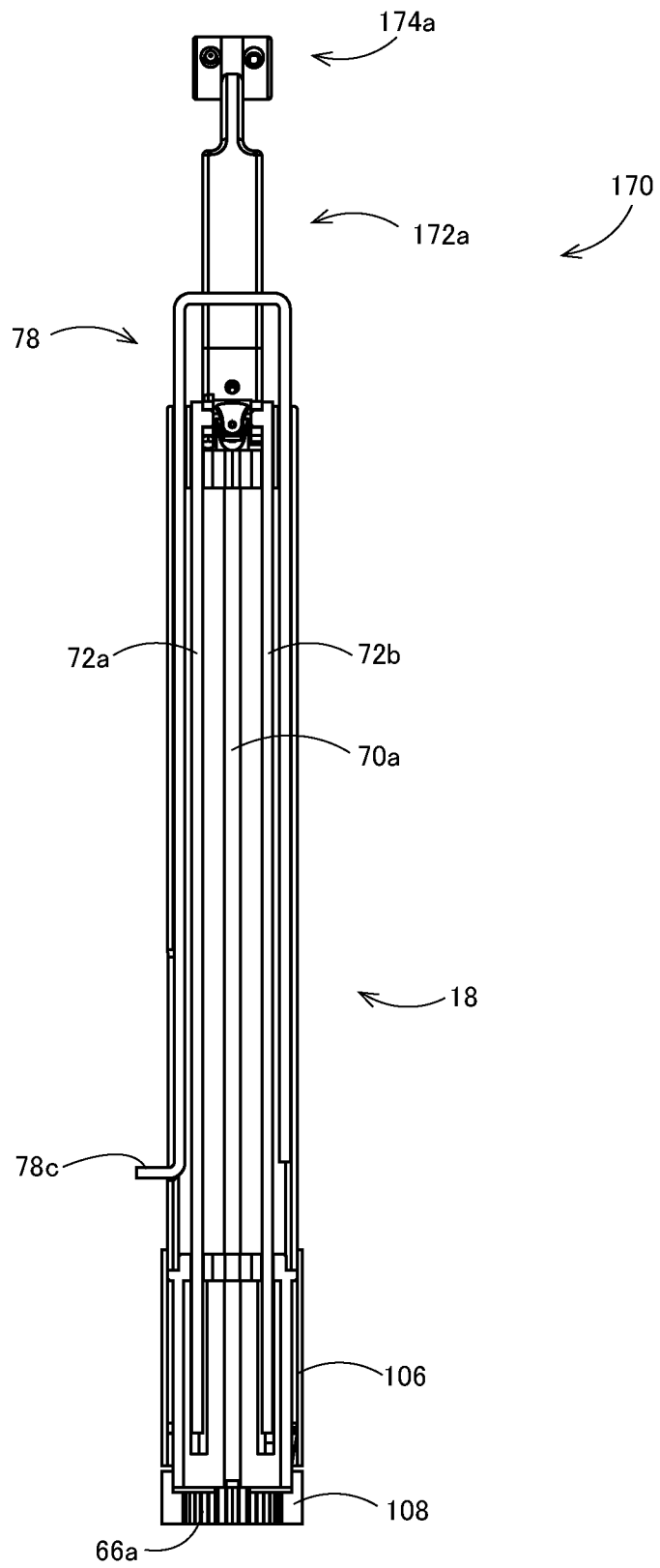
[図63]



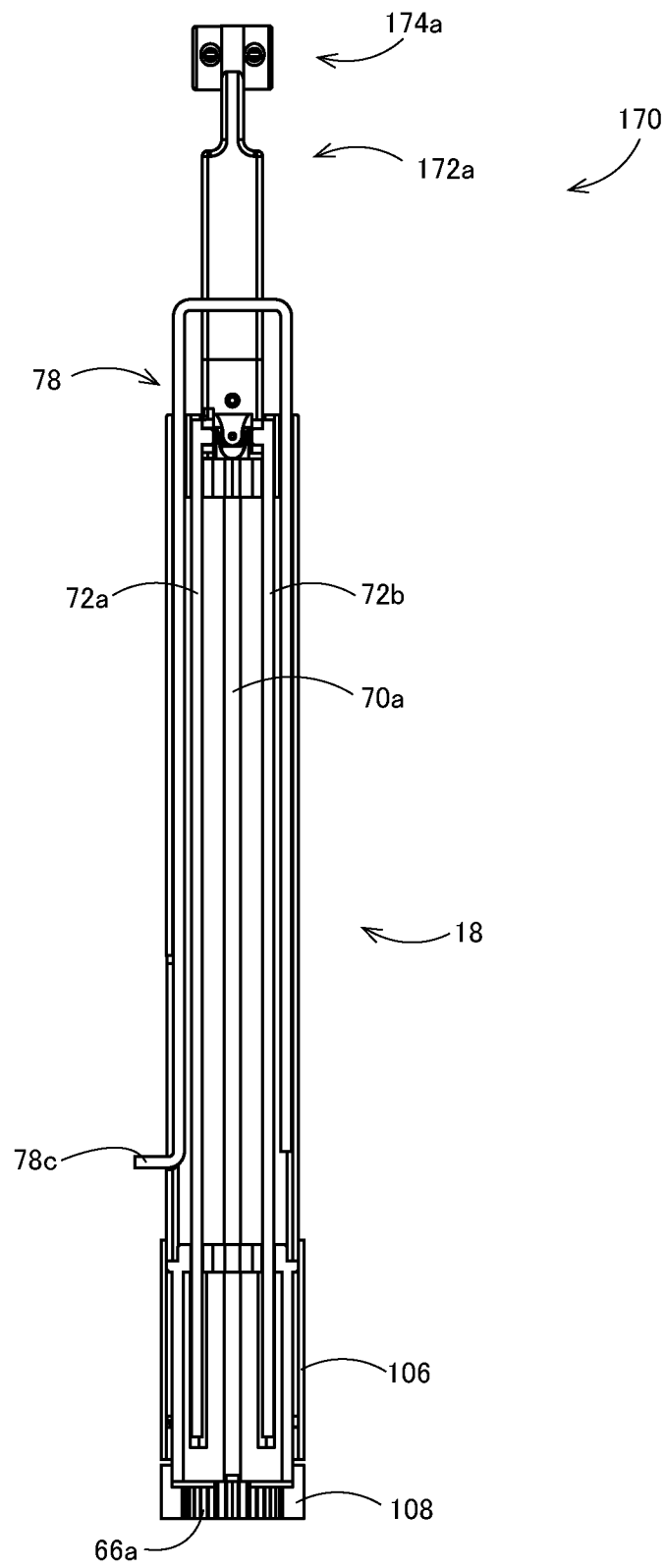
[図64]



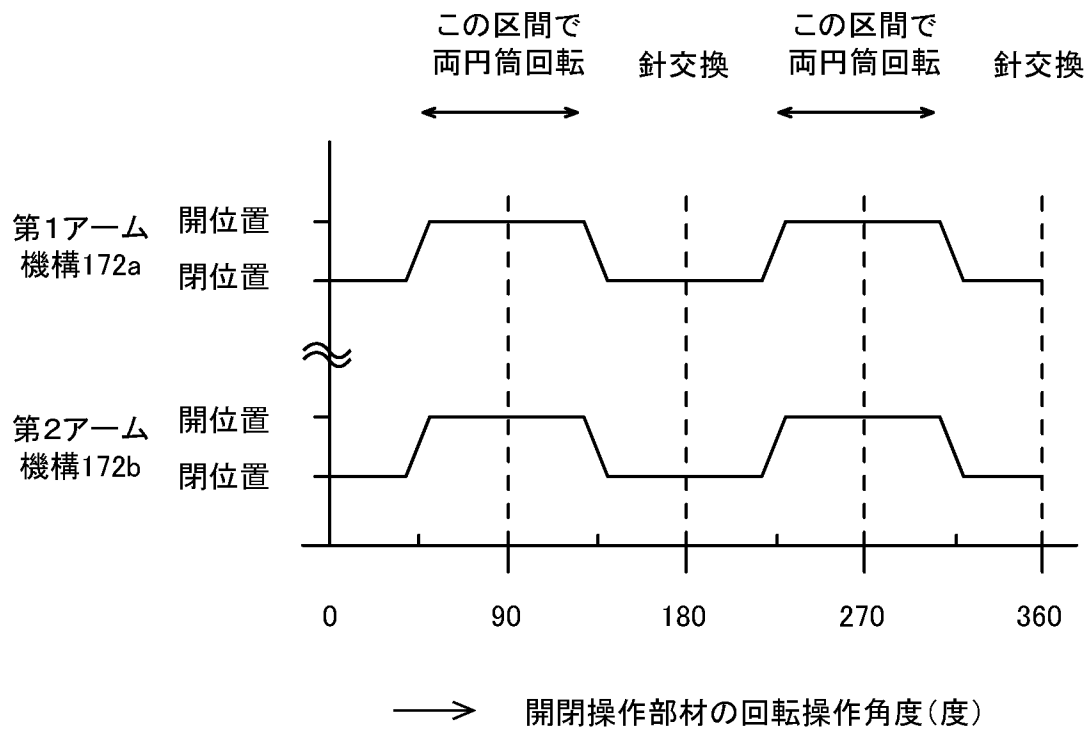
[図65]



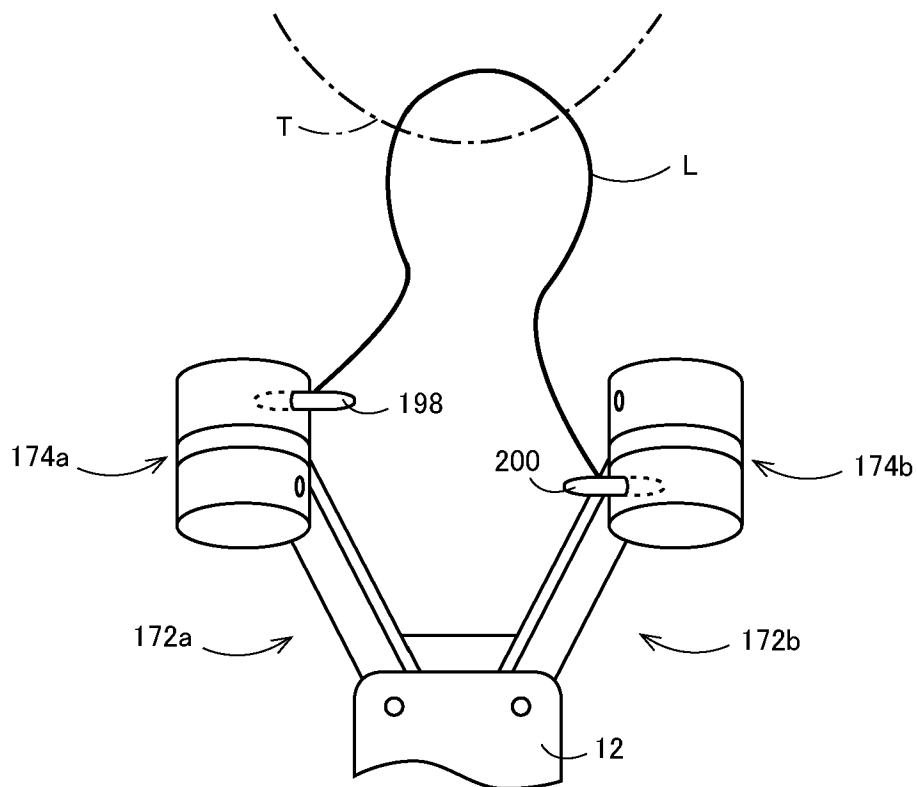
[図66]



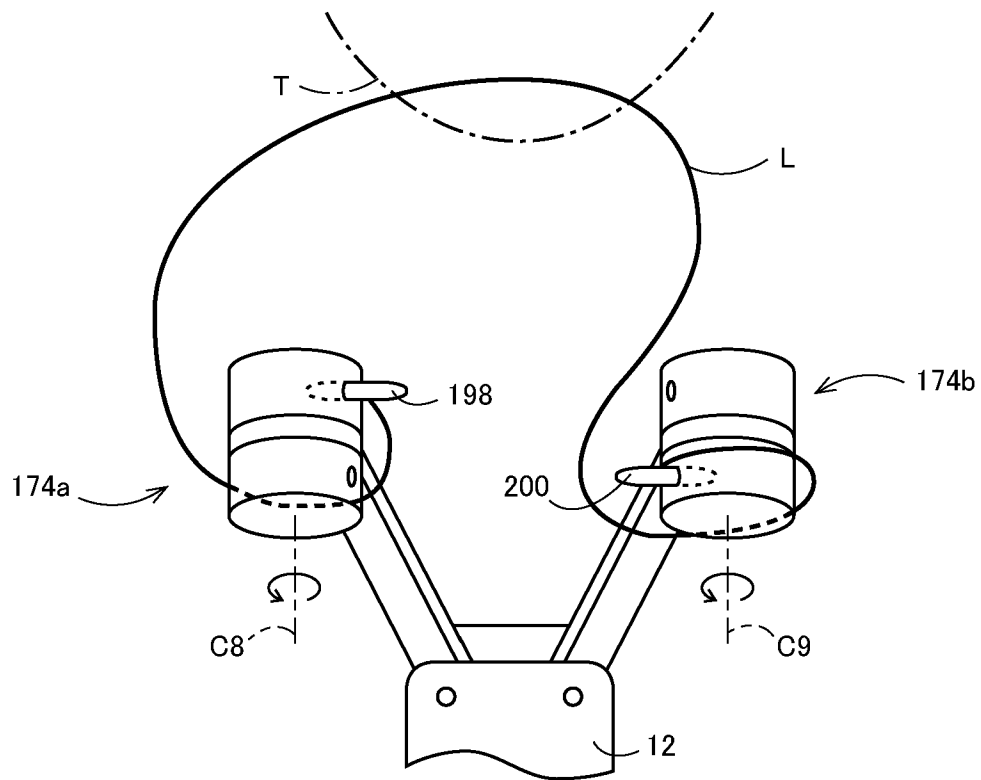
[図67]



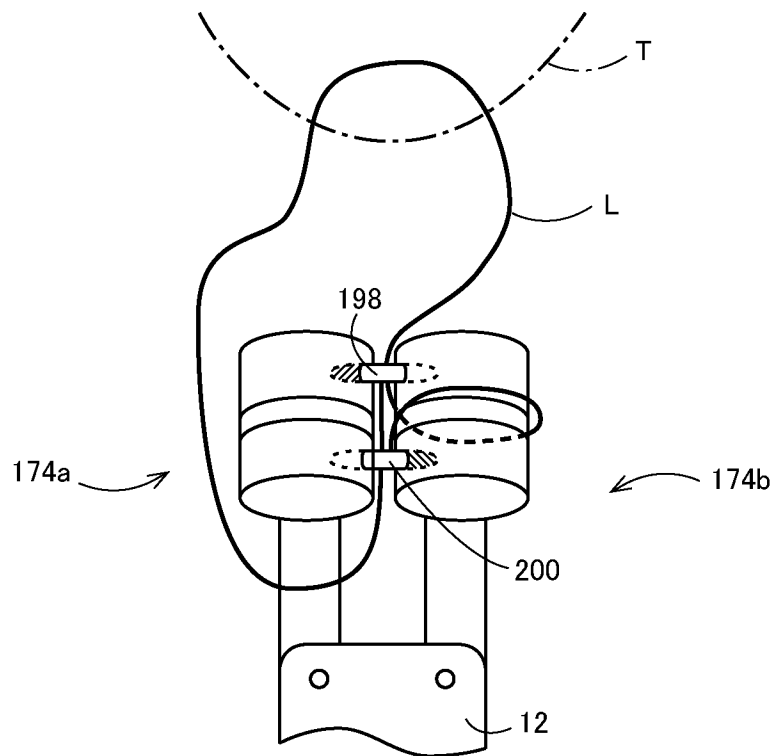
[図68]



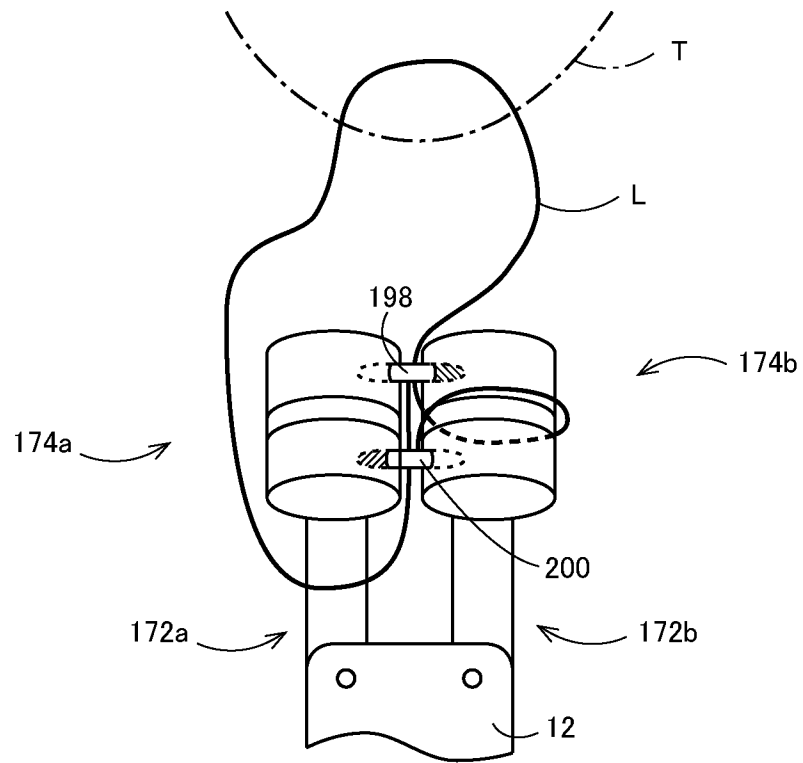
[図69]



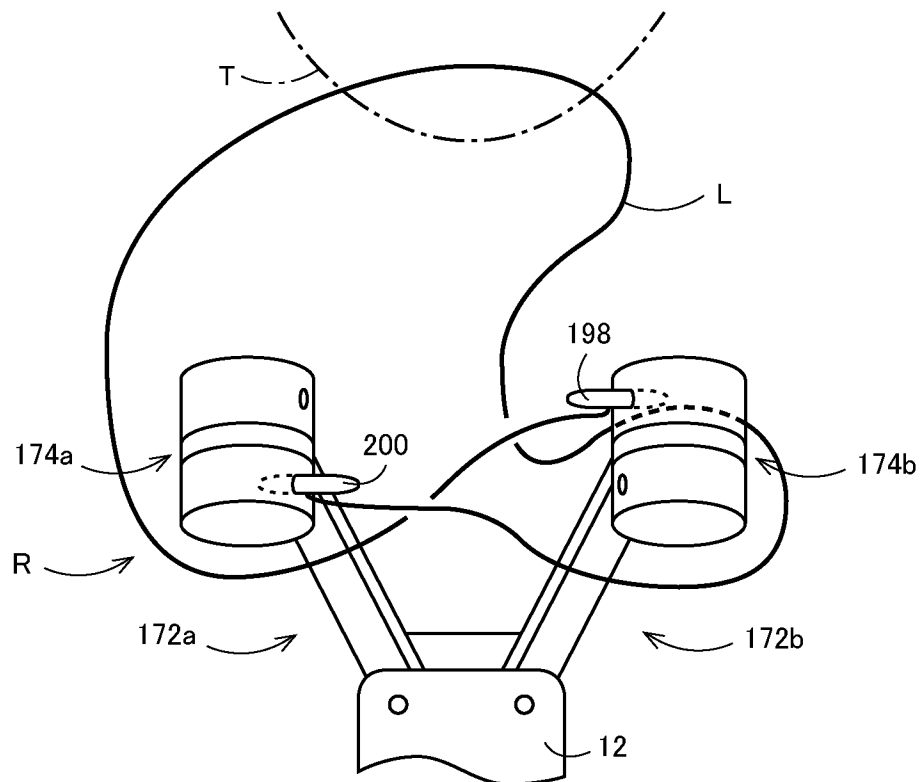
[図70]



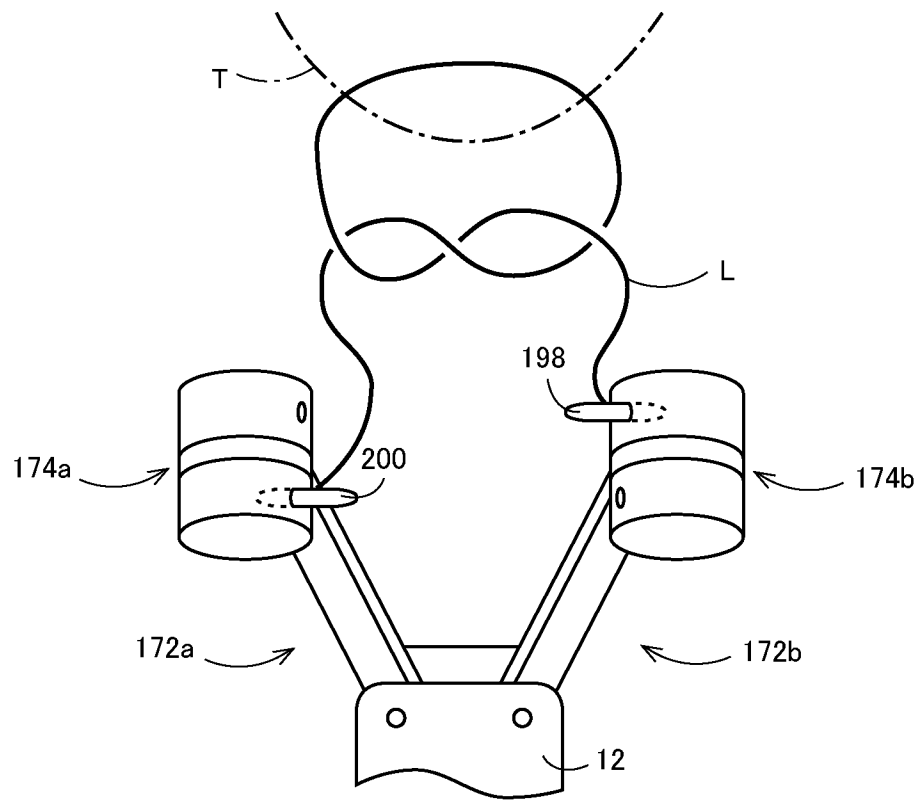
[図71]



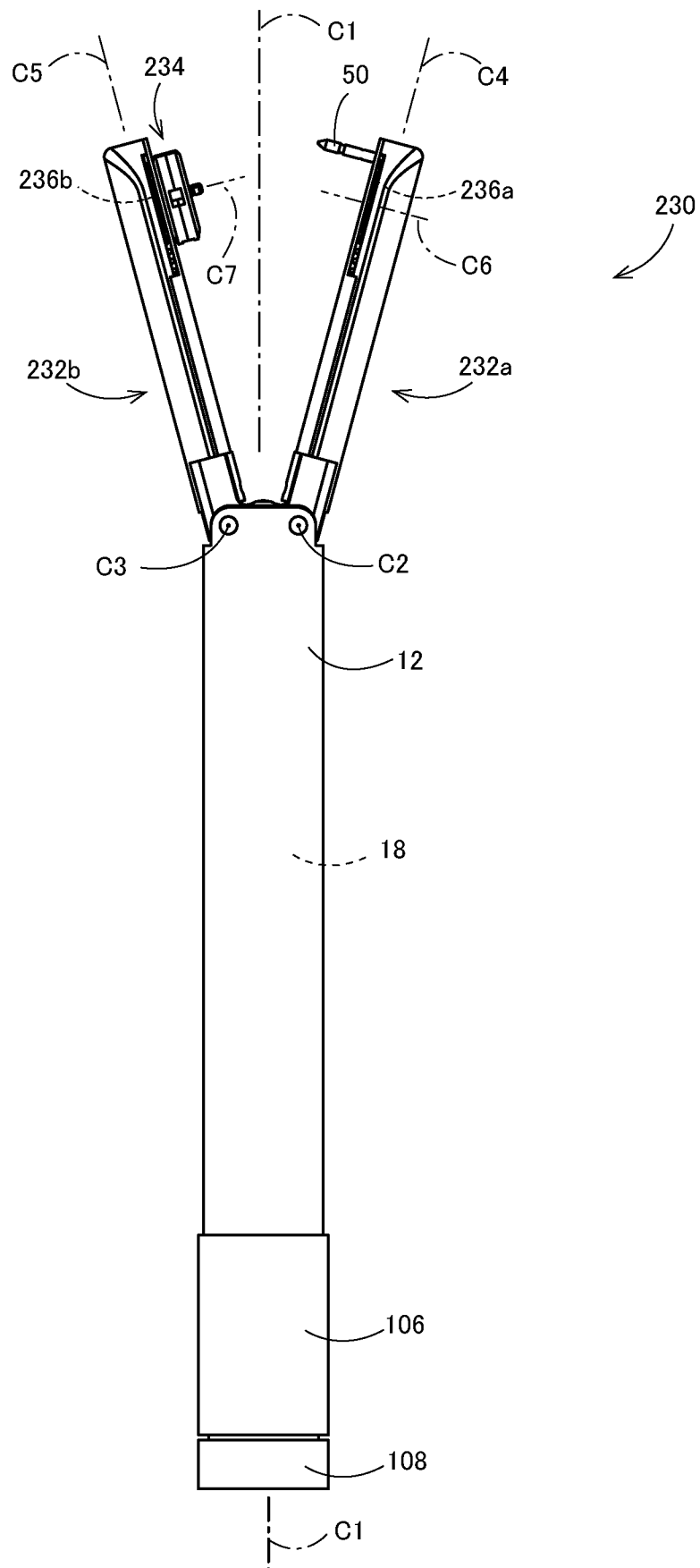
[図72]



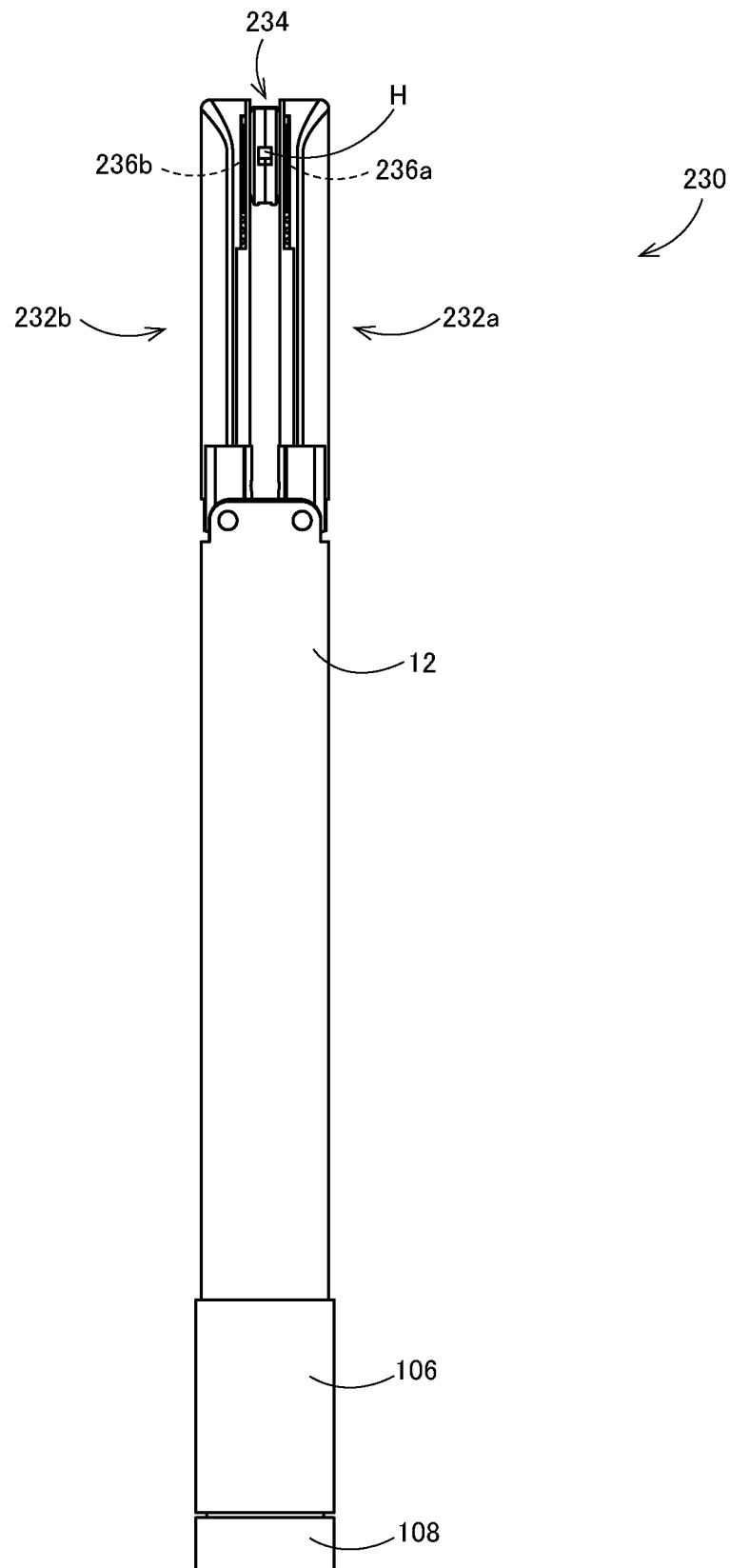
[図73]



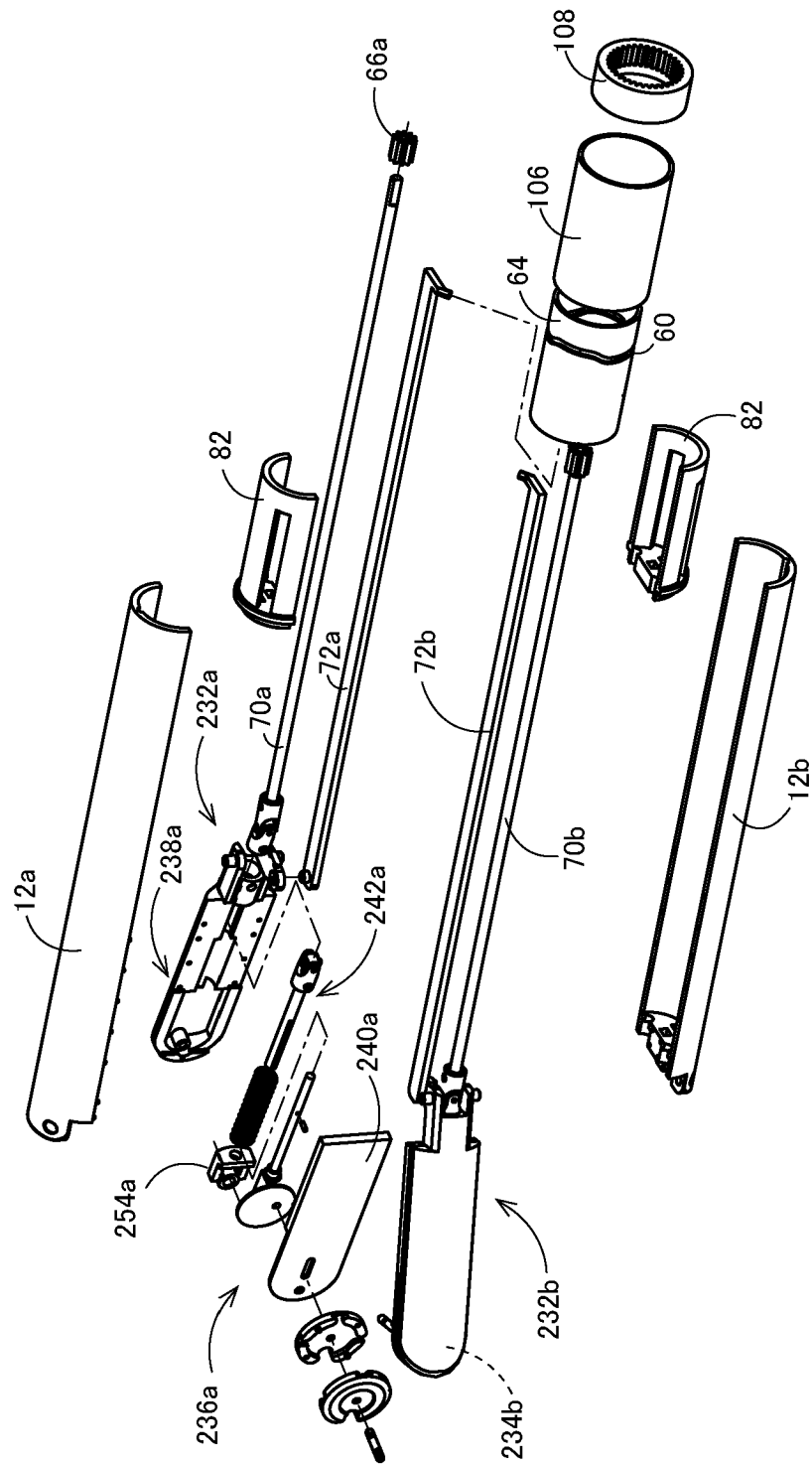
[図74]



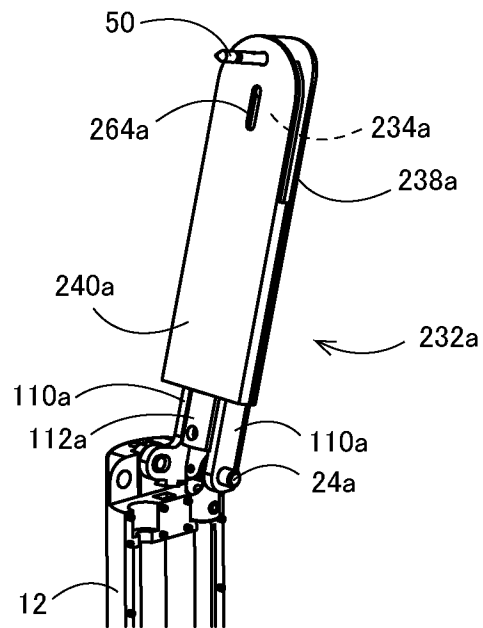
[図75]



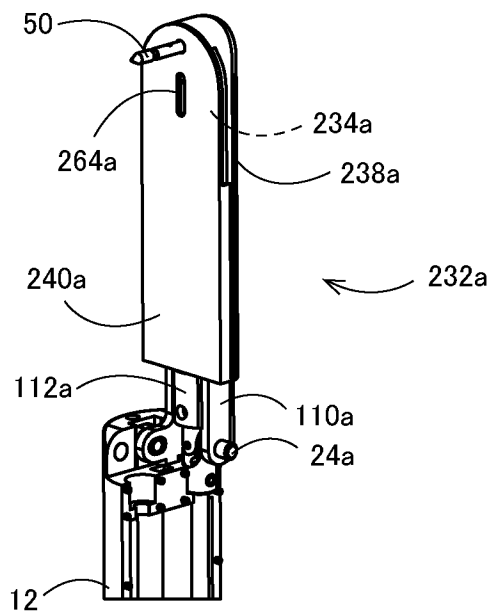
[図76]



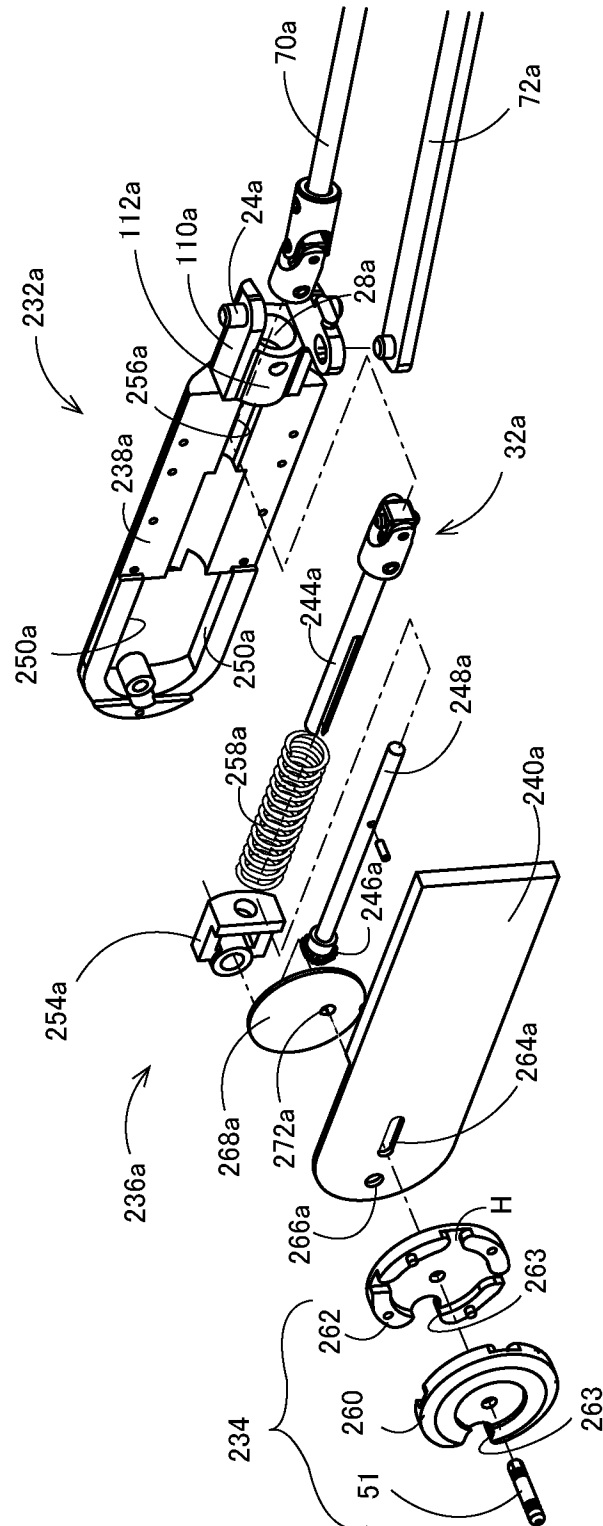
[図77]



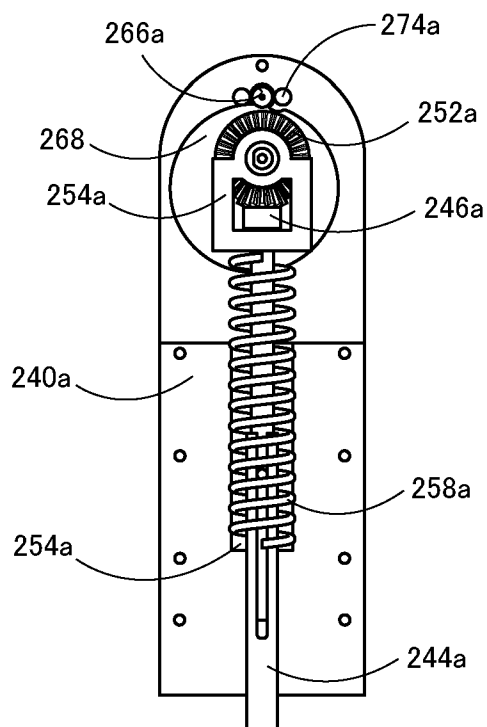
[図78]



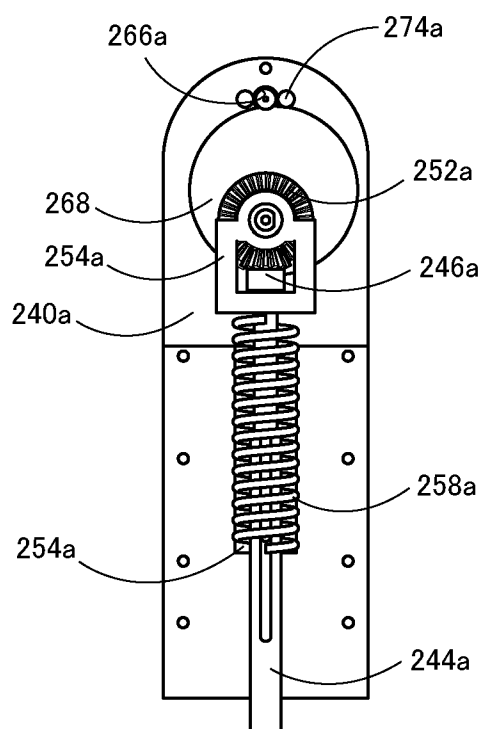
[図79]



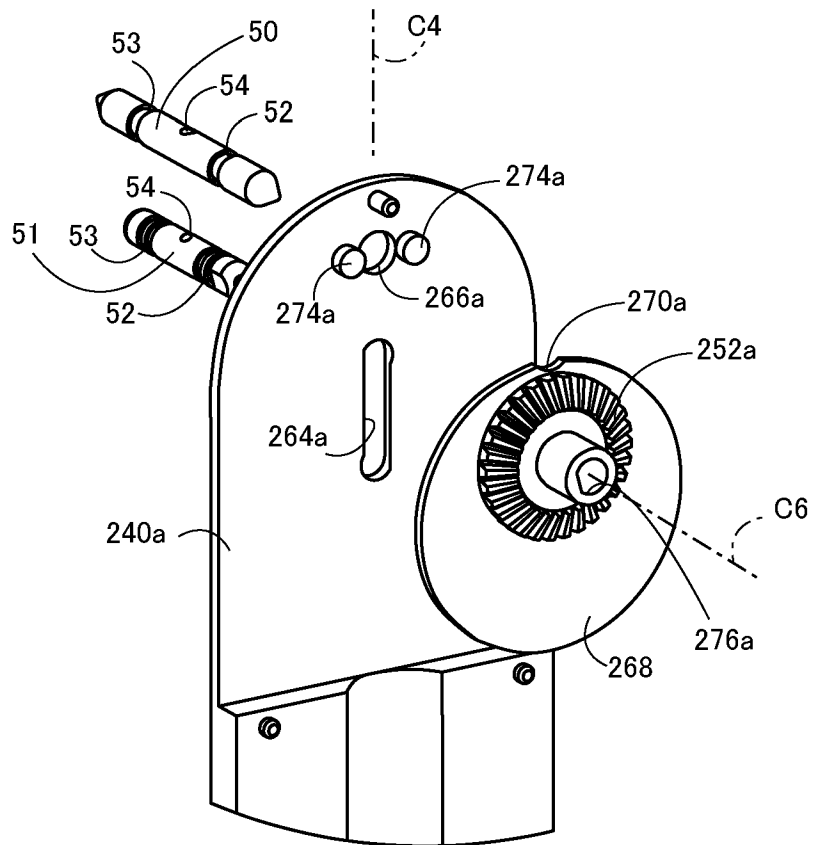
[図80]



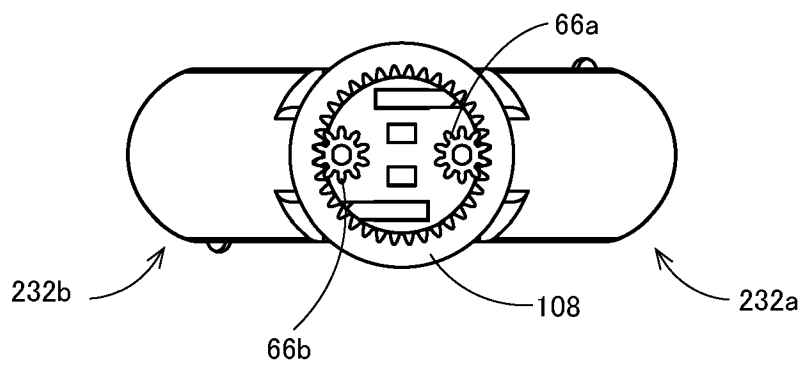
[図81]



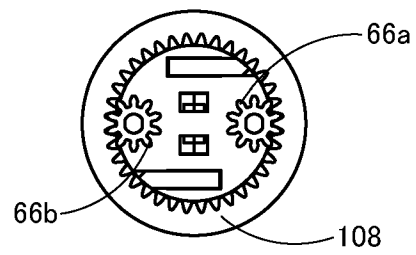
[図82]



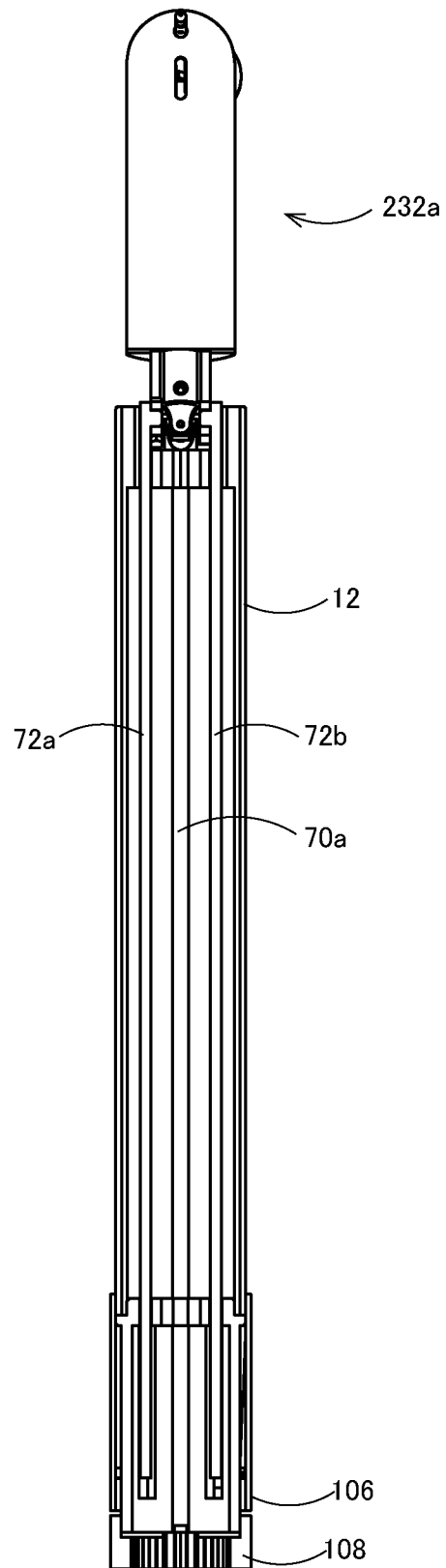
[図83]



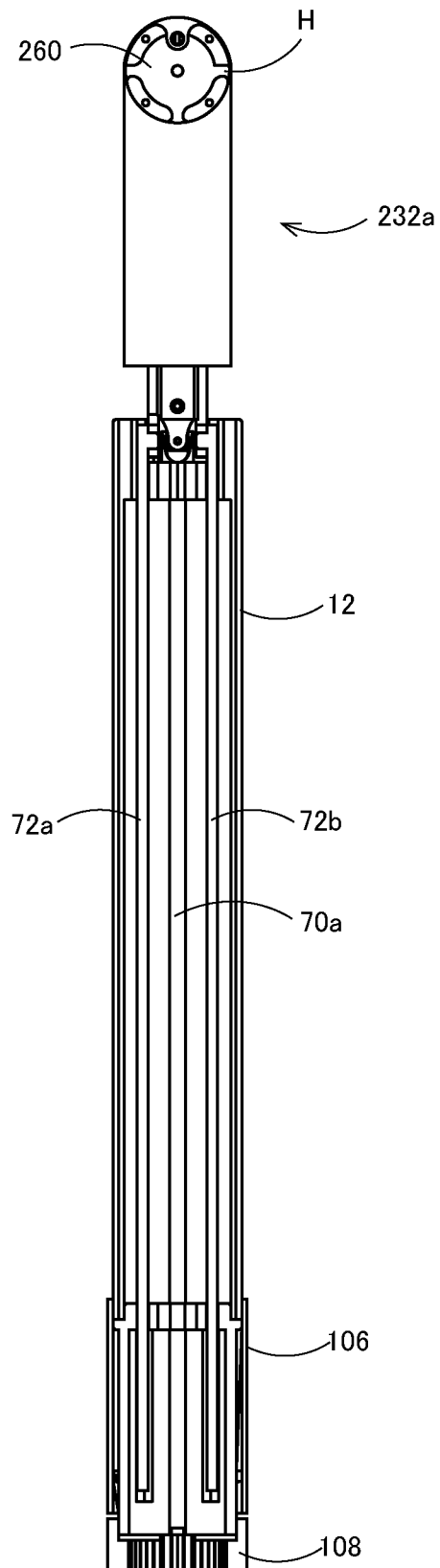
[図84]



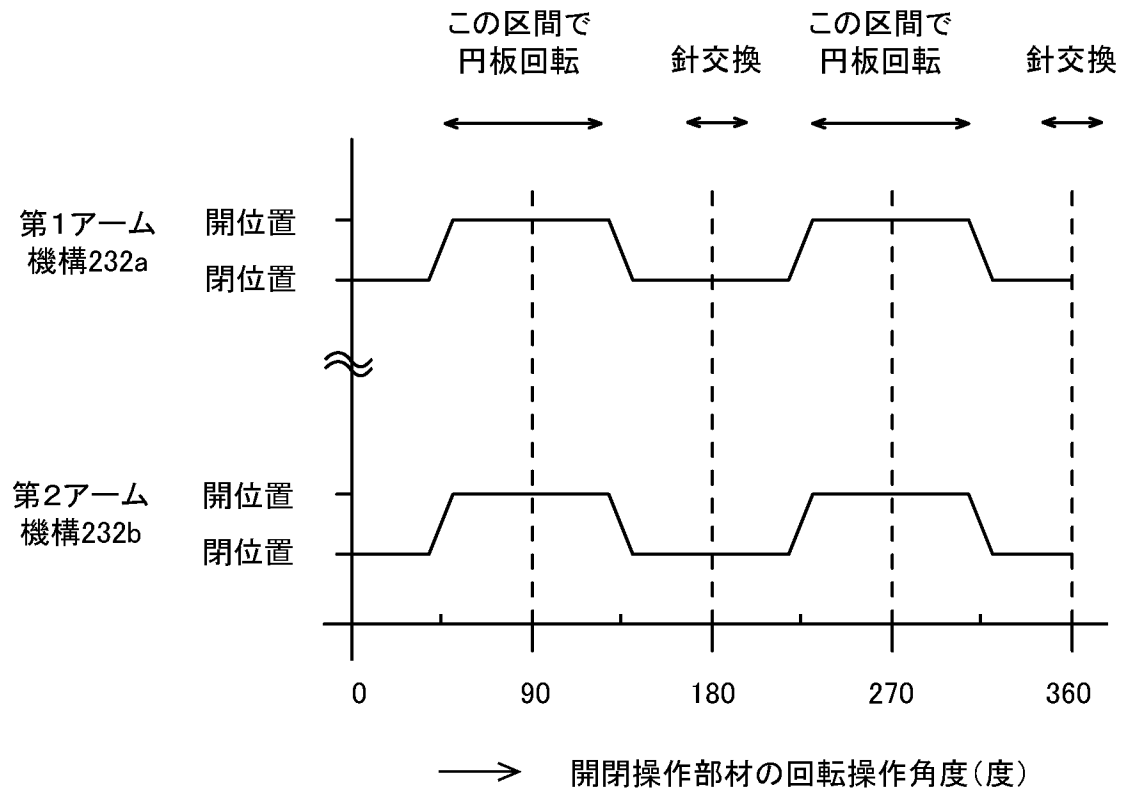
[図85]



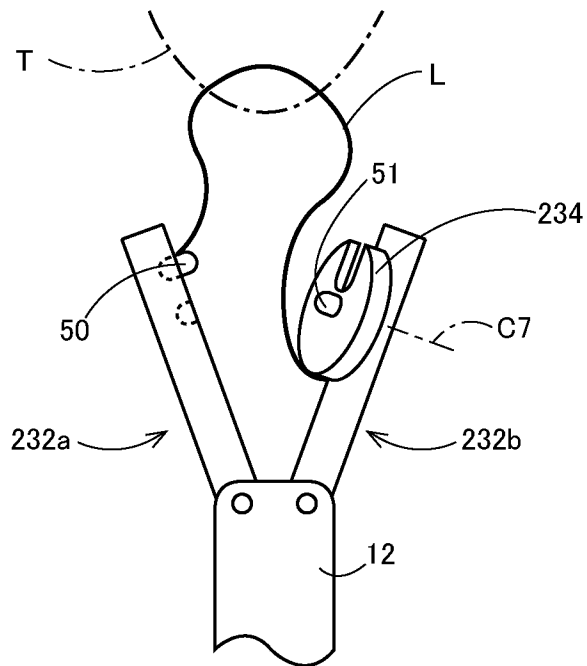
[図86]



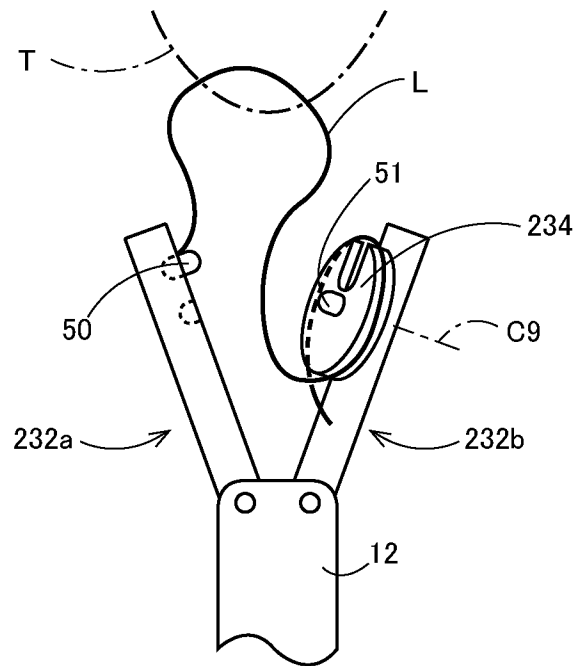
[図87]



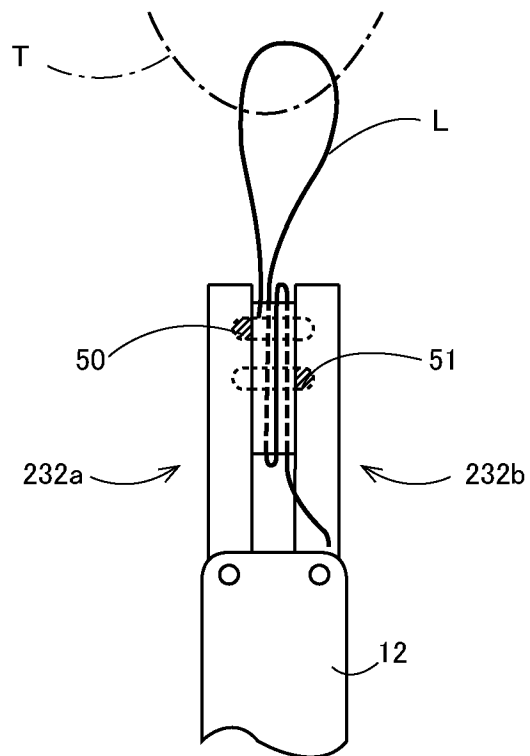
[図88]



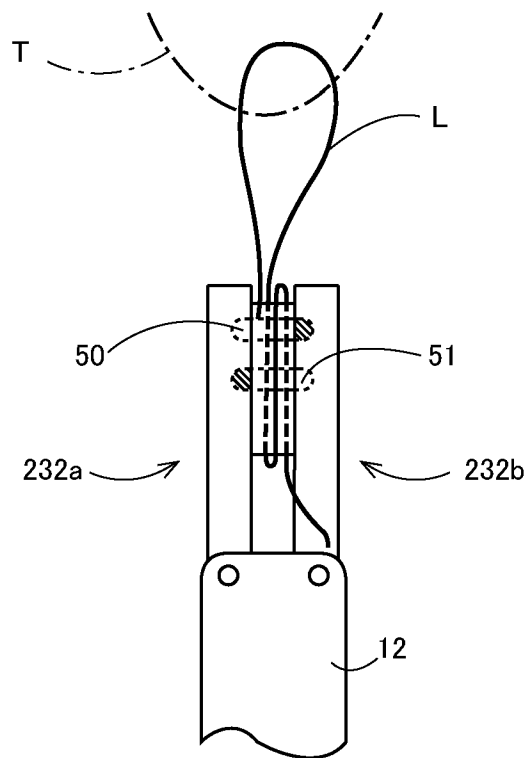
[図89]



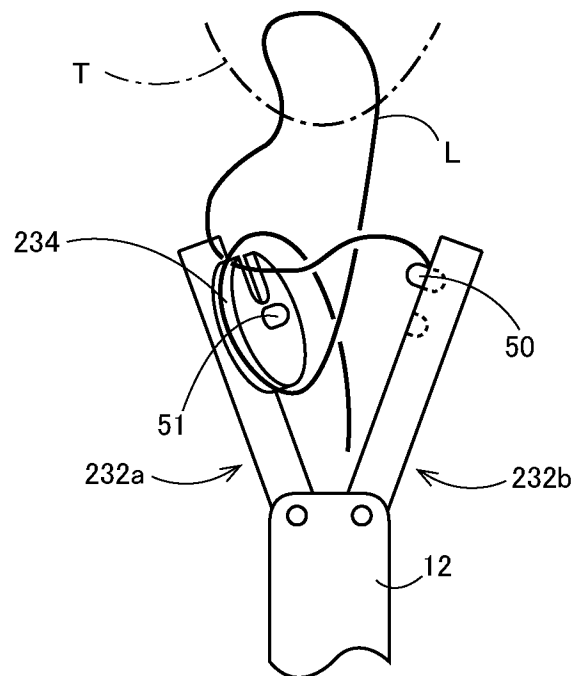
[図90]



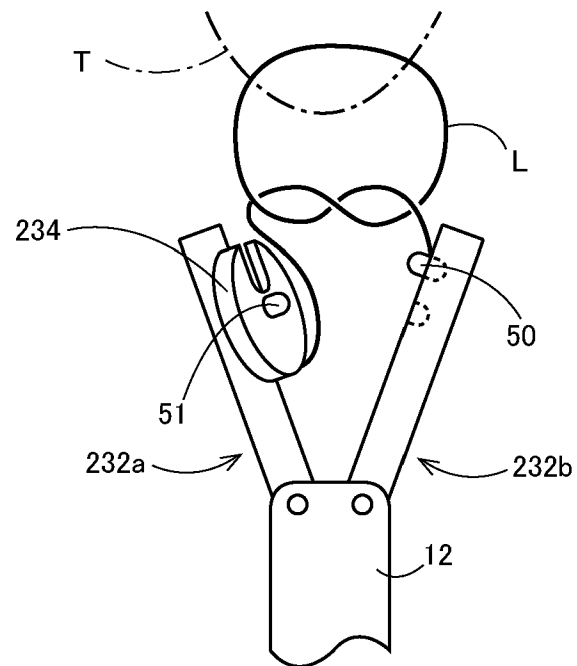
[図91]



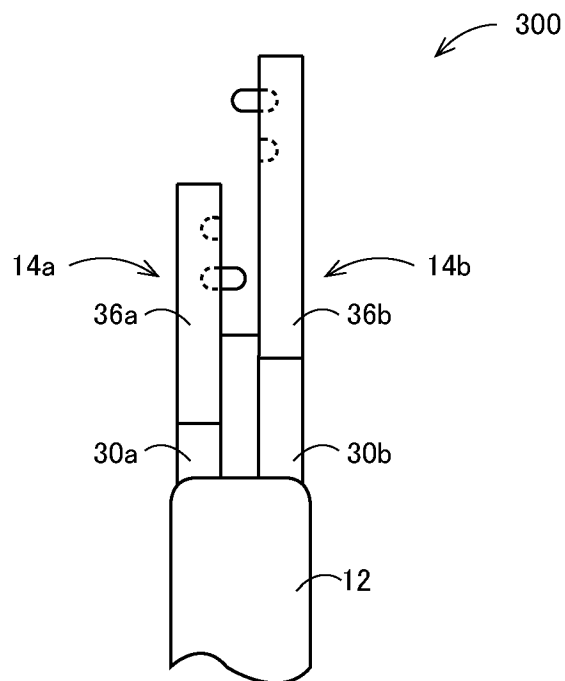
[図92]



[図93]



[図94]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/058485

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	1-13
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)	1-13
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	1-13

☒ 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/JP2016/058485

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	1-13
A	US 2009/0204127 A1 (MEDICINELODGE, INC.), 13 August 2009 (13.08.2009), paragraphs [0022] to [0037]; fig. 1 to 7 (Family: none)	1-13

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	1-13
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)	1-13

☒ 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 (Y00N, 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―13
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―13
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―13