(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3631450号
(P3631450)
(45)発行日　平成17年3月23日(2005.3.23)　(24)登録日　平成16年12月24日(2004.12.24)

(51)Int.Cl.[7]　F I
A61B 17/28　A61B 17/28　310
A61B 19/00　A61B 19/00　502

請求項の数 3　(全 8 頁)

(21)出願番号　特願2001-251203(P2001-251203)
(22)出願日　平成13年8月22日(2001.8.22)
(65)公開番号　特開2003-61969(P2003-61969A)
(43)公開日　平成15年3月4日(2003.3.4)
審査請求日　平成13年8月22日(2001.8.22)

（出願人による申告）国などの委託研究の成果に係る特許出願（平成１２年度新エネルギー・産業技術総合開発機構「医療福祉機器技術研究開発」委託研究、産業活力再生特別措置法第３０条の適用を受けるもの）

(73)特許権者　000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目１番１号
(74)代理人　100075812
弁理士　吉武　賢次
(74)代理人　100091982
弁理士　永井　浩之
(74)代理人　100096895
弁理士　岡田　淳平
(74)代理人　100105795
弁理士　名塚　聡
(74)代理人　100106655
弁理士　森　秀行
(74)代理人　100117787
弁理士　勝沼　宏仁

最終頁に続く

(54)【発明の名称】マニピュレータ

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
姿勢操作部と処置操作部とを有する操作指令部と、
一端側が前記操作指令部に接続された連結部と、
前記連結部の他端側に接続され処置部と前記処置部を２自由度以上に姿勢変更可能に支持する支持部とを有する作業部と、
前記姿勢操作部からの操作指令を前記支持部に送って前記処置部の姿勢を変更させるとともに、前記処置操作部からの操作指令を前記処置部に送って前記処置部を作動させる作動制御部と、
前記作動制御部からの動力を前記作業部に伝える伝達部と
を備え、
前記伝達部は、
前記作動制御部から動力を受けるための第１プーリと、
前記作業部に動力を伝達するための第２プーリと、
前記第１プーリと前記第２プーリとの間に掛け渡されたワイヤと、
前記第１プーリから前記ワイヤを掛け渡され前記第２プーリへ前記ワイヤを案内するワイヤ案内部材と、
を有し、
前記ワイヤ案内部材の中心部は、前記作業部の姿勢を変更するときの基準となる基準軸のほぼ軸線上に配設されており、

前記ワイヤ案内部材は、前記第１プーリから掛け渡された前記ワイヤをほぼ前記第２プーリの周上で交差させて前記第２プーリへ案内する
ことを特徴とするマニピュレータ。
【請求項２】
姿勢操作部と処置操作部とを有する操作指令部と、
一端側が前記操作指令部に接続された連結部と、
前記連結部の他端側に接続され処置部と前記処置部を２自由度以上に姿勢変更可能に支持する支持部とを有する作業部と、
前記姿勢操作部からの操作指令を前記支持部に送って前記処置部の姿勢を変更させるとともに、前記処置操作部からの操作指令を前記処置部に送って前記処置部を作動させる作動制御部と、
前記作動制御部からの動力を前記作業部に伝える伝達部と
を備え、
前記伝達部は、
前記作動制御部から動力を受けるための第１プーリと、
前記作業部に動力を伝達するための第２プーリと、
前記第１プーリと前記第２プーリとの間に掛け渡されたワイヤと、
前記第１プーリから前記ワイヤを掛け渡され前記第２プーリへ前記ワイヤを案内するワイヤ案内部材と、
を有し、
前記ワイヤ案内部材の中心部は、前記作業部の姿勢を変更するときの基準となる基準軸のほぼ軸線上に配設されており、
前記ワイヤ案内部材は、前記基準軸を中心に、放射状に配置された複数の円筒部材で構成されている
ことを特徴とするマニピュレータ。
【請求項３】
前記ワイヤ案内部材は、前記基準軸を中心に回転自在に支持された円筒形状部材から構成されていることを特徴とする請求項１又は２に記載のマニピュレータ。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、マニピュレータに係わり、特に腹腔鏡下手術等に用いられる医療用マニピュレータに関する。
【０００２】
【従来の技術】
腹腔鏡下手術は患者の腹部に小さな穴を複数個あけて、それにトラカールという細い筒を取り付けて、内視鏡や鉗子等を挿入して、術者が内視鏡からの映像をテレビに映し、その画面を見ながら手術を行っている。このような手術法は、開腹を必要としないため、患者への負担が少なく、術後の回復も早く、入院日数が大幅に低減されている。このため、このような手術方法は、適用分野の拡大が期待されている。
【０００３】
【発明が解決しようとする課題】
腹腔鏡下手術は、患者への負担が少ないという点で優れた手術方法であるが、術者が術部の実像を見られないという問題、また、鉗子には開閉するグリッパ等の機能しかなく操作性がよくないという問題点がある。そのため、前述の手術方法で適切な処置により腹腔鏡下手術を行える術者は熟練した技術を身につけた医師に限定されていた。
【０００４】
このような課題に対して、マスタースレーブマニピュレータ等の遠隔操作型ロボット技術を医療分野へ応用することが研究されている。遠隔操作型ロボット技術は、術者が操作するマスターアームと、実際に術部に処置を施すスレーブアームとが、完全に分離したロボ

ットシステムであり、マスターアームの指令値が電気信号等としてスレーブアームに伝わるものである。

【０００５】

通常、マスターアームとスレーブアームとは、ともに６自由度以上の関節数を有しており、それぞれの自由度に対応してコントローラが設けられており、電気的に多数の制御系、部品、配線を有する複雑なシステムとなっている。複雑なシステムのため、マスタースレーブマニピュレータシステムの操作に関する信頼性は高いレベルになく、メンテナンス費用が高価である。また、術者は処置に適切な処置部を複数使用して手術を行うことから、処置部の機能が異なるスレーブアームが複数必要になる。そのためスレーブアームが非常に高価なものになり、さらに複数のスレーブアームのメンテナンスにも手間がかかるという問題がある。

【０００６】

一方、スレーブアームは細径である必要があり、その動力伝達にはワイヤとプーリを用いた方式が主であり、動力源から先端の駆動部までワイヤを連結させなければならず、姿勢が変化してもワイヤの張力が変化しないようにプーリに巻き付けながらワイヤを複雑に引き回している。複雑に配置されることでそこに使用されるプーリ幅は、ワイヤが巻き付く幅以上にすることが必須であり、プーリ幅を小さくすることが困難あった。また、ワイヤをプーリに巻き付け回数が多くなると、ワイヤメンテナンスは細径であることから、作業に時間がかかるとともに専門的技術を要求される作業となり、システムが高価なものになっていた。

【０００７】

本発明は、このような点を考慮してなされたものであり、機構を単純化して組立性とメンテナンス性を向上させ、高信頼性のマニピュレータを提供することを目的とする。

【０００８】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は、姿勢操作部と処置操作部とを有する操作指令部と、一端側が前記操作指令部に接続された連結部と、前記連結部の他端側に接続され処置部と前記処置部を２自由度以上に姿勢変更可能に支持する支持部とを有する作業部と、前記姿勢操作部からの操作指令を前記支持部に送って前記処置部の姿勢を変更させるとともに、前記処置操作部からの操作指令を前記処置部に送って前記処置部を作動させる作動制御部と、前記作動制御部からの動力を前記作業部に伝える伝達部とを備え、前記伝達部は、前記作動制御部から動力を受けるための第１プーリと、前記作業部に動力を伝達するための第２プーリと、前記第１プーリと前記第２プーリとの間に掛け渡されたワイヤと、前記第１プーリから前記ワイヤを掛け渡され前記第２プーリへ前記ワイヤを案内するワイヤ案内部材と、を有し、前記ワイヤ案内部材の中心部は、前記作業部の姿勢を変更するときの基準となる基準軸のほぼ軸線上に配設されていることを特徴とする。

【０００９】

また、前記ワイヤ案内部材は、前記第１プーリから掛け渡された前記ワイヤをほぼ前記第２プーリの周上で交差させて前記第２プーリへ案内することを特徴とする。

【００１０】

また、前記ワイヤ案内部材は、前記基準軸を中心に回転自在に支持された円筒形状部材から構成されていることを特徴とする。

【００１１】

また、前記ワイヤ案内部材は、前記基準軸を中心に、放射状に配置された複数の円筒部材で構成されていることを特徴とする。

【００１２】

上述の発明において、ワイヤ案内部材の中心部が作業部の姿勢を変更するときの基準となる基準軸のほぼ軸線上に配設されているので、ワイヤ案内部材の中心部が基準軸に位置したまま、第１プーリが作動制御部から受けた動力をワイヤを介して第２プーリへ伝達させることができ、伝達部のワイヤ案内部材を小形化することができ、作業部の構造が簡素に

なり、組立性とメンテナンス性に優れるマニピュレータを実現することができる。

【００１３】

【発明の実施の形態】

以下に図面を参照して、本発明の実施の形態について説明する。

【００１４】

図１は、医療用マニピュレータの全体概略構成を示す図である。医療用マニピュレータ１は、操作指令部２と作業部３とに接続された連結部４とを備えている。術者は、患者の腹部に取り付けたトラカール５に医療マニピュレータ１を挿入して、操作指令部２を操作して手術を行う。作業部３は術部に処置を施す処置部としてのグリッパ１１と、グリッパ１１を２自由度で姿勢変更可能に支持するＡ軸支持部１２、Ｂ軸支持部１３とを有している。グリッパ１１は開閉動作する構成になっている。Ａ軸支持部１２は、グリッパ１１の開閉軸部を支持するとともにＡ軸周りにグリッパ１１全体を回転する構成になっている。Ｂ軸支持部１３は、Ａ軸支持部１２の全体を支持するとともに、Ｂ軸周りにＡ軸支持部１２を回転するようになっている。

【００１５】

操作指令部２は、姿勢操作部としてのハンドル２１と処置操作部としての指操作部２２を有している。指操作部２２はハンドル２１を握る手の指で操作される２つの指操作部２２ａ、２２ｂを有している。指操作部２２ａ、２２ｂは指の動きにあうように回転する構成になっている。指操作部２２ａ、２２ｂには、開閉の移動量を検出するセンサ（図示せず）が設けられている。ハンドル２１は連結部４側に配置される台座部２５に固定されており、指操作部２２を、２自由度で姿勢変更させるＣ軸回転部２３、Ｄ軸回転部２４とを有している。Ｃ軸回転部２３は、指操作部２２の開閉軸部を支持するとともにＣ軸周りに指操作部２２全体を回転する構成になっている。Ｄ軸回転部２４は、Ｃ軸回転部２３の全体を支持するとともに、Ｄ軸周りにＣ軸回転部２３を回転するようになっている。更に、操作指令部２で、医療用マニピュレータ１をＥ軸周りに回転させることが可能であり、作業部３の姿勢を自由に変えることが可能となる。

【００１６】

図示しないがＣ軸回転部２３と、Ｄ軸回転部２４には回転角センサが備えられている。指操作部２２ａ、２２ｂの開閉による当該センサ値を、グリッパ１１ａ、１１ｂの開閉動作に対応させている。同様に、Ｃ軸回転部２３のセンサ値をＡ軸の回転角度に、Ｄ軸回転部２４のセンサ値をＢ軸の回転角度にそれぞれ対応させている。

【００１７】

また、本実施の形態では、連結部４と台座部２５との間に駆動部３０を設けている。駆動部３０は前述の各軸センサからの検出信号に基づいて、対応する駆動部３１、３２、３３から動力を作業部３のグリッパ１１、Ａ軸支持部１２、Ｂ軸支持部１３に伝達する構造になっている。

【００１８】

図２は本発明の医療用マニピュレータ１の駆動部３０から作業部３への動力伝達系統図を、図３は作業部３の概略断面図を示したものである。作業部３のグリッパ１１ａは、駆動部３２のモータＭ２の動力で駆動される。モータＭ２の動力は、プーリ５１とワイヤＴ２とワイヤ案内部材５２とプーリ５３からなる伝達部Ｄ１でプーリ５３に回転動力を伝える。ワイヤＴ２は連結部４の軸心と垂直なＮ軸周りに回転して、ワイヤ案内部材５２を介して、プーリ５３を回転させる。プーリ５３には、同じ軸心上に歯車５３ａが設けられている。そして、歯車５３ａは、グリッパ１１ａが取り付けられている歯車５４と噛み合っており、歯車５４をＡ軸周りに回転させて、グリッパ１１ａをＡ軸周りに回転させる。同様に、作業部３のグリッパ１１ｂも駆動部３３のモータＭ３によって駆動される。モータ３３の回転動力は、伝達部Ｄ２（プーリ５５、ワイヤＴ３、ワイヤ案内部材５６、プーリ５７）で、歯車５７ａへ伝えられ、グリッパ１１ｂが取り付けられている歯車５８をＡ軸周りに回転させて、グリッパ１１ｂの回転を実現させている。グリッパ１１ａとグリッパ１１ｂは、Ａ軸周りに回転可能に構成されていることから、グリッパ１１ａとグリッパ１１

ｂを共に同じ方向に回転させることで、グリッパ１１のＡ軸周りの回転が実現できる。グリッパ１１ａとグリッパ１１ｂの回転方向を逆にすることで、グリッパ１１の開閉が実現できる。歯車５３ａと歯車５４、歯車５７ａと歯車５８は回転軸が直交するために使用できる歯車形態は、平歯車とフェースギヤで組み合わせたものか、あるいは、かさ歯車とかさ歯車で組み合わせたものの２つに限定される。しかしながら、本発明の医療用マニピュレータ１は、処置部３の外径を１２ｍｍ以下にすることが必須であることから、歯車形態は平歯車とフェースギヤを用いている。更に、フェースギヤは軸方向を調整することでバックラッシュを調整できる機構であるため、作業部３の精密な位置決めを行うための医療用マニピュレータ１には最適な組み合わせである言える。

【００１９】

Ａ軸支持部１２は、Ａ軸周り、Ｂ軸周り回転の２軸の自由度を持ち、Ｂ軸周りの回転は、駆動部３１のモータＭ１によって駆動される。モータＭ１の回転動力は、プーリ４１、ワイヤＴ１、プーリ４２へ伝えられる。このプーリ４２とＡ軸支持部１２を連結させることで、Ａ軸支持部１２のＢ軸周りの回転を可能にしている。Ｂ軸周りの回転を可能にする部材の配置は、図２に限定されるものでは無く、ワイヤＴ２とワイヤＴ３の間に配置することも可能である。

【００２０】

作業部３のＢ軸周りの回転は、図３に示すようになり、その一例が示されている。図３の（１）の状態で、プーリ５５がワイヤＴ３ａに張力が作用するように回転した場合、プーリ５７は回転（自転）しながら、Ｂ点を中心に公転し、図３（２）のようになる。プーリ５５に接続されているワイヤＴ３がワイヤ案内部材５６を介してプーリ５７に接続させる際に、ワイヤ案内部材５６とプーリ５７の間でワイヤＴ３を交差させることで、プーリ５７が回転しても、ワイヤＴ３ａ側の位置の変化が小さく、かつ、コンパクトな構成で２自由度の動作が実現できる。

【００２１】

従来の方式は、図５に示すような構成のものがほとんどである。グリッパ８５を、Ｔ軸周りとＳ軸周りに回転させる機構において、モータ８１の動力を駆動プーリ８２に伝える。駆動プーリ８２に接続されたワイヤＣ１、Ｃ２は、Ｓ軸上にあるワイヤ案内部材８３に巻き付けられて、Ｔ軸上にあるプーリ８４に接続されている。プーリ８２の回転はガイドワイヤ８３を介してプーリ８４に伝達させて、グリッパ８４の回転を実現させている。先端部８６がＳ軸周りに回転しても、ワイヤＣ１、Ｃ２の位置には変化が生じにくい。ワイヤＣ１、Ｃ２の挿通位置は、先端部８６のＳ軸周りの回転には関係なく、常に一定である。しかしながら、Ｔ軸回りの回転とＳ軸回りの回転を独立にするためにワイヤ案内部材８３に２回転以上巻き付けなければならず、ワイヤ案内部材８３の軸方向の長さ（図５における上下方向のプーリ幅）を短くすることが困難である。上記の例ではプーリ幅はワイヤ直径の４倍以上は必要となり、細径構造が要求される医療用マニピュレータ１への適用が困難である。

【００２２】

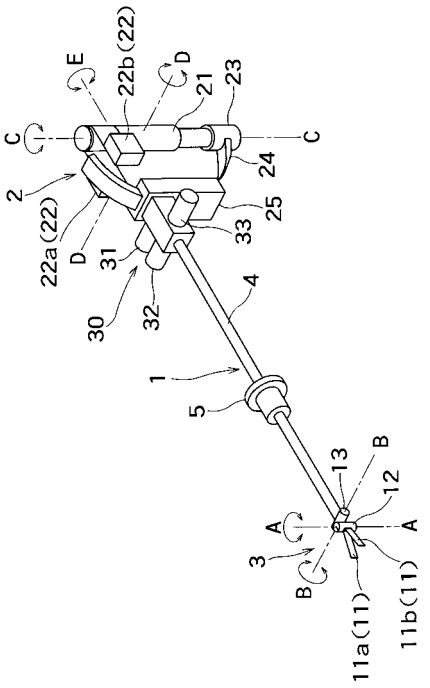
これに対して、本発明の実施の形態では、ワイヤ案内部材５２，５６は回転動力を伝えるためのプーリ（従車プーリ）５３，５７へワィヤを導くためのガイド機能をもったものであることから、プーリ幅をワイヤ直径とほぼ同じにできる。よって、ワイヤ案内部材５２，５６を薄くでき、結果的に２自由度の動作が可能なコンパクトな処置部３を提供できる。

【００２３】

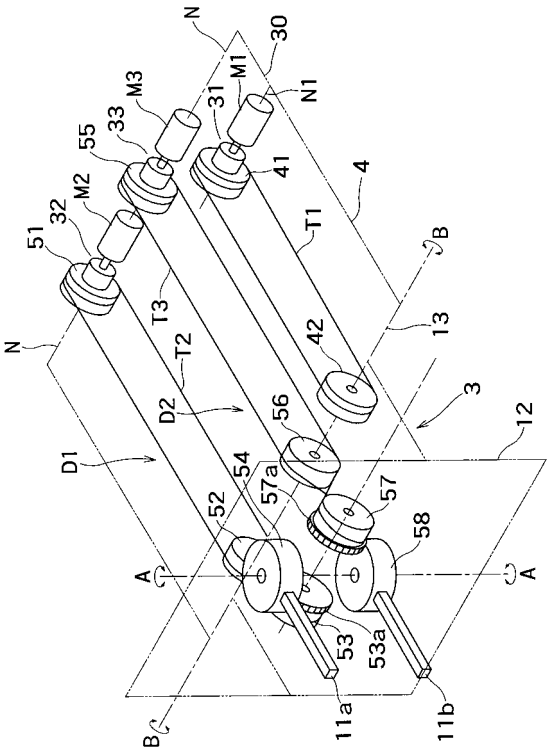
更に、ワイヤ案内部材５６の位置を従動プーリ５７の近傍に設けることで、ワイヤＴ３の配設位置を規制するためのガイド機構も必要なく、従来例と同じように、ワイヤＴ３の配設位置が常に一致に保たれている。このことは、ワイヤＴ３に作用している張力が常に一定であることと等価であり、ワイヤによる動力伝達方式の条件が満たされている。構造的にも、Ｂ軸上に、プーリ４２、ワイヤ案内部材５２、５６を設けることができ、構造が簡素になり、組立性、メンテナンス性に優れたものとなる。

【００２４】
次に、ワイヤ案内部材の他の実施形態を図４に示す。駆動部３３からの動力を処置部３のプーリ６１に伝えるワイヤＴ３のガイドに、細いピン形状のワイヤ案内部材６２、６３を用いる。ワイヤＴ３が交差する点の位置Ｘが、ほぼＢ点を中心とする円周上に位置するようにワイヤ案内部材６２、６３を配置することで、Ｂ軸支持部１３と一体化して製作することができ、部品点数が削減されて、メンテナンスは簡素となる。ここで、細いピン形状のワイヤ案内部材は、２本に限定されるものではなく、複数本配置されていても、かまわない。
【００２５】
以上のように、本発明の実施の形態によれば、作業部３を駆動するためのワイヤの配設方法とワイヤ案内部材の配置を工夫することで、ワイヤＴ２，Ｔ３の引き回しが低減でき、作業部３の構造が簡素化し、組立性とメンテナンス性を大幅に向上させることができる。
【００２６】
また、作業部３の細径化も可能となり、小形、軽量の医療用マニピュレータを提供することが可能となる。
【００２７】
更に、ワイヤ案内部材６２，６３をＢ軸支持部１３と一体化することも可能であり、部品点数の削減や組立工数の低減は、医療用マニピュレータの信頼性、安全性に寄与する部分が多く、その面からも効果もある。
【００２８】
【発明の効果】
以上説明したように、本発明によれば、伝達部のワイヤ案内部材を小形化することができ、作業部の構造が簡素になり、組立性とメンテナンス性に優れるマニピュレータを実現することができる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の実施の形態を示す全体構成図。
【図２】本発明の実施の形態を示す動力伝達系統図。
【図３】本発明による作業部の概略断面図。
【図４】本発明によるワイヤ案内部材の別の実施の形態を示す概略図。
【図５】従来のワイヤ伝達機構を示す概略図。
【符号の説明】
１　医療マニピュレータ
２　操作指令部
３　作業部
４　連結部
１１ａ、１１ｂ　処置部
１２、１３　支持部
２１　ハンドル
２２　指操作部
３０　駆動部
４１、４２、５１、５３、５５、５７　プーリ
５４、５８　歯車
５３ａ、５７ａ　歯車
５２、５６、６２、６３　ワイヤ案内部材
Ｄ１、Ｄ２　伝達部
Ｍ１～Ｍ３　モータ
Ｔ１～Ｔ３　ワイヤ

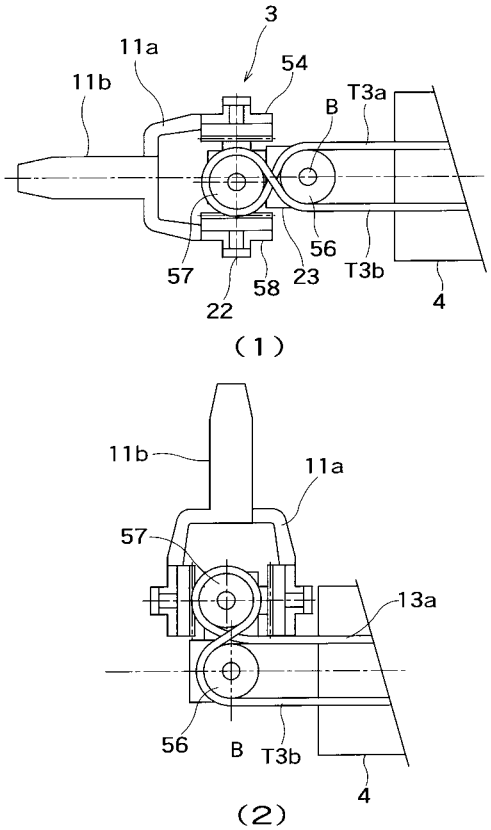
【図１】


E
22b(22)
D
21
23
C
C
24
2
22a(22)
D
25
33
31
30
32
4
1
5
13
B
12
A
A
3
B
11a(11)
11b(11)

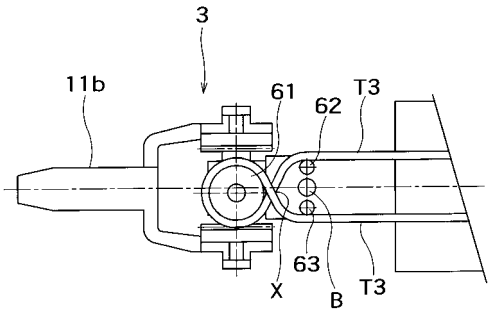
【図２】


N
30
M1
N1
M3
31
33
55
41
4
M2
32
T1
B
51
T3
T2
42
13
N
D2
56
3
12
D1
54
57a
57
52
58
A
A
53
53a
B
11a
11b

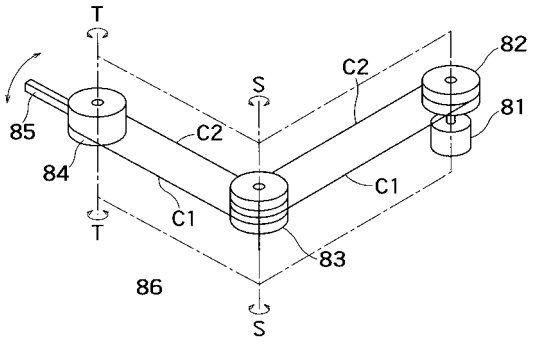
【図３】


3
11a
11b
54
T3a
B
56
57
58
23
T3b
22
4
(1)
11b
11a
57
13a
56
B
T3b
4
(2)

【図４】


3
11b
61
62
T3
63
X
B
T3

【図５】


T
82
C2
S
81
85
C2
84
C1
C1
T
83
86
S

フロントページの続き

(72)発明者　宮　川　豊　美
神奈川県川崎市幸区小向東芝町１　株式会社東芝　研究開発センター内
(72)発明者　神　野　　誠
神奈川県川崎市幸区小向東芝町１　株式会社東芝　研究開発センター内

審査官　小菅　一弘

(56)参考文献　特開平０８－１７３４４２（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－０８２６８８（ＪＰ，Ａ）
実開昭６３－１７６０９２（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
A61B 17/28　310