

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-154877

(P2004-154877A)

(43) 公開日 平成16年6月3日(2004.6.3)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

B25J 17/00

A61B 19/00

F16H 21/46

F16H 21/54

F I

B25J 17/00

B25J 17/00

B25J 17/00

A61B 19/00

F16H 21/46

H

K

L

502

テーマコード (参考)

3C007

3J062

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-320931 (P2002-320931)

(22) 出願日 平成14年11月5日 (2002.11.5)

特許法第30条第1項適用申請有り 2002年5月9日～11日 開催の「第41回日本エム・イー学会大会」において文書をもって発表

(71) 出願人 503360115

独立行政法人 科学技術振興機構  
埼玉県川口市本町4丁目1番8号

(74) 代理人 100099265

弁理士 長瀬 成城

(72) 発明者 土肥 健純

東京都世田谷区中町2-6-30

(72) 発明者 波多 伸彦

東京都世田谷区上野毛3-26-12 上  
野毛南パークハウス306号室

(72) 発明者 山下 紘正

東京都北区西ヶ原2-38-3 布施ハイ  
ツ101号

Fターム(参考) 3C007 AS35 BS18 BS20 BS30 CV09  
CW09 HT11 XG04

最終頁に続く

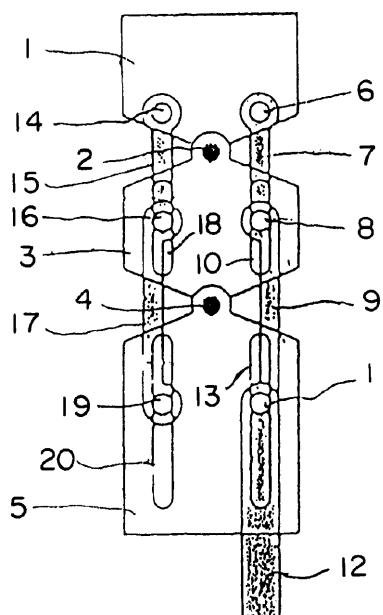
(54) 【発明の名称】 多節スライダ・リンクによる屈曲機構

(57) 【要約】

【課題】一組の多節リンクを直接スライドさせる操作のみで1自由度につき $\pm 90^\circ$ の屈曲駆動を行うことができ、同機構を組み合わせることで多自由度の屈曲を行える屈曲機構を提供する。

【解決手段】第1フレーム1、第2フレーム3、第3フレーム5は、順次第1回転軸2、第2回転軸4により回転可能に枢着され、直列状に配置されている。第1フレーム1の第1回転軸2より右側には、第1駆動用リンク7、第2駆動用リンク9、第3駆動用リンク12が連結されている。第1フレーム1の第1回転軸2より左側には、第1拘束用リンク15、第2拘束用リンク17が連結されている。第3駆動用リンク12がスライド駆動されると、第1フレーム1が左右に回転する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

直列状に配置した複数のフレーム間を、順次回転軸により互いに回転可能に枢着し、また、前記複数のフレーム間には前記回転軸を中心にして、その一方側には駆動用リンクを、他方側には拘束用リンクを互いに回転可能に枢着し、前記駆動用リンクを直列方向にスライドさせることにより複数のフレームを屈曲可能としたことを特徴とする多節スライダ・リンクによる 1 自由度屈曲機構。

## 【請求項 2】

前記複数のフレームを、第 1 フレームと第 2 フレームと第 3 フレームから構成し、第 1 フレームと第 2 フレームは第 1 回転軸により、第 2 フレームと第 3 フレームは第 2 回転軸により、それぞれ回転可能に枢着され、第 3 フレームに対して、第 1 フレームと第 2 フレームを屈曲可能としたことを特徴とする請求項 1 記載の多節スライダ・リンクによる 1 自由度屈曲機構。

## 【請求項 3】

第 1 フレームにおける第 1 回転軸より一方側には、第 1 ピンにより第 1 駆動用リンクの上部が回転可能に枢着され、前記第 1 駆動用リンクの下部は、第 2 ピンにより第 2 駆動用リンクの上部と共に回転可能に枢着され、更に、第 2 ピンは、第 2 フレームに形成された第 1 長孔に嵌入され、前記第 2 駆動用リンクの下部は、第 3 ピンにより第 3 駆動用リンクの上部と共に回転可能に枢着され、更に、第 3 ピンは、第 3 フレームに形成された第 2 長孔に嵌入され、第 3 駆動用リンクの下部は、アクチュエータに直接連結され、前記アクチュエータは動力源に連結され、一方、前記第 1 フレームにおける第 1 回転軸より他方側には、第 4 ピンにより第 1 拘束用リンクの上部が回転可能に枢着され、前記第 1 拘束用リンクの下部は、第 5 ピンにより第 2 拘束用リンクの上部と共に回転可能に枢着され、更に、第 5 ピンは、第 2 フレームに形成された第 3 長孔に嵌入され、前記第 2 拘束用リンクの下部は、第 6 ピンにより枢着され、更に、第 6 ピンは、第 3 フレームに形成された第 4 長孔に嵌入されていることを特徴とする請求項 1 ~ 2 のうちの 1 記載の多節スライダ・リンクによる 1 自由度屈曲機構。

## 【請求項 4】

直列状に配置した複数のフレーム間を、順次回転軸により互いに回転可能に枢着し、また、前記複数のフレーム間には前記回転軸を中心にして、その一方側には駆動用リンクを、他方側には拘束用リンクを互いに回転可能に枢着し、前記駆動用リンクを直列方向にスライドさせることにより複数のフレームを屈曲可能とした多節スライダ・リンクによる一方の 1 自由度屈曲機構とし、また、直列状に配置した複数のフレーム間を、順次回転軸により互いに回転可能に枢着し、また、前記複数のフレーム間には前記回転軸を中心にして、その一方側には駆動用リンクを、他方側には拘束用リンクを互いに回転可能に枢着し、前記駆動用リンクを直列方向にスライドさせることにより複数のフレームを屈曲可能とした多節スライダ・リンクによる他方の 1 自由度屈曲機構とし、前記一方の 1 自由度屈曲機構に対して他方の 1 自由度屈曲機構を 90° 位相をずらせて連結して多自由度屈曲可能としたことを特徴とする多節スライダ・リンクによる多自由度屈曲機構。

## 【請求項 5】

前記一方の 1 自由度屈曲機構の複数のフレームを、第 1 フレームと第 2 フレームと第 3 フレームから構成し、第 1 フレームと第 2 フレームは第 1 回転軸により、第 2 フレームと第 3 フレームは第 2 回転軸により、それぞれが回転可能に枢着され、第 3 フレームに対して、第 1 フレームと第 2 フレームを屈曲可能とし、また、前記他方の 1 自由度屈曲機構の複数のフレームを、第 4 フレームと第 5 フレームから構成し、第 4 フレームと第 5 フレームは第 4 回転軸により回転可能に枢着され、前記一方の 1 自由度屈曲機構の第 3 フレームに対して、前記他方の 1 自由度屈曲機構の第 4 フレームを、第 3 回転軸により 90° 位相をずらせて連結したことを特徴とする請求項 4 記載の多節スライダ・リンクによる多自由度屈曲機構。

## 【請求項 6】

第 1 フレームにおける第 1 回転軸より一方側には、第 1 ピンにより第 1 駆動用リンクの上部が回転可能に枢着され、前記第 1 駆動用リンクの下部は、第 2 ピンにより第 2 駆動用リンクの上部と共に回転可能に枢着され、更に、第 2 ピンは、第 2 フレームに形成された第 1 長孔に嵌入され、前記第 2 駆動用リンクの下部は、第 3 ピンにより第 3 駆動用リンクの上部と共に回転可能に枢着され、更に、第 3 ピンは、第 3 フレームに形成された第 2 長孔に嵌入され、第 3 駆動用リンクの下部は、ピンにより複数の駆動用リンクを介してアクチュエータに連結され、前記アクチュエータは動力源に連結され、一方、前記第 1 フレームにおける第 1 回転軸より他方側には、第 4 ピンにより第 1 拘束用リンクの上部が回転可能に枢着され、前記第 1 拘束用リンクの下部は、第 5 ピンにより第 2 拘束用リンクの上部と共に回転可能に枢着され、更に、第 5 ピンは、第 2 フレームに形成された第 3 長孔に嵌入され、前記第 2 拘束用リンクの下部は、第 6 ピンにより枢着され、更に、第 6 ピンは、第 3 フレームに形成された第 4 長孔に嵌入され、また、前記第 3 フレームには、前記第 1 回転軸と第 2 回転軸より 90°位相をずらせた第 3 回転軸により第 4 フレームが回転可能に枢着され、第 4 フレームには、第 4 回転軸により第 5 フレームが回転可能に枢着され、直列状に配置され、第 3 フレームにおける第 3 回転軸より一方側には、第 7 ピンにより第 4 駆動用リンクの上部が回転可能に枢着され、第 4 駆動用リンクの下部は、第 8 ピンにより第 5 駆動用リンクの上部と共に回転可能に枢着され、更に、第 8 ピンは、第 4 フレームに形成された第 5 長孔に嵌入され、第 5 駆動用リンクの下部は、第 9 ピンにより第 6 駆動用リンクの上部が回転可能に枢着され、更に、第 9 ピンは、第 5 フレームに形成された第 6 長孔に嵌入され、第 6 駆動用リンクの下部は、アクチュエータに直接連結され、動力源からの推力を第 5 駆動用リンクに伝達するように構成され、一方、前記第 4 フレームにおける第 3 回転軸より他方側には、第 10 ピンにより第 3 拘束用リンクの上部が回転可能に枢着され、第 3 拘束用リンクの下部は、第 11 ピンにより第 4 拘束用リンクの上部と共に回転可能に枢着され、更に、第 11 ピンは、第 4 フレームに形成された第 7 長孔に嵌入され、第 4 拘束用リンクの下部は、第 12 ピンにより枢着され、更に、第 12 ピンは、第 5 フレームに形成された第 8 長孔に嵌入されていることを特徴とする請求項 4～5 のうちの 1 記載の多節スライダ・リンクによる多自由度屈曲機構。

【請求項 7】

前記複数のフレームの各々は、そのフレームの中心に貫通孔と、該貫通孔を取り囲むように円周上に 4 個の貫通孔を設けたことを特徴とする請求項 1～6 のうちの 1 記載の多節スライダ・リンクによる多自由度屈曲機構。

【請求項 8】

前記直列に配置した複数のフレームにおいて、前記フレームの円周上に設けられた 4 個の貫通孔に、垂直面屈曲用リンクと水平面屈曲用リンクを交互に配設し、更に、先端のフレームの中心の貫通孔には、鉗子、或いは内視鏡等の操作のための器具を装備したことを特徴とする請求項 1～7 のうちの 1 記載の多節スライダ・リンクによる多自由度屈曲機構。

【請求項 9】

前記フレームをスライドするためのアクチュエータは、モータ、油圧・水圧・空圧シリンダ等、を用い、前記アクチュエータを制御系にケーブル、インタフェースの有線あるいは無線により接続し遠隔操作も可能にし、用途に応じ最適なものを選択し、各種センサを用いて位置や速度、加速度や力覚のフィードバックを行うことを特徴とする請求項 1～8 のうちの 1 記載の多節スライダ・リンクによる多自由度屈曲機構。

【請求項 10】

前記制御系は、制御用計算機、PC やマイコン等、制御量や計算量、実装環境（電源やスペースなど）に応じて選択し、アクチュエータの制御、エンドエフェクタの位置、姿勢制御、運動学計算等を行い、また、遠隔制御系は、専用線や既設のネットワークを用い、遠隔からの制御も可能とし、更に、インタフェースは、ハンドヘルドタイプ、ナビゲーションタイプ、マスタスレーブタイプ等、用途に応じた操作用インタフェースを使用することを特徴とする請求項 1～9 のうちの 1 記載の多節スライダ・リンクによる多自由度屈曲機構。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、多節スライダ・リンク機構により屈曲動作を実現した多自由度屈曲機構を持つデバイスに関するものである。即ち1自由度につき両側 $\pm 90^\circ$ の屈曲動作機構のフレームを複数個組み合わせる事で多自由度を実現する機構に関するものである。駆動伝達としてはリンク機構を採用し、剛性と耐久性に優れ安定した動きを実現した屈曲2自由度マニピュレータとしたのである。

本発明によって、あらゆる産業分野において利用できるものである。すなわち、内視鏡下外科手術用器具（一般外科・胸部外科・産婦人科・耳鼻科・泌尿器科・形成外科・整形外科・脳外科等の外科領域全般で使用する内視鏡、鉗子、電気メス等の手術器具）、人の手が入り込めない危険区域（例えば原子力発電所、宇宙空間等）における遠隔ロボットマニピュレーション、大型機械（各種エンジン等）の深部の複雑な箇所における分解・組み立てを伴わない検査・修理作業、様々な設備の細い配管内における遠隔作業等、医療分野を初めとし原子力や宇宙空間での機器や配管内での遠隔操作機器その他プラントでの複雑配管内での検査装置等幅広い分野で活躍が期待出来る。

## 【0002】

## 【従来技術】

近年、従来は開腹下に行われていた外科手術を内視鏡下で低侵襲に行うという術式がとられている。この術式で使用する鉗子や電気メスなどの手術器具は挿入孔を支点とした低自由度の動きに制限され、患部への柔軟なアプローチが困難となっている。そして、この術式で使用するものとして、屈曲部は1自由度の回転軸受けをもつリング状の関節を組み合わせるにより2自由度の屈曲を実現し、ワイヤにより駆動する腹部外科手術支援長鉗子マニピュレータはある。（例えば、非特許文献1参照）。しかし、このようなワイヤ駆動のものは（マニピュレータ）細径化、多チャンネル化という面では優れているが、高い剛性が実現しにくい、耐久性が悪く使用しているうちにワイヤが延びてしまう、といった欠点があった。そこで、鉗子の先端に屈曲2自由度、鉗子の軸周りの回転により、合計3自由度を腹腔内で持つ機構とし、高剛性実現のため駆動方法としてリンク機構を採用したものもある。（例えば、非特許文献2参照）

## 【非特許文献1】

名称：多自由度長鉗子マニピュレータ文献：中村亮一，小林英津子，他：腹部外科手術支援用長鉗子マニピュレータの開発，第9回日本コンピュータ外科学会大会論文集、第9回日本コンピュータ外科学会大会事務局，61-62，2000

## 【非特許文献2】

名称：リンク駆動型高剛性多自由度能動鉗子文献：渡部耕一，岡田昌史，他：リンク駆動型高剛性多自由度能動鉗子の開発，ロボティクス・メカトロニクス講演会'01講演論文集，日本機械学会，2P1-D10(1)-(2)，2001

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】前記のように、従来のは、ワイヤの取りまわし・高精度なワイヤ駆動を高精度にコントロールのためにアクチュエータ周りの装置が複雑かつ大きい、また、ワイヤ駆動によるスリップスティックと屈曲・伸展動作にバックラッシュが生じる、また、デバイスの直径に対して作業空間がやや小さい等の問題点があった。そこで、本発明は、回転軸を有するフレームの両側に駆動用リンクと拘束用リンクを設け、直接スライドさせる操作のみで屈曲駆動を行えるようにし、各フレームの動作順制御や動作精度の向上及び剛性と耐久性と広い屈曲範囲を実現し、従来の問題点を克服したものである。

## 【0004】

## 【課題を解決するための手段】

このため、本発明が採用した技術手段は、直列状に配置した複数のフレーム間を、順次回転軸により互いに回転可能に枢着し、また、前記複数のフレーム間には前記回転軸を中心

にして、その一方側には駆動用リンクを、他方側には拘束用リンクを互いに回転可能に枢着し、前記駆動用リンクを直列方向にスライドさせることにより複数のフレームを屈曲可能とした多節スライダ・リンクによる1自由度屈曲機構としたことである。

また、前記複数のフレームを、第1フレームと第2フレームと第3フレームから構成し、第1フレームと第2フレームは第1回転軸により、第2フレームと第3フレームは第2回転軸により、それぞれ回転可能に枢着され、第3フレームに対して、第1フレームと第2フレームを屈曲可能とした多節スライダ・リンクによる1自由度屈曲機構としたことである。

また、第1フレームにおける第1回転軸より一方側には、第1ピンにより第1駆動用リンクの上部が回転可能に枢着され、前記第1駆動用リンクの下部は、第2ピンにより第2駆動用リンクの上部と共に回転可能に枢着され、更に、第2ピンは、第2フレームに形成された第1長孔に嵌入され、前記第2駆動用リンクの下部は、第3ピンにより第3駆動用リンクの上部と共に回転可能に枢着され、更に、第3ピンは、第3フレームに形成された第2長孔に嵌入され、第3駆動用リンクの下部は、アクチュエータに直接連結され、前記アクチュエータは動力源に連結され、一方、前記第1フレームにおける第1回転軸より他方側には、第4ピンにより第1拘束用リンクの上部が回転可能に枢着され、前記第1拘束用リンクの下部は、第5ピンにより第2拘束用リンクの上部と共に回転可能に枢着され、更に、第5ピンは、第2フレームに形成された第3長孔に嵌入され、前記第2拘束用リンクの下部は、第6ピンにより枢着され、更に、第6ピンは、第3フレームに形成された第4長孔に嵌入されている多節スライダ・リンクによる1自由度屈曲機構としたことである。

#### 【0005】

また、直列状に配置した複数のフレーム間を、順次回転軸により互いに回転可能に枢着し、また、前記複数のフレーム間には前記回転軸を中心にして、その一方側には駆動用リンクを、他方側には拘束用リンクを互いに回転可能に枢着し、前記駆動用リンクを直列方向にスライドさせることにより複数のフレームを屈曲可能とした多節スライダ・リンクによる一方の1自由度屈曲機構とし、また、直列状に配置した複数のフレーム間を、順次回転軸により互いに回転可能に枢着し、また、前記複数のフレーム間には前記回転軸を中心にして、その一方側には駆動用リンクを、他方側には拘束用リンクを互いに回転可能に枢着し、前記駆動用リンクを直列方向にスライドさせることにより複数のフレームを屈曲可能とした多節スライダ・リンクによる他方の1自由度屈曲機構とし、前記一方の1自由度屈曲機構に対して他方の1自由度屈曲機構を90°位相をずらせて連結して多自由度屈曲可能とした多節スライダ・リンクによる多自由度屈曲機構としたことである。

また、前記一方の1自由度屈曲機構の複数のフレームを、第1フレームと第2フレームと第3フレームから構成し、第1フレームと第2フレームは第1回転軸により、第2フレームと第3フレームは第2回転軸により、それぞれが回転可能に枢着され、第3フレームに対して、第1フレームと第2フレームを屈曲可能とし、また、前記他方の1自由度屈曲機構の複数のフレームを、第4フレームと第5フレームから構成し、第4フレームと第5フレームは第4回転軸により回転可能に枢着され、前記一方の1自由度屈曲機構の第3フレームに対して、前記他方の1自由度屈曲機構の第4フレームを、第3回転軸により90°位相をずらせて連結した多節スライダ・リンクによる多自由度屈曲機構としたことである。

#### 【0006】

また、第1フレームにおける第1回転軸より一方側には、第1ピンにより第1駆動用リンクの上部が回転可能に枢着され、前記第1駆動用リンクの下部は、第2ピンにより第2駆動用リンクの上部と共に回転可能に枢着され、更に、第2ピンは、第2フレームに形成された第1長孔に嵌入され、前記第2駆動用リンクの下部は、第3ピンにより第3駆動用リンクの上部と共に回転可能に枢着され、更に、第3ピンは、第3フレームに形成された第2長孔に嵌入され、第3駆動用リンクの下部は、ピンにより複数の駆動用リンクを介してアクチュエータに連結され、前記アクチュエータは動力源に連結され、一方、前記第1フレームにおける第1回転軸より他方側には、第4ピンにより第1拘束用リンクの上部が回

10

20

30

40

50

転可能に枢着され、前記第 1 拘束用リンクの下部は、第 5 ピンにより第 2 拘束用リンクの上部と共に回転可能に枢着され、更に、第 5 ピンは、第 2 フレームに形成された第 3 長孔に嵌入され、前記第 2 拘束用リンクの下部は、第 6 ピンにより枢着され、更に、第 6 ピンは、第 3 フレームに形成された第 4 長孔に嵌入され、また、前記第 3 フレームには、前記第 1 回転軸と第 2 回転より 90°位相をずらせた第 3 回転軸により第 4 フレームが回転可能に枢着され、第 4 フレームには、第 4 回転軸により第 5 フレームが回転可能に枢着され、直列状に配置され、第 3 フレームにおける第 3 回転軸より一方側には、第 7 ピンにより第 4 駆動用リンクの上部が回転可能に枢着され、第 4 駆動用リンクの下部は、第 8 ピンにより第 5 駆動用リンクの上部と共に回転可能に枢着され、更に、第 8 ピンは、第 4 フレームに形成された第 5 長孔に嵌入され、第 5 駆動用リンクの下部は、第 9 ピンにより第 6 駆動用リンクの上部が回転可能に枢着され、更に、第 9 ピンは、第 5 フレームに形成された第 6 長孔に嵌入され、第 6 駆動用リンクの下部は、アクチュエータに直接連結され、動力源からの推力を第 5 駆動用リンクに伝達するように構成され、一方、前記第 4 フレームにおける第 3 回転軸より他方側には、第 10 ピンにより第 3 拘束用リンクの上部が回転可能に枢着され、第 3 拘束用リンクの下部は、第 11 ピンにより第 4 拘束用リンクの上部と共に回転可能に枢着され、更に、第 11 ピンは、第 4 フレームに形成された第 7 長孔に嵌入され、第 4 拘束用リンクの下部は、第 12 ピンにより枢着され、更に、第 12 ピンは、第 5 フレームに形成された第 8 長孔に嵌入されている多節スライダ・リンクによる多自由度屈曲機構としたことである。

#### 【0007】

また、前記複数のフレームの各々は、そのフレームの中心に貫通孔と、該貫通孔を取り囲むように円周上に 4 個の貫通孔を設けた多節スライダ・リンクによる多自由度屈曲機構としたことである。

また、前記直列に配置した複数のフレームにおいて、前記フレームの円周上に設けられた 4 個の貫通孔に、垂直面屈曲用リンクと水平面屈曲用リンクを交互に配設し、更に、先端のフレームの中心の貫通孔には、鉗子、或いは内視鏡等の操作のための器具を装備した多節スライダ・リンクによる多自由度屈曲機構としたことである。

また、前記フレームをスライドするためのアクチュエータの動力源は、油圧・水圧・空圧シリンダ等、を用い、前記動力源を制御系にケーブル、インタフェースの有線あるいは無線により接続し遠隔操作も可能にし、用途に応じ最適なものを選択し、各種センサを用いて位置や速度、加速度や力覚のフィードバックを行う多節スライダ・リンクによる多自由度屈曲機構としたことである。

また、前記制御系は、制御用計算機、PC やマイコン等、制御量や計算量、実装環境（電源やスペースなど）に応じて選択し、アクチュエータの制御、エンドエフェクタの位置、姿勢制御、運動学計算等を行い、また、遠隔制御系は、専用線や既設のネットワークを用い、遠隔からの制御も可能とし、更に、インタフェースは、ハンドヘルドタイプ、ナビゲーションタイプ、マスタスレーブタイプ等、用途に応じた操作用インタフェースを使用する多節スライダ・リンクによる多自由度屈曲機構としたことである。

#### 【0008】

##### 【発明実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について説明する。

##### （第 1 の実施の形態）

図 1 は、リンク駆動による 1 自由度屈曲機構の概念図を示す図で、図 2 は、リンク駆動による 1 自由度屈曲機構の動く過程を示す図である。

この 1 自由度屈曲機構において、第 1 フレーム 1 には、第 1 回転軸 2 により第 2 フレーム 3 が回転可能に枢着され、第 2 フレーム 3 には、第 2 回転軸 4 により第 3 フレーム 5 が回転可能に枢着され、各フレームが直列状に配置される。

また、第 1 フレーム 1 における第 1 回転軸 2 より右側には、第 1 ピン 6 により第 1 駆動用リンク 7 の上部が回転可能に枢着されている。前記第 1 駆動用リンク 7 の下部は、第 2 ピン 8 により第 2 駆動用リンク 9 の上部と共に回転可能に枢着され、更に、第 2 ピン 8 は、

第2フレーム3に形成された第1長孔10に嵌入されている。前記第2駆動用リンク9の下部は、第3ピン11により第3駆動用リンク12の上部と共に回転可能に枢着され、更に、第3ピン11は、第3フレーム5に形成された第2長孔13に嵌入され、第3駆動用リンク12の下部は、図示しないアクチュエータに直接連結され、動力源からの推力を第2駆動用リンク9に伝達する。一方、前記第1フレーム1における第1回転軸2より左側には、第4ピン14により第1拘束用リンク15の上部が回転可能に枢着されている。前記第1拘束用リンク15の下部は、第5ピン16により第2拘束用リンク17の上部と共に回転可能に枢着され、更に、第5ピン16は、第2フレーム3に形成された第3長孔18に嵌入されている。前記第2拘束用リンク17の下部には、第6ピン19が設けられ、この第6ピン19は、第3フレーム5に形成された長孔20に嵌入されている。

10

#### 【0009】

次に、上記のように構成された1自由度屈曲機構の動きを、図2に基づいて説明する。第1フレーム1は、第2フレーム3に対して0°の状態（図2（1））にある時、図示しない動力源を駆動する。動力源からの推力は、アクチュエータ（不図）に伝達され、その推力はアクチュエータに直接連結された第3駆動用リンク12に伝達する。第3駆動用リンク12の移動に伴い、第3ピン11が長孔13に沿い下方に移動し、第3ピン11の下方に伴い第2駆動用リンク9も下方に移動する。第2駆動用リンク9の下方の移動に伴い、第2ピン8が第1長孔10に沿い下方に移動し、第2ピン8の下方の移動に伴い第1駆動用リンク7も下方に移動する。第1駆動用リンク7の移動に伴い、第1フレーム1は回転モーメントが与えられ、第1回転軸2を中心にして時計回りに回転をし傾き始め（図2（2））、その回転は第2ピン8が第1長孔10の下端に当接するまで続き、第2ピン8が第1長孔10の下端に当接すると、第1フレーム1は、第2フレーム3に対して-45°回転する（図2（3））。

20

一方、第1フレーム1の、第1回転軸2より左側に存在する各拘束用リンクは、前記各駆動用リンクの動きに追随して動く。すなわち、第1フレーム1の時計方向の動きに伴い、第1拘束用リンク15は時計方向に回転しつつ上方に移動することによって第5ピン16も第3長孔18に沿って上方に移動する。第5ピン16の上方の移動に伴い、第2拘束用リンク17は第6ピン19と共に、第3フレーム5に形成された長孔20に沿い上方に移動し、第1フレーム1の回転に追随する。

前記のように、第2ピン8が第1長孔10の下端に当接すると（図2（3））、第2フレーム3は同様に時計方向に回転モーメントが与えられ、第2回転軸4を中心に回転し始め（図2（4））、第3ピン11が長孔13に沿って下方に移動する程傾きが大きくなる。第3ピン11が長孔13の下端に当接すると（図2（5））、第2フレーム3の回転は止み、第2フレーム3は、第3フレーム5に対して-45°回転し（図2（5））、トータルで第1フレーム1は、第3フレーム5に対して-90°回転したことになる。なお、第1フレーム1には、エンドエフェクタ（不図）が搭載されるものである。また、前記の各フレームには、同形のピン、長孔、リンクが設けられ、それらの部材の配置は回転軸に対して対称的に配置されているので、1本の第3駆動用リンク12の動きを逆方向に移動させれば、図2（6）～（10）に示されているように第1フレーム1は、反時計方向に+90°回転されることは理解されるところであるのでその説明は省略する。

30

40

#### 【0010】

##### （第2の実施の形態）

図3は、リンク駆動による2自由度屈曲機構の概念図を示すもので、（a）は平面図で、（b）は側面図であり、同図における符号、名称は、前記第1の実施の形態と同じ機能及び同じ形状を有する場合は同じ符号、名称を用いた。

この2自由度屈曲機構における、第1フレーム1に第2フレーム3を、第2フレーム3に第3フレーム5を、それぞれ、第1回転軸2と第2回転軸4により回転可能に枢着、且つ、直列状に配置されていることは、前記第1の実施の形態と同様である。

また、図3（a）（b）に示されているように、第3フレーム5には、第3回転軸21により第4フレーム22が回転可能に枢着され、第4フレーム22には、第4回転軸23に

50

より第 5 フレ - ム 2 4 が回転可能に枢着されている。

前記構成によって、第 1 フレ - ム 1 と第 2 フレ - ム 3 は、第 3 フレ - ム 5 に対して同方向、すなわち、垂直面屈曲（紙面に対して）が可能であり、第 4 フレ - ム 2 2 と第 5 フレ - ム 2 4 は、第 3 フレ - ム 5 に対して同方向、すなわち、水平面屈曲（紙面に対して）が可能となる。前記のように、第 3 フレ - ム 5 に  $90^\circ$  ずらせて第 4 フレ - ム 2 2 と第 5 フレ - ム 2 4 を延設したので、第 3 ピン 1 1 には 2 本の直交するピンジョイントを介して駆動用リンクを形成した（図 3（b））。すなわち、図 3（b）に示すように、駆動用リンクは複数のリンクからなり、これらリンクはピンにより回転可能に枢着され、垂直方向（紙面に対して）に折れ曲がるのが可能になっている。そして、前記駆動用リンクは、アクチュエータ（不図）に連結され、動力源からの推力でもって、第 1 フレ - ム 1 と第 2 フレ - ム 3 が垂直面方向に屈曲可能となることは前述したとおりである。

#### 【0011】

次に、水平面方向に屈曲する第 4 フレ - ム 2 2 と第 5 フレ - ム 2 4 の構成について図 3（a）に基づいて説明する。

第 3 フレ - ム 5 には、第 3 回転軸 2 1 により第 4 フレ - ム 2 2 が回転可能に枢着され、第 4 フレ - ム 2 2 には、第 4 回転軸 2 3 により第 5 フレ - ム 2 4 が回転可能に枢着され、直列状に配置される。また、第 3 フレーム 5 における第 3 回転軸 2 1 より下側（図 3（a））には、第 7 ピン 2 5 により第 4 駆動用リンク 2 6 の上部が回転可能に枢着されている。前記第 4 駆動用リンク 2 6 の下部は、第 8 ピン 2 7 により第 5 駆動用リンク 2 8 の上部と共に回転可能に枢着され、更に、第 8 ピン 2 7 は、第 4 フレ - ム 2 2 に形成された第 5 長孔 2 9 に嵌入されている。前記第 5 駆動用リンク 2 8 の下部は、第 9 ピン 3 0 により第 6 駆動用リンク 3 1 の上部と共に回転可能に枢着され、更に、第 9 ピン 3 0 は、第 5 フレ - ム 2 4 に形成された第 6 長孔 3 2 に嵌入され、第 6 駆動用リンク 3 1 の下部は、図示しないアクチュエータに直接連結され、動力源からの推力を第 5 駆動用リンク 2 8 に伝達する。

一方、前記第 4 フレーム 2 2 における第 3 回転軸 2 1 より上側（図 3（a））には、第 10 ピン 3 3 により第 3 拘束用リンク 3 4 の上部が回転可能に枢着されている。前記第 3 拘束用リンク 3 4 の下部は、第 11 ピン 3 5 により第 4 拘束用リンク 3 6 の上部と共に回転可能に枢着され、更に、第 11 ピン 3 5 は、第 4 フレ - ム 2 2 に形成された第 7 長孔 3 7 に嵌入されている。前記第 4 拘束用リンク 3 6 の下部は、第 12 ピン 3 8 により枢着され、更に、第 12 ピン 3 8 は、第 5 フレ - ム 2 4 に形成された第 8 長孔 3 9 に嵌入されている。

#### 【0012】

次に、上記のように構成された 2 自由度屈曲機構の動きについて説明する。

この動きは、図 2 に基づいて説明した前記第 1 の実施の形態の 1 自由度屈曲機構の動きと同様の動きをするものである。すなわち、図 3（a）において、図示しない動力源からの推力は、アクチュエータに伝達され、その推力はアクチュエータに直接連結された第 6 駆動用リンク 3 1 に伝達する。第 6 駆動用リンク 3 1 の移動に伴い、第 9 ピン 3 0 が第 6 長孔 3 2 に沿い左方に移動し、第 9 ピン 3 0 の左方の移動に伴い第 5 駆動用リンク 2 8 も左方に移動する。第 5 駆動用リンク 2 8 の左方の移動に伴い、第 8 ピン 2 7 が第 5 長孔 2 9 に沿い左方に移動し、第 8 ピン 2 7 の左方の移動に伴い第 4 駆動用リンク 2 6 も左方に移動する。第 4 駆動用リンク 2 6 の移動に伴い、第 3 フレーム 5 は回転モーメントが与えられ、第 3 回転軸 2 1 を中心にして時計回りに回転をし傾き始め、その回転は第 8 ピン 2 7 が第 5 長孔 2 9 の左端に当接するまで続き、第 8 ピン 2 7 が第 5 長孔 2 9 の左端に当接すると、第 3 フレーム 5 は、第 4 フレーム 2 2 に対して  $-45^\circ$  回転する。以下、第 4 フレーム 2 2 が、第 5 フレ - ム 2 4 に対して  $-45^\circ$  回転し、結果的には、第 3 フレーム 5 が第 5 フレ - ム 2 4 に対して  $-90^\circ$  回転していく過程は前記した図 2 の動きと同様である。更に、水平面上で  $-90^\circ$  回転し傾いた第 3 フレーム 5 に対して、第 1 フレ - ム 1 と第 2 フレ - ム 3 が垂直面に回転をし傾く過程は前述のとおりである。この場合、水平面屈曲と垂直面屈曲をおこなうリンク機構、長孔、ピン等の位置は  $90^\circ$  位相がずれているので



、それら部材は干渉することなくスムーズに動くことができる。

【0013】

( 具体的実施例 1 )

図4(a)は、本発明の、1 自由度屈曲機構を2 個組み合わせた2 自由度屈曲機構に内視鏡を搭載した「2 自由度屈曲内視鏡」の先端部の外観を示すもので、図4(b)は、図4(a)のA矢視図で、図4(c)は、各フレームの断面図である。図4(c)に示すように、フレーム1からフレーム5のそれぞれのフレームは、中心に貫通孔、該貫通孔を取り囲むように円周状に4個の貫通孔を設ける。前記中心の貫通孔はCCDカメラ用とし、前記円周状の貫通孔のうち2個は水平面屈曲用のリンクが通る貫通孔、残り2個は垂直面屈曲用のリンクが通る貫通孔とし、それらは垂直面屈曲用と水平面屈曲用と交互に配置している。また、垂直面屈曲用リンクにおける拘束用リンク1 (図4(b)のまる数字12) 及び拘束用リンク2 (図4(b)のまる数字13) は、6 駆動用リンク1 及び 7 駆動用リンク2 と対称的な配置になっている。また、前記フレームの胴部には、適宜切欠部を設け、この切欠部を利用して各リンク等の組み立て、或いはリンクの作動時のフレームへの干渉防止をする。また、各フレーム間の連結及び各リンク間の連結にはピンジョイントを用いている。なお、製作した屈曲機構のフレームの径は9mmであり、さらに、シールドで覆うことで直径10mmの内視鏡となる。しかも直径10mm内にCCDカメラ機構を組み込んだり、把持機構を組み込んだりした内視鏡下外科手術製品の高精度化に目処をたてるに至った。即ち1自由度あたり $\pm 80^\circ$ の屈曲範囲を繰り返し誤差平均が $\pm 0.9^\circ$ という高精度が実現できた。以下に、各部材の働きを表にして説明するが、その動きは前記1自由度屈曲機構と2自由度屈曲機構と同様の動きをするものである。

10

20

【0014】

【表1】

構成要素	番号	はたらき
CCD カメラ	①	フレーム 1 前方の映像を撮る.
垂直面屈曲用回転軸 1	②	この軸周りにフレーム 1 が回転する.
垂直面屈曲用回転軸 2	③	この軸周りにフレーム 2 が回転する.
水平面屈曲用回転軸 1	④	この軸周りにフレーム 3 が回転する.
水平面屈曲用回転軸 2	⑤	この軸周りにフレーム 4 が回転する.
垂直面屈曲用リンク		
・駆動用リンク 1	⑥	フレーム 1 に回転軸 1 周りのモーメントを与え回転させる.
・駆動用リンク 2	⑦	フレーム 2 に回転軸 2 周りのモーメントを与え回転させる.
・駆動用リンク 3	⑧	フレーム 3 内で駆動用リンク 2 と 4 を連結する. ユニバーサルジョイントの役目.
・駆動用リンク 4	⑨	駆動用リンク 5 からの動力を駆動用リンク 3 に伝える.
・駆動用リンク 5	⑩	駆動用リンク 6 からの動力を駆動用リンク 4 に伝える.
・駆動用リンク 6	⑪	動力源からの推力を駆動用リンク 5 に伝達する. アクチュエータと直接連結される.
・拘束用リンク 1	⑫	駆動用リンク 1 と同形で対称的な動作をし, フレーム 1・2 を一定の順序で回転させるための拘束となる.
・拘束用リンク 2	⑬	駆動用リンク 2 と同形で対称的な動作をし, フレーム 1・2 を一定の順序で回転させるための拘束となる.
水平面屈曲用リンク		
・駆動用リンク 1	⑭	フレーム 3 に回転軸 3 周りのモーメントを与え回転させる.
・駆動用リンク 2	⑮	フレーム 4 に回転軸 4 周りのモーメントを与え回転させる.
・駆動用リンク 3	⑯	動力源からの推力を駆動用リンク 3 に伝達する. アクチュエータと直接連結される.
・拘束用リンク 1	⑰	駆動用リンク 1 と同形で対称的な動作をし, フレーム 3・4 を一定の順序で回転させるための拘束となる.
・拘束用リンク 2	⑱	駆動用リンク 2 と同形で対称的な動作をし, フレーム 3・4 を一定の順序で回転させるための拘束となる.

10

20

30

## 【 0 0 1 5 】

## ( 具体的実施例 2 )

図 5 は、2 自由度屈曲機構の先端フレームに把持機構を設けた 2 自由度屈曲把持鉗子について示す。基本的な屈曲機構は、図 4 の 2 自由度屈曲内視鏡と同様である。ワーキングチャンネルは、内視鏡ではリード線を通すのに対し、把持鉗子では把持の開閉用金属ワイヤを通す。ワイヤとスプリングにより図 5 で示す把持機構を駆動する。ワイヤを引くと上歯が閉じ、ワイヤの牽引を緩めるとスプリングの復元力で上歯が開く。

次に、図 6 を用いて、エンドエフェクタの作業範囲について説明する。

図 4 における、2 自由度屈曲機構の先端側の垂直屈曲用回転軸から、10 mm の距離にエンドエフェクタを搭載し、フレーム 2、フレーム 3 及びフレーム 4 の長さをそれぞれ 7 . 9 2 mm、1 2 . 5 4 mm、および 1 3 . 4 mm で製作した場合の 2 自由度屈曲機構によるエンドエフェクタの作業範囲は図 6 で示す空間となる。なお、原点 ( 0 , 0 , 0 ) には水平屈曲用のアクチュエータ側回転軸が位置するとしてグラフを表している。

40

## 【 0 0 1 6 】

## ( 具体的実施例 3 )

図 7 は、本発明を様々な機器に組み込んだ場合のシステム構成の例を示すものである。各部材の機能について説明する。 1 屈曲部は、1 自由度ないし 2 自由度で、工夫次第でそれ以上の付加も可能であり、1 自由度あたり最大で  $\pm 90^\circ$  の屈曲範囲の実現が可能である。 2 エンドエフェクタは、カメラや各種鉗子、電気メス、レ - ザ等多様なデバイスの搭載が可能である。 3 駆動源は、リンク駆動のためのアクチュエータや油圧・水

50

圧・空圧シリンダ等、仕様用途に応じ最適なものを選択し、各種センサを用いて位置や速度、加速度や力覚のフィードバックを行う。 4 制御系は、制御用計算機、PCやマイコン等、制御量や計算量、実装環境（電源やスペーシングなど）に応じて選択する。また、アクチュエータの制御、エンドエフェクタの位置、姿勢制御、運動学計算等を行う。 5 遠隔制御系は、専用線や既設のネットワークを用い、遠隔からの制御も可能である。 6

インタフェースは、ハンドヘルドタイプ、ナビゲーションタイプ、マスタスレーブタイプ等、用途に応じた操作用インタフェースを使用することが可能である。

以上、本発明の実施例では、2 自由度屈曲機構を鉗子、内視鏡などに利用したが、他の医療分野、例えば、内視鏡下外科手術用器具（一般外科・胸部外科・産婦人科・耳鼻科・泌尿器科・形成外科・整形外科・脳外科等の外科領域全般で使用する内視鏡、鉗子、電気メス等の手術器具）や、人の手が入り込めない危険区域（例えば原子力発電所、宇宙空間等）における遠隔ロボットマニピュレーション、大型機械（各種エンジン等）

の深部の複雑な箇所における分解・組み立てを伴わない検査・修理作業、様々な設備の細い配管内における遠隔作業など、あらゆる分野で利用できるものである。

【0017】

【発明の効果】

前記したように、本発明は、直列状に配置した複数のフレーム間を、順次回転軸により互いに回転可能に枢着し、また、前記複数のフレーム間には前記回転軸を中心にして、その一方側には駆動用リンクを、他方側には拘束用リンクを互いに回転可能に枢着し、前記駆動用リンクを直列方向にスライドさせることにより複数のフレームを屈曲可能とした多節スライダ・リンクによる1自由度屈曲機構としたために、1 自由度につき両側±90°の屈曲動作の操作を1本のリンクの直接スライド駆動のみで行うことができ、広いワーキングスペースが実現できる。また同機構を複数組み合わせることで多自由度の屈曲機構をもつ小型デバイスの製作が可能となる。また、本発明の上記構成によって、バックラッシュ及びスリップスティックのない、高い屈曲再現性を得ることができ、また、リンクを直接駆動することで屈曲動作に大きな発生力を与えることができ、更に、剛性と耐久性に優れ安定した動きができる、という効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の、リンク駆動による1自由度屈曲機構の概念図を示すものである。

【図2】本発明の、リンク駆動による1自由度屈曲機構の動く過程を示す図である。

【図3】本発明の、リンク駆動による2自由度屈曲機構の概念図を示すもので、(a)は平面図で(b)は側面図である。

【図4】(a)は、本発明の、リンク駆動による2自由度屈曲内視鏡先端部を示す外観図で、(b)は、A矢視図で、(c)は、2自由度屈曲内視鏡の断面チャンネルである。

【図5】本発明の、リンク駆動による2自由度屈曲機構の先端フレームに把持機構を設けた2自由度屈曲把持鉗子を示す図である。

【図6】本発明の、リンク駆動による2自由度屈曲機構によるエンドエフェクタの作業範囲を示す図である。

【図7】本発明の、様々な機器に組み込んだ場合のシステム構成の例の図である。

【符号の説明】

- 1 第1フレーム
- 2 第1回転軸
- 3 第2フレーム
- 4 第2回転軸
- 5 第3フレーム
- 6 第1ピン
- 7 第1駆動用リンク
- 8 第2ピン
- 9 第2駆動用リンク
- 10 第1長孔

10

20

30

40

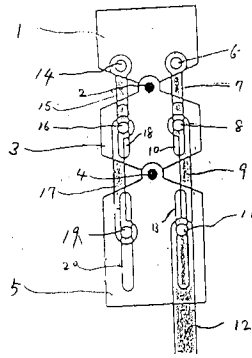
50

1 1 第 3 ピン  
1 2 第 3 駆動用リンク  
1 3 第 2 長孔  
1 4 第 4 ピン  
1 5 第 1 拘束用リンク  
1 6 第 5 ピン  
1 7 第 2 拘束用リンク  
1 8 第 3 長孔  
1 9 第 6 ピン  
2 0 第 4 長孔  
2 1 第 3 回転軸  
2 2 第 4 フレ - ム  
2 3 第 4 回転軸  
2 4 第 5 フレ - ム  
2 5 第 7 ピン  
2 6 第 4 駆動用リンク  
2 7 第 8 ピン  
2 8 第 5 駆動用リンク  
2 9 第 5 長孔  
3 0 第 9 ピン  
3 1 第 6 駆動用リンク  
3 2 第 6 長孔  
3 3 第 1 0 ピン  
3 4 第 3 拘束用リンク  
3 5 第 1 1 ピン  
3 6 第 4 拘束用リンク  
3 7 第 7 長孔  
3 8 第 1 2 ピン  
3 9 第 8 長孔

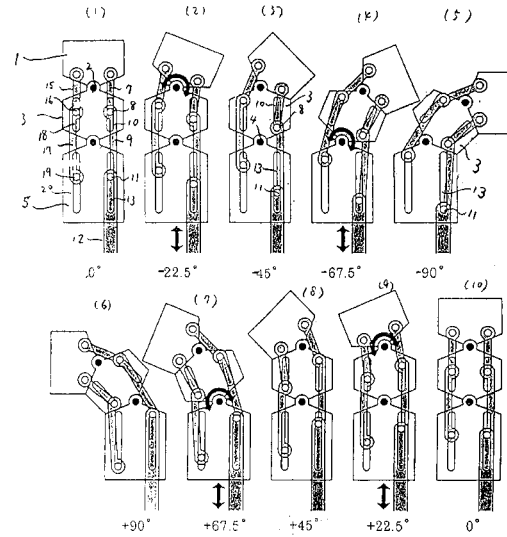
10

20

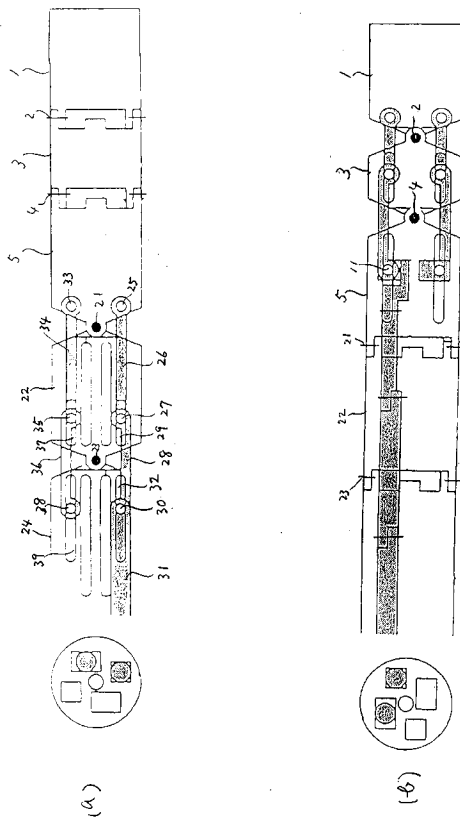
【図 1】



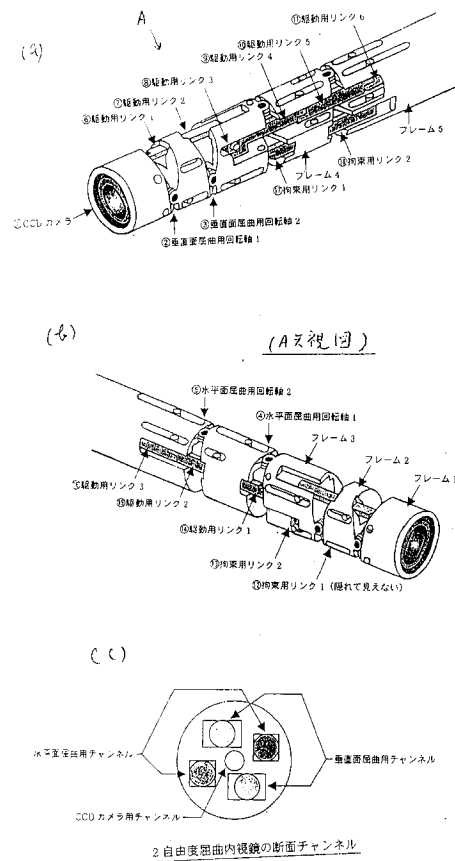
【図 2】



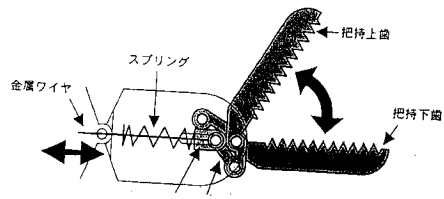
【図 3】



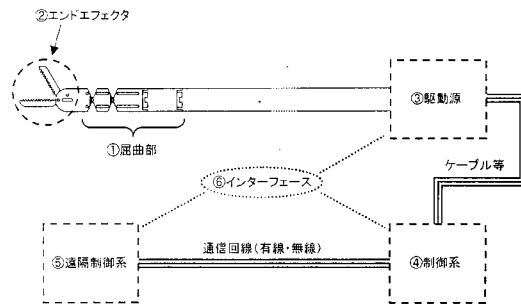
【図 4】



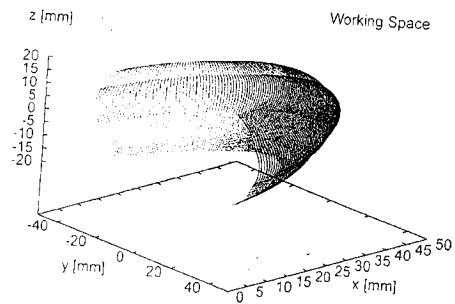
【図 5】



【図 7】



【図 6】



【手続補正書】

【提出日】平成14年11月12日(2002.11.12)

【手続補正1】

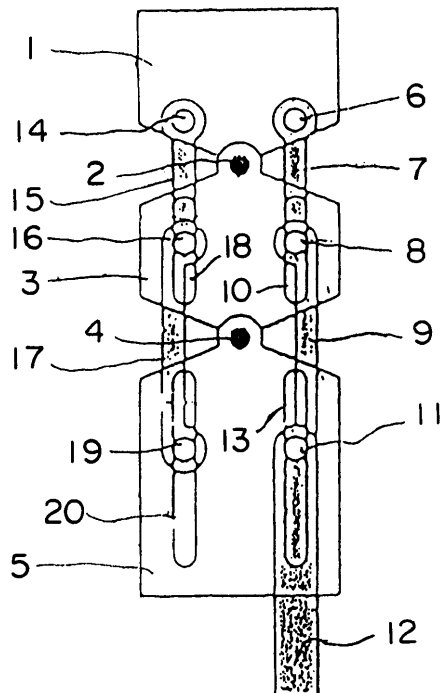
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 1】



【手続補正 2】

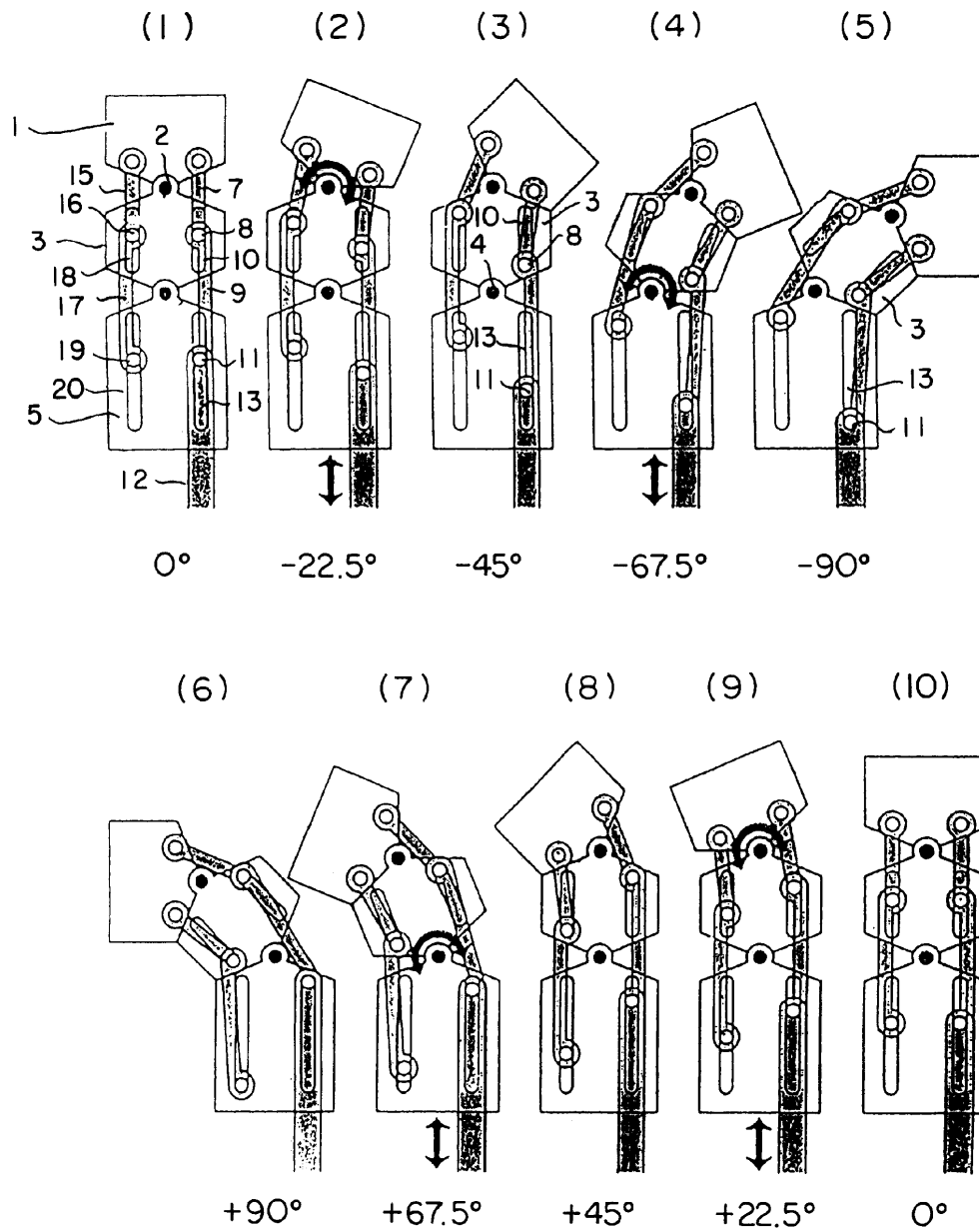
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 2】



【手続補正 3】

【補正対象書類名】図面

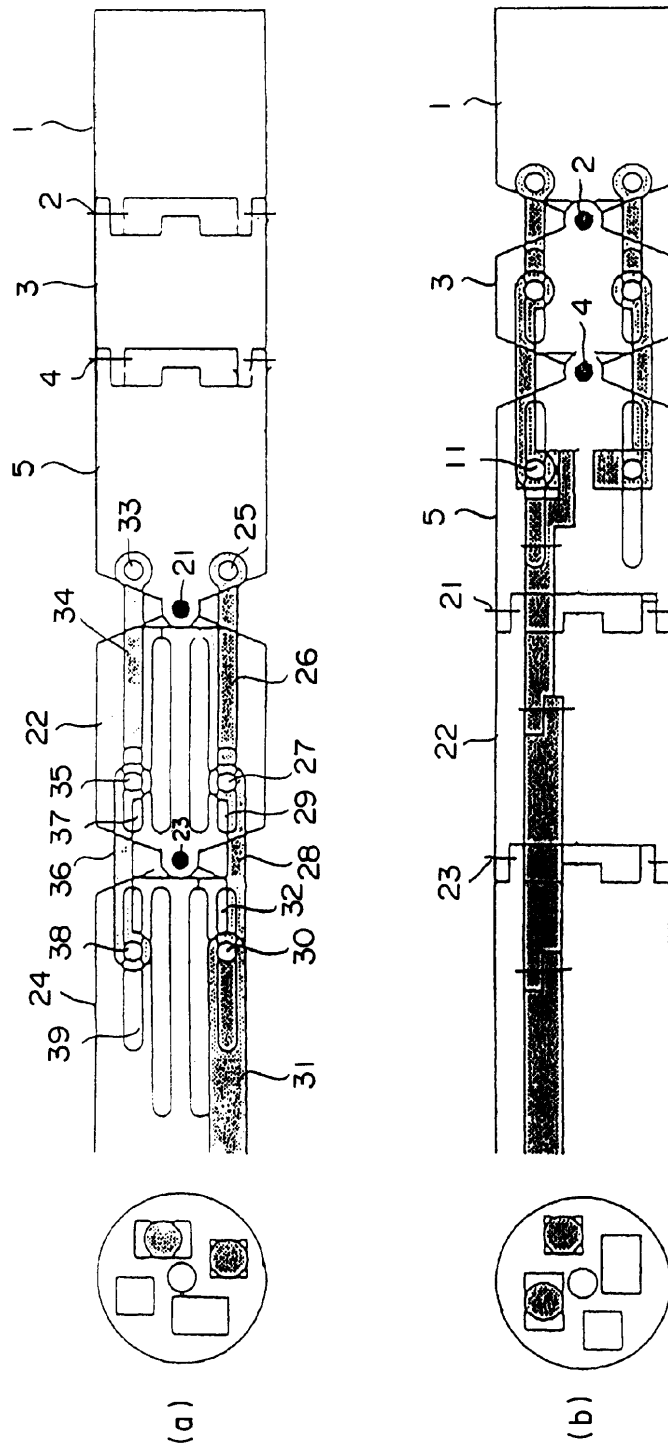
【補正対象項目名】図 3

【補正方法】変更

【補正の内容】



【 図 3 】



【 手続補正 4 】

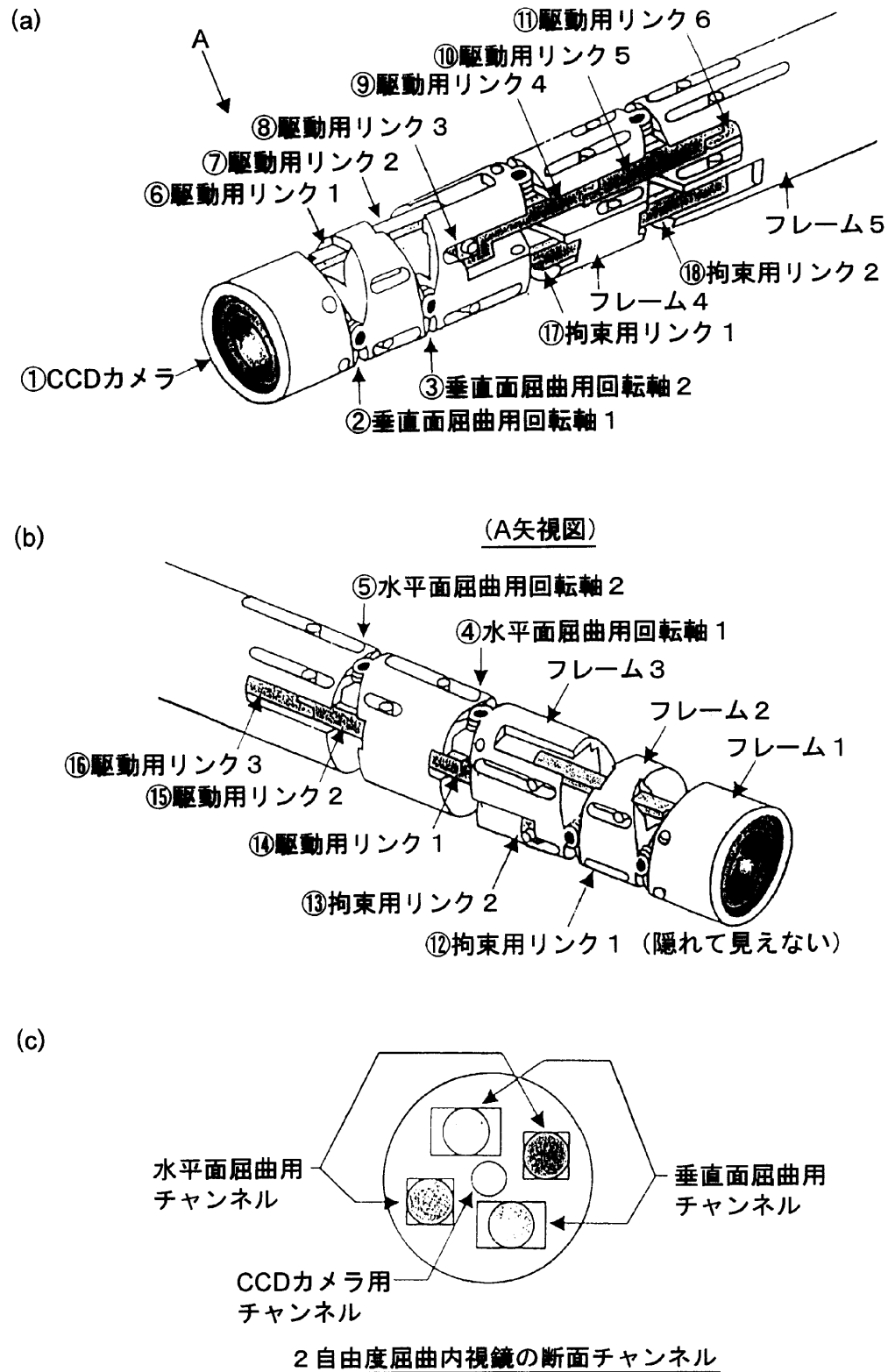
【 補正対象書類名 】 図面

【 補正対象項目名 】 図 4

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 図 4 】



【 手続補正 5 】

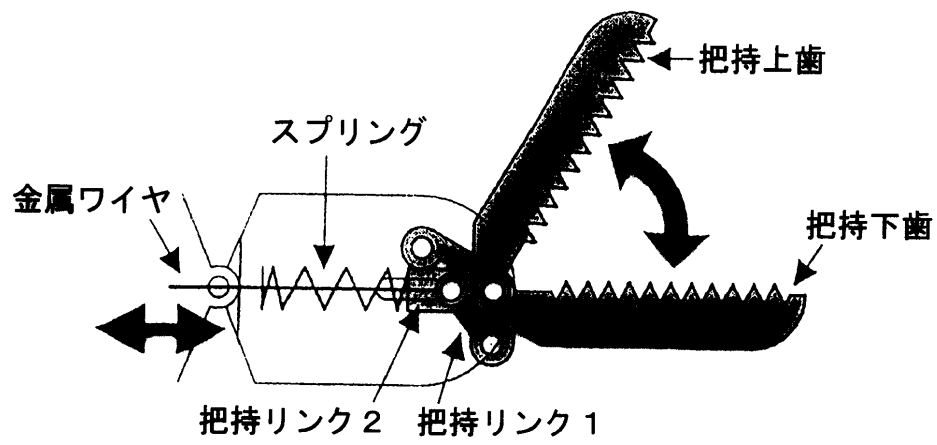
【 補正対象書類名 】 図面

【 補正対象項目名 】 図 5

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 図 5 】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

F I

テーマコード(参考)

F 1 6 H 21/54

F ターム(参考) 3J062 AA38 AA39 AB28 AC08 AC09 BA16 BA35 CB03 CB04 CB15  
CB18 CB28 CB33

专利名称(译)	通过多节滑块链接的弯曲机制		
公开(公告)号	<a href="#">JP2004154877A</a>	公开(公告)日	2004-06-03
申请号	JP2002320931	申请日	2002-11-05
[标]申请(专利权)人(译)	独立行政法人科学技术振兴机构		
申请(专利权)人(译)	独立行政法人 科学技术振兴机构		
[标]发明人	土肥健純 波多伸彦 山下紘正		
发明人	土肥 健純 波多 伸彦 山下 紘正		
IPC分类号	B25J17/00 A61B19/00 B25J9/06 B25J18/06 F16H21/46 F16H21/54		
CPC分类号	B25J18/06 B25J9/06 Y10T74/20323		
FI分类号	B25J17/00.H B25J17/00.K B25J17/00.L A61B19/00.502 F16H21/46 F16H21/54 A61B34/35		
F-TERM分类号	3C007/AS35 3C007/BS18 3C007/BS20 3C007/BS30 3C007/CV09 3C007/CW09 3C007/HT11 3C007/XG04 3J062/AA38 3J062/AA39 3J062/AB28 3J062/AC08 3J062/AC09 3J062/BA16 3J062/BA35 3J062/CB03 3J062/CB04 3J062/CB15 3J062/CB18 3J062/CB28 3J062/CB33 3C707/AS14 3C707/AS27 3C707/AS29 3C707/AS35 3C707/BS18 3C707/BS20 3C707/BS30 3C707/CV09 3C707/CW09 3C707/HT04 3C707/HT11 3C707/HT36 3C707/XG04		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

解决的问题：提供一种弯曲机构，该弯曲机构仅通过使一组多关节连杆直接滑动并组合相同的机构来进行具有多个自由度的弯曲的操作，就能够对每个自由度进行 $\pm 90^\circ$ 的弯曲驱动。。 解决方案：第一框架1，第二框架3和第三框架5依次通过第一旋转轴2和第二旋转轴4可旋转地连接并串联排列。已经完成了。第一驱动连杆7，第二驱动连杆9和第三驱动连杆12连接到第一框架1的第一旋转轴2的右侧。第一约束连杆15和第二约束连杆17连接到第一框架1的第一旋转轴2的左侧。当第三驱动连杆12滑动时，第一框架1左右旋转。[选型图]图1

