

(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  
2023年6月22日(22.06.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/112447 A1

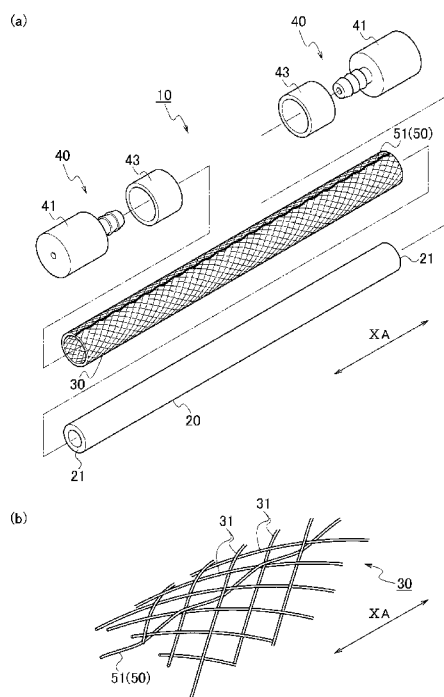
- (51) 国際特許分類:  
*F15B 15/10* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/037853
- (22) 国際出願日: 2022年10月11日(11.10.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2021-205532 2021年12月17日(17.12.2021) JP
- (71) 出願人:株式会社ブリヂストン(BRIDGESTONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1048340 東京都中央区京橋三丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者:大野 信吾(OONO Shingo).
- (74) 代理人:三好 秀和, 外(MIYOSHI Hidekazu et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目2番8号 虎ノ門琴平タワー Tokyo (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF,

(54) Title: HYDRAULIC ACTUATOR

(54) 発明の名称: 流体圧アクチュエータ



(57) Abstract: A hydraulic actuator (10) comprises: a tube (20) that expands and contracts due to the pressure of a fluid; a sleeve (30) that is a stretchable structure of interwoven fiber cords (31) aligned in a prescribed direction ( $\theta 1$ ) and that covers the outer peripheral surface of the tube (20); a sealing member (40) that seals an end part (21) of the tube (20) in the axial direction (XA); and a restricting member (50) that is provided to a part in the circumferential direction of the tube (20) and from one end side to the other end side in the axial direction (XA), and that restricts elongation along the axial direction at the part in the circumferential direction of the tube (20). In a state where the tube (20) extends in the axial direction (XA), the prescribed direction ( $\theta 1$ ) in which the fiber cords (31) of the sleeve (30) are aligned is the orientation of elongation when the tube (20) expands. The restricting member (50) is interwoven and integrated with the sleeve (30), or is provided between the sleeve (30) and the tube (20).

WO 2023/112447 A1

CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE,  
SN, TD, TG).

添付公開書類：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：流体圧アクチュエータ（10）は、流体の圧力によって膨張および収縮するチューブ（20）と、所定方向（ $\theta 1$ ）に配向された繊維コード（31）を編み込んだ伸縮性を有する構造体でありチューブ（20）の外周面を覆うスリーブ（30）と、チューブ（20）の軸方向（XA）における端部（21）を封止する封止部材（40）と、チューブ（20）の周方向の一部に軸方向（XA）における一端側から他端側に亘って設けられチューブ（20）の周方向の一部における軸方向に沿った伸長を拘束する拘束部材（50）と、を備える。軸方向（XA）にチューブ（20）が伸びた状態で、スリーブ（30）の繊維コード（31）が配向する所定方向（ $\theta 1$ ）が、チューブ（20）が膨張すると伸長する配向にされている。拘束部材（50）は、スリーブ（30）に編み込まれて一体化される、又はスリーブ（30）とチューブ（20）との間に配置される。

## 明 細 書

**発明の名称**：流体圧アクチュエータ

### 技術分野

[0001] 本発明は、流体圧アクチュエータに関し、具体的に、いわゆるマッキベン型の流体圧アクチュエータに関する。

### 背景技術

[0002] 従来、気体または液体を用いてチューブを膨張及び収縮させる流体圧アクチュエータとして、空気圧によって膨張、収縮するゴム製のチューブと、チューブの外周面を覆うスリーブとを有する構造（いわゆるマッキベン型）が広く用いられている。

[0003] また、チューブの内圧が上昇した場合に、チューブ及びスリーブが単純に軸方向に収縮するのではなく湾曲する、マッキベン型の流体圧アクチュエータも知られている（特許文献1参照）。具体的には、流体圧アクチュエータのスリーブの内側に拘束部材を備え、チューブの軸方向への圧縮に対して抵抗する該拘束部材の作用によって湾曲する流体圧アクチュエータが知られている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：特開2021-88999号公報

### 発明の概要

[0005] しかし、従来の湾曲する流体圧アクチュエータでは、拘束部材として、チューブの軸方向の圧縮に対して抵抗可能な剛性を備える部材が用いられる。このため、湾曲する流体圧アクチュエータをロボットハンド（グリッパ）等に用いるために、流体圧アクチュエータの柔軟性をさらに高めることは容易でなかった。つまり、流体圧アクチュエータを、軟らかい或いは軽くて変形しやすい操作対象を破壊、変形させることなく優しく掴み得る柔軟性を湾曲状態で確保し得る流体圧アクチュエータにすることは容易でなかった。

[0006] 本発明では、ロボットハンド（グリッパ）等に用いた場合に、軟らかい或いは軽くて変形しやすい操作対象を優しく掴む作業に用い得る柔軟性を湾曲状態で確保できる構成を備えた湾曲する流体圧アクチュエータを提供することを目的とする。

[0007] 本発明の実施形態に係る流体圧アクチュエータは、流体の圧力によって膨張および収縮するチューブと、所定方向に配向された繊維コードを編み込んだ伸縮性を有する構造体であり前記チューブの外周面を覆うスリーブと、前記チューブの軸方向における端部を封止する封止部材と、前記チューブの周方向の一部に前記軸方向における一端側から他端側に亘って設けられ、前記チューブの前記周方向の一部における前記軸方向に沿った伸長を拘束する拘束部材と、を備える。前記スリーブの前記繊維コードが配向する前記所定方向が、前記チューブが膨張すると伸長する配向にされている。前記拘束部材は、前記スリーブに編み込まれて一体化されている。又は、前記拘束部材は、前記スリーブと前記チューブとの間に配置されている。

[0008] 上記構成によれば、ロボットハンド（グリッパ）等に用いた場合に、軟らかい或いは軽くて変形しやすい操作対象を優しく掴む作業に用い得る柔軟性を湾曲状態で確保できる構成を備えた湾曲可能な流体圧アクチュエータを提供できる。

### 図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1（a）は、一実施形態に係る流体圧アクチュエータの分解斜視図であり、図1（b）は、拘束部材がスリーブに編み込まれて一体化しているスリーブの一部分を拡大した拡大斜視図である。

[図2]図2は、流体圧アクチュエータに用いるスリーブの展開図であり、図2（a）は流体圧アクチュエータが伸長する前の状態を示す図であり、図2（b）は流体圧アクチュエータが伸長した状態を示す図である。

[図3]図3は、流体圧アクチュエータの軸方向に沿った断面図であり、図3（a）は、流体圧アクチュエータが流体圧によって湾曲する前の状態を示す断面図であり、図3（b）は、流体圧アクチュエータに流体圧をかけて湾曲さ

せた後の状態を示す断面図である。

[図4]図4は、変更例に係る流体圧アクチュエータの封止部材近傍のかしめ前の状態を拡大した分解断面図である。

[図5]図5は、変更例に係る流体圧アクチュエータの分解斜視図である。

### 発明を実施するための形態

[0010] 以下、実施形態を図面に基づいて説明する。なお、同一の機能や構成には、同一または類似の符号を付して、その説明を適宜省略する。

[0011] (1) 流体圧アクチュエータの全体概略構成

図1(a)は、一実施形態に係る流体圧アクチュエータの分解斜視図である。図1(b)は、拘束部材がスリーブに編み込まれて一体化しているスリーブの一部分を拡大した拡大斜視図である。

[0012] 図1(a)に示すように、流体圧アクチュエータ10は、流体の圧力によって膨張および収縮するチューブ20と、所定方向(所定の編角) $\theta 1$ に配向された繊維コード31を編み込んだ伸縮性を有する構造体でありチューブ20の外周面を覆うスリーブ30と、チューブ20の軸方向XAにおける両端部21を封止する一对の封止部材40と、を備える。

[0013] 実施形態の流体圧アクチュエータ10は、基本的な特性として、チューブ20内の流体圧を上昇させると、スリーブ30を形成する繊維コード31の張力で径方向の膨張を制限しつつ流体圧アクチュエータ10の軸方向XAに伸長する。そして、チューブ20内の流体圧を低下させると、軸方向XAの寸法が復元する。このような形状変化によって、流体圧アクチュエータ10は、アクチュエータとしての機能を発揮する。

[0014] このような流体圧アクチュエータ10は、いわゆるマッキベン(McKibben)型の流体圧アクチュエータであり、人工筋肉用などとして好適に用い得る。一对の封止部材40には、連結対象となる部材などに連結される連結部(不図示)等が設けられてもよい。

[0015] 本実施形態では、図1(a)、1(b)に示すように、このような基本的な特性を有するマッキベン型の流体圧アクチュエータを用いつつ、軸方向X

Aの伸長を拘束する（規制または制限すると呼んでもよい、以下同）拘束部材50を、流体圧アクチュエータ10の周方向の一部に設けている。この構成により、流体圧アクチュエータ10は、軸方向XAに直交する直交方向、つまり、軸方向XAから湾曲（カール）することができる。

[0016] 流体圧アクチュエータ10の駆動に用いられる流体は、空気などの気体、または水、鉱物油などの液体のどちらでもよい。流体圧アクチュエータ10は、チューブ20およびスリーブ30に高い圧力が掛かる油圧駆動にも耐え得る高い耐久性を有し得る。また、流体圧アクチュエータ10のチューブ20として、空気などの気体等による低い圧力で駆動可能な肉厚或いは材質のチューブを用いた場合、流体圧アクチュエータ10の柔軟性が確保される。このようなチューブ20を備えた流体圧アクチュエータ10は、軟らかい或いは軽くて変形しやすい操作対象を優しく掴む作業に好適に用い得る。

[0017] 一对の封止部材40は、軸方向XAにおけるチューブ20の両端部21を封止する。具体的に、各封止部材40は、封止部材本体41及びかしめ部材43を含む。封止部材本体41は、チューブ20の軸方向XAの端部21を封止する。また、かしめ部材43は、チューブ20およびスリーブ30を封止部材本体41とともにかしめる。かしめ部材43の外周面には、治具によってかしめ部材43がかしめられた痕である圧痕が形成されてもよい。

[0018] 一对の封止部材40の少なくとも一方の封止部材40の封止部材本体41には、流体圧アクチュエータ10の駆動圧力源と接続されたホース（管路）を取り付けられる接続口が設けられている。この接続口に連通する流体通路45を介して流体圧アクチュエータ10に流入、排出される流体によって、チューブ20内部の流体圧が制御され、流体圧アクチュエータ10のチューブ20が膨張、収縮する。なお、流体圧アクチュエータ10の駆動圧力源は、例えば気体や液体のコンプレッサである。

[0019] （2）流体圧アクチュエータ10の構成

図1（a）に示すように、流体圧アクチュエータ10は、上述したように、チューブ20、スリーブ30、一对の封止部材40、及び拘束部材50に

よって構成される。

[0020] チューブ20は、流体の圧力によって膨張あるいは収縮する円筒状の筒状体である。チューブ20は、流体による膨張及び収縮を繰り返すため、ブチルゴムなどの弾性材料によって構成される。また、流体圧アクチュエータ10を油圧駆動する場合、前記弾性材料を耐油性が高いNBR（ニトリルゴム）、または水素化NBR、クロロプレンゴム、及びエピクロロヒドリンゴムからなる群より選択される少なくとも一種とすることが好ましい。

[0021] 図2は、流体圧アクチュエータ10に用いるスリーブ30の展開図である。図2（a）は、流体圧アクチュエータ10が伸長する前の状態を示す展開図である。図2（b）は、流体圧アクチュエータ10が伸長した状態を示す展開図である。

[0022] 図1（a）に示すように、スリーブ30は、円筒状であり、流体圧アクチュエータ10において、チューブ20の外周面を覆う。図2（a）に示すように、スリーブ30は、内部の流体圧を上昇させる前のチューブ20の軸方向（流体圧アクチュエータ10の軸方向）XAに対する所定方向（所定の編角） $\theta 1$ に配向された繊維コード31を編み込んだ伸縮性を有する構造体である。繊維コード31は、配向された繊維コード31が交差することによって菱形の形状が繰り返す構造に編まれている。スリーブ30は、このような形状を有することによって、図2（a）、2（b）に示されるようにパンタグラフ変形し、チューブ20の膨張及び収縮を規制しつつ追従する。

[0023] なお、マッキベン型の流体圧アクチュエータ10において、チューブ20とともに封止部材40にかしめ付けられたスリーブ30は、流体圧アクチュエータ10の駆動時に、編み込まれた繊維コード31の編角が $54.7 \text{ deg.}$ に収束するように駆動する。このため、流体圧アクチュエータ10の駆動前の編角が $54.7 \text{ deg.}$ より小さい場合、流体圧アクチュエータ10は軸方向に収縮する。そして、編角が $54.7 \text{ deg.}$ より大きい場合、流体圧アクチュエータ10は軸方向に伸長する。

[0024] 本実施形態に用いられているスリーブ30は、図2（a）に示すように、

伸縮前のスリーブ30の繊維コード31の配向が、加圧前の流体圧アクチュエータ10の軸方向XAに対して54.7deg.よりも大きな所定の編角 $\theta_1$ をなすように編まれている。つまり、内部の流体圧の変化に伴うチューブ20の変形を規制する繊維コード31の配向は、チューブ20が膨張すると流体圧アクチュエータ10が伸長する所定方向（所定の編角） $\theta_1$ となるように配向されている。具体的に、繊維コード31は、編角 $\theta_1$ が60deg.~80deg.となるようにスリーブ30に編まれている。

[0025] 図2(b)に示すように、このスリーブ30を用いた流体圧アクチュエータ10は、チューブ20内の流体圧を上昇させた時にスリーブ30の編角 $\theta_2$ が伸長前の編角 $\theta_1$ よりも小さくなることで(54.7deg.に近づくことで)伸長駆動する。

[0026] スリーブ30を構成する繊維コード31としては、芳香族ポリアミド(アラミド繊維)やポリエチレンテレフタレート(PET)の繊維コードを用いることが好ましい。但し、このような種類の繊維コードに限定されるものではなく、例えば、PBO繊維(ポリパラフェニレンベンゾビスオキサゾール)などの高強度繊維のコードでもよい。

[0027] また、本実施形態では、図1(a)に示すように、拘束部材50が、チューブ20の周方向の一部に、軸方向XAにおける一端側から他端側に亘って設けられている。拘束部材50は、チューブ20、スリーブ30とともに両端が封止部材40にかしめられている。

[0028] 拘束部材50は、流体圧アクチュエータ10の伸長駆動に対して抵抗し得る引張り強度を備えた部材である。

[0029] チューブ20内の流体圧を高めて流体圧アクチュエータ10を伸長駆動した場合、拘束部材50の両端が封止部材40にかしめられているため、チューブ20が発生させる一对の封止部材40間の距離が伸びる方向に働く力に対して、拘束部材50が抵抗する。この作用により、拘束部材50が配置されたチューブ20の外周上の一部の周方向位置では、チューブ20の膨張が妨げられ、流体圧アクチュエータ10の伸長が拘束される。この結果、流体

圧アクチュエータ 10 は、流体圧の上昇に伴い、軸方向 X A に沿って伸長せずに湾曲（カール）する。

[0030] 本実施形態において、拘束部材 50 は、図 1（b）に示すように、スリーブ 30 に編み込まれて一体化された拘束用繊維コード 51 で構成されている。そして、拘束部材 50 に含まれる拘束用繊維コード 51 は、スリーブ 30 に一体化された状態で封止部材 40 にかしめられている。なお、スリーブ 30 と一体化された状態で、拘束用繊維コード 51 は、スリーブ 30 の繊維コード 31 同士が交差する位置で繊維コード 31 と交差するように、スリーブ 30 に編み込まれている。

[0031] 拘束用繊維コード 51 は、流体圧アクチュエータ 10 のサイズ、及び必要とされる発生力などに応じて選択されればよく、特に限定されない。つまり、拘束用繊維コード 51 は、流体圧アクチュエータ 10 の伸長駆動に対して抵抗し得る引張り強度を有していればよい。また、拘束用繊維コード 51 の材料についても特に限定されない。典型的には、スリーブ 30 を構成する繊維コード 31 に使用し得る繊維コードの中から所望の引張り強度などを考慮して、拘束用繊維コード 51 の材料が選択されればよい。つまり、拘束用繊維コード 51 は、繊維コード 31 と同じ材料の繊維コードであってよく、繊維コード 31 と異なる繊維コードが選択されてもよい。

[0032] 封止部材 40 は、流体圧アクチュエータ 10 の軸方向 X A において、チューブ 20 の端部 21 を封止する。封止部材 40 は、封止部材本体 41 及びかしめ部材 43 によって構成される。

[0033] 封止部材本体 41 は、管状のチューブ 20 に挿通される。具体的には、封止部材本体 41 は、チューブ 20 の内径よりも寸法が大きい頭部とチューブ 20 の内径に対して挿通可能な外径を備える胴体部とを有する。胴体部は、チューブ 20 に挿通される。

[0034] 封止部材本体 41 としては、ステンレス鋼などの金属を好適に用い得るが、このような金属に限定されものではない。例えば、封止部材本体 41 として、硬質プラスチック材料などが用いられてもよい。

- [0035] かしめ部材43は、封止部材本体41に挿通されたチューブ20、チューブ20の外周面を覆うスリーブ30、及びスリーブに編み込まれて一体化された拘束部材50を、封止部材本体41とともにかしめる。具体的には、かしめ部材43は、チューブ20、スリーブ30、及び拘束部材50の封止部材本体41に挿通された部分の外周に設けられ、これらの部材20、30、50を封止部材本体41にかしめる。
- [0036] かしめ部材43としては、アルミニウム合金、真鍮、及び鉄などの金属を用いることができる。かしめ用の治具によってかしめ部材43がかしめられると、かしめ部材43には、圧痕が形成され得る。
- [0037] なお、封止部材40は、封止部材本体41にスリーブ30および拘束部材50を係止する係止リングを備えてもよい（不図示）。具体的に、スリーブ30および拘束部材50は、係止リングを介して径方向外側に折り返されてもよい。
- [0038] 係止リングの形状は、封止部材本体41と係合可能な形状であってよい。また、係止リングの材料としては、封止部材本体41と同様の金属、硬質プラスチック材料などの材料や、自然繊維（自然繊維の糸）、ゴム（例えばOリング）などの材料を用いることができる。
- [0039] （3）封止機構の構成
- 図3は、流体圧アクチュエータの軸方向XAに沿った断面図である。具体的に、図3（a）は、流体圧アクチュエータが流体圧によって湾曲する前の状態を示す断面図である。図3（b）は、流体圧アクチュエータに流体圧をかけて湾曲させた後の状態を示す断面図である。
- [0040] 図3（a）に示すように、チューブ20は、封止部材本体41の胴体部に挿通される。また、チューブ20、チューブ20の外周面を覆うスリーブ30、およびスリーブ30に編み込まれた拘束部材50は、かしめ部材43によって、封止部材本体41にかしめられている。
- [0041] また、拘束部材50は、チューブ20の周方向における一部のみに設けられる（例えば図1参照）。

- [0042] 拘束部材50は、チューブ20及びスリーブ30の軸方向XAにおける一端側から他端側に亘って設けられる。具体的には、図3(a)に示すように、拘束部材50は、チューブ20の軸方向XAの一端側の封止部材40から他端側の封止部材40に亘って設けられてもよい。
- [0043] 但し、拘束部材50は、必ずしも完全に一端側の封止部材40から他端側の封止部材40に亘って設けられていなくてもよい。封止部材40の何れか一方（特に、湾曲時に自由端となる可能性が高い封止部材40側）には、拘束部材50が延在していなくてもよい。このような場合、例えば、拘束部材50の封止部材40まで延在しない側の端部は、例えば他端側のチューブ20やスリーブ30の一部などに固定されてもよい。
- [0044] かしめ部材43は、封止部材本体41の胴体部の外径よりも大きく、胴体部に挿通された上で治具によってかしめられる。かしめ部材43は、チューブ20及びスリーブ30を封止部材本体41とともにかしめる。
- [0045] (4) 流体圧アクチュエータ10の湾曲挙動  
図3(a)、3(b)は、流体圧アクチュエータ10の挙動の説明図である。図3(a)、3(b)に示されている流体圧アクチュエータ10は、図中左側に配置された一端側の封止部材40側が固定された固定端である。そして、流体圧アクチュエータ10の図中右側に配置された他端側の封止部材40が自由に移動できる状態にある自由端である。
- [0046] 上述したように、流体圧アクチュエータ10の内部に流体を流入させてチューブ20内の流体圧を上昇させると、スリーブ30によって軸方向XAに垂直な方向への膨張が拘束（規制）されて、流体圧アクチュエータ10は軸方向XAに伸長しようとする。
- [0047] このとき、スリーブ30で外周面が覆われたチューブ20の拘束部材50が配置されている周方向の一部（図3(a)、3(b)中の上側）では、拘束部材50が伸長しないため、チューブ20の伸長が阻害される。これに対して、チューブ20の周方向の一部に対向する部位（図3(a)、3(b)中の下側）では、チューブ20が伸長する。このことにより、膨張収縮可能

なチューブ20では、拘束部材50が配置された側（図3（a）、3（b）の上側）における長さが、これに対向する位置（図3（a）、3（b）の下側）の長さよりも相対的に短くなる。その結果、図3（b）に示されるように、自由端側（図3（b）の右側）が、拘束部材50が配置された側（図3（b）の上側）に湾曲する。

[0048] （5）作用・効果

流体圧アクチュエータ10は、以下のような特徴を有している。

- [0049]
- ・湾曲角度が大きい（180度以上曲ることができる）
  - ・力の制御が容易（圧力に発生力が比例する）
  - ・構造がシンプル
  - ・表面をコートすることによって、操作対象に直接接触することも可能

また、ロボットハンド等に本実施形態の流体圧アクチュエータ10を用いた場合、流体圧アクチュエータ10では、チューブ20の伸縮を拘束する拘束部材50が湾曲状態の内側に位置することになる。このため、湾曲過程で、湾曲内側のスリーブ30およびチューブ20が伸縮しない。このため、流体圧アクチュエータ10を用いたロボットハンド等では、湾曲過程で操作対象と流体圧アクチュエータ10との接触点がチューブ20の伸縮によって滑ることがない。そして、軟らかい或いは軽くて変形しやすい操作対象を破壊、変形させることなく優しく掴み得る。

- [0050] また、本実施形態の流体圧アクチュエータ10のように拘束部材50が拘束用繊維コード51で構成された場合、チューブ20、スリーブ30、拘束部材50という流体圧アクチュエータ10が変形する部位が塑性変形し難い部材で構成される。このため、流体圧アクチュエータ10は、動作中などに他の剛体に接触した場合でも塑性変形しない柔軟性を有する。さらに、チューブ20、スリーブ30、拘束部材50という流体圧アクチュエータ10が変形する部位に剛性が高い部材が用いられていないため、軟らかい或いは軽くて変形しやすい操作対象を破壊、変形させることなく優しく掴む機能がさらに向上する。

[0051] また、本実施形態の流体圧アクチュエータ 10 のように、軸方向に配向する拘束部材 50 がスリーブ 30 に編み込まれて一体化されている場合、スリーブ 30 と拘束部材 50 とが一体的な挙動を示すようになる。この拘束部材 50 がスリーブ 30 に一体化された構成では、流体圧アクチュエータ 10 の湾曲状態の制御が容易になる。

[0052] (6) その他の実施形態

以上、実施形態に沿って本発明の内容を説明したが、本発明はこれらの記載に限定されるものではなく、種々の変形及び改良が可能であることは、当業者には自明である。

[0053] 本実施形態では、拘束部材 50 がスリーブ 30 に編み込まれて一体化されていた。しかし、拘束部材の構成は、この構成に限定されるものでない。具体的に、拘束部材とスリーブとは別体であってもよい。ただし、拘束部材 150 とスリーブ 130 とを別体にする場合、図 4 に示されるように、拘束部材 150 はスリーブ 130 とチューブ 120 との間に配置される。

[0054] 図 4 は、拘束部材 150 とスリーブ 130 とが別体で構成される変更例に係る流体圧アクチュエータの封止部材 140 近傍のかしめ前の状態を拡大した分解断面図である。図 4 に示すように、変更例では、流体通路 145 が形成された封止部材本体 141 及びかしめ部材 143 を備える封止部材 140 の胴体部にチューブ 120 が挿通される。そして、拘束部材 150 がスリーブ 130 とチューブ 120 との間に配置された状態で、かしめ部材 143 がチューブ 120、スリーブ 130、拘束部材 150 を封止部材本体 141 とともにかしめる。

[0055] 拘束部材とスリーブとを別体とする構成として、例えば拘束用繊維コード 151 と熱可塑性樹脂テープ等とを一体化した複合テープ材を、拘束部材 150 としてもよい。

[0056] この場合、複合テープ材である拘束部材 150 は、チューブ 120 の軸方向 X A における一端側から他端側に亘って設けられている。このとき、複合テープ材の拘束用繊維コード 151 も、チューブ 120 の軸方向 X A にお

る一端側から他端側に亘って設けられている。拘束用繊維コード151は、熱可塑性樹脂テープ間に挟み込まれて一体化されていてよく、拘束用繊維コード151の一部が熱可塑性樹脂テープに接触または埋没していてもよい。

[0057] ここで、拘束用繊維コード151は、拘束用繊維コード51と同様に、繊維コード31に使用し得る繊維コードの中から所望の引張り強度などを考慮して、拘束用繊維コード151の材料が選択されればよい。

[0058] また、熱可塑性樹脂テープを構成する材料については特に限定されないが、例えば、ポリプロピレン（PP）、高密度ポリエチレン（HDPE）、中密度ポリエチレン（MDPE）、低密度ポリエチレン（LDPE）、ポリスチレン（PS）、ポリエチレンテレフタレート（PETP）、ポリブチレンテレフタレート（PBTTP）、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）、ポリアミド6（PA6）、又はポリアミド66（PA66）等が挙げられる。

[0059] また、拘束用繊維コード151と熱可塑性樹脂テープ等とを一体化した複合テープ材を拘束部材150とする場合、図5に示されるように、複数の拘束用繊維コード151が、チューブ120の軸方向XAにおける一端側から他端側に亘って設けられ、かつ互いに交差するように配置されていてもよい。

[0060] また、拘束部材に、互いに交差する複数の拘束用繊維コードを含む構成として、複数の拘束用繊維コード51を互いに交差するようにスリーブ30に編み込んでもよい。

[0061] 互いに交差する複数の拘束用繊維コード51、151を拘束部材50、150に含む場合、拘束部材50、150が配置されるチューブ20、120の周方向の一部とは、周方向における周長の1/3以下の範囲であってよい。

[0062] 拘束部材が、互いに交差する複数の拘束用繊維コード51を含む場合、一部の拘束用繊維コード51の張力のみが高まるように曲がる流体圧アクチュエータ10の変形が抑制され、流体圧アクチュエータ10を拘束部材50が延在する所定の方向に沿って湾曲させることができる。

- [0063] また、上記のような拘束部材150をスリーブ130と別体とする構成で、より高い剛性が求められる用途で流体圧アクチュエータ10が使用される場合、スリーブ130とは別体である拘束部材150として、平板状或いはチューブ120の断面形状に倣うように湾曲した板バネ (leaf spring) を用いてもよい。拘束部材150として板バネを用いる場合でも、拘束部材150はチューブ120の周方向における一部に設けられる。そして、拘束部材150として板バネを用いる場合、拘束部材150をスリーブ130とチューブ120との間に配置することで、剛性を高めた湾曲する流体圧アクチュエータを得ることができる。
- [0064] 板バネの寸法は、流体圧アクチュエータのサイズ、及び必要とされる発生力などに応じて選択されればよく、特に限定されない。また、板バネの材料についても特に限定されないが、典型的には、ステンレス鋼などの金属など、曲げ易く、圧縮に強い材料であればよい。例えば、拘束部材150は、炭素繊維強化プラスチック (CFRP) の薄板などによって形成されてもよい。CFRPは、金属に比べて塑性変形をし難いため、拘束部材150として使用した場合でも、流体圧アクチュエータが湾曲後、元の真っ直ぐな状態に戻りやすい。
- [0065] 拘束部材150としての板バネの幅は、特に限定されないが、チューブ120の外径と基準とすれば、概ね当該外径の半分程度としてよい。一例としては、チューブ120の外径11mm、伸長前のチューブ120の長さ185mm、拘束部材150 (板バネ) の幅6mm、厚さ0.5mm程度とすることができる。
- [0066] また、上述した変更例では、拘束部材50、150が、チューブ20、120の周方向における一部 (周長の1/3以下) に設けられていた。しかし、拘束部材は、流体圧アクチュエータ10の湾曲性が確保されていれば、チューブ20、120の周方向における半分 (半周分) 程度の範囲に設けられていても構わない。
- [0067] さらに、上述した実施形態および変更例では、拘束部材50、150が、

チューブ20, 120及びスリーブ30, 130の軸方向XAにおける一端側から他端側に亘って設けられていた。しかし、軸方向XAにおける略全体の領域に亘って設けられていれば、拘束部材50, 150は、必ずしも、軸方向XAにおける一端から他端に亘って設けられていなくても構わない。

[0068] 上記のように、本発明の実施形態を記載したが、この開示の一部をなす論述及び図面はこの発明を限定するものであると理解すべきではない。この開示から当業者には様々な代替実施の形態、実施例及び運用技術が明らかとなろう。

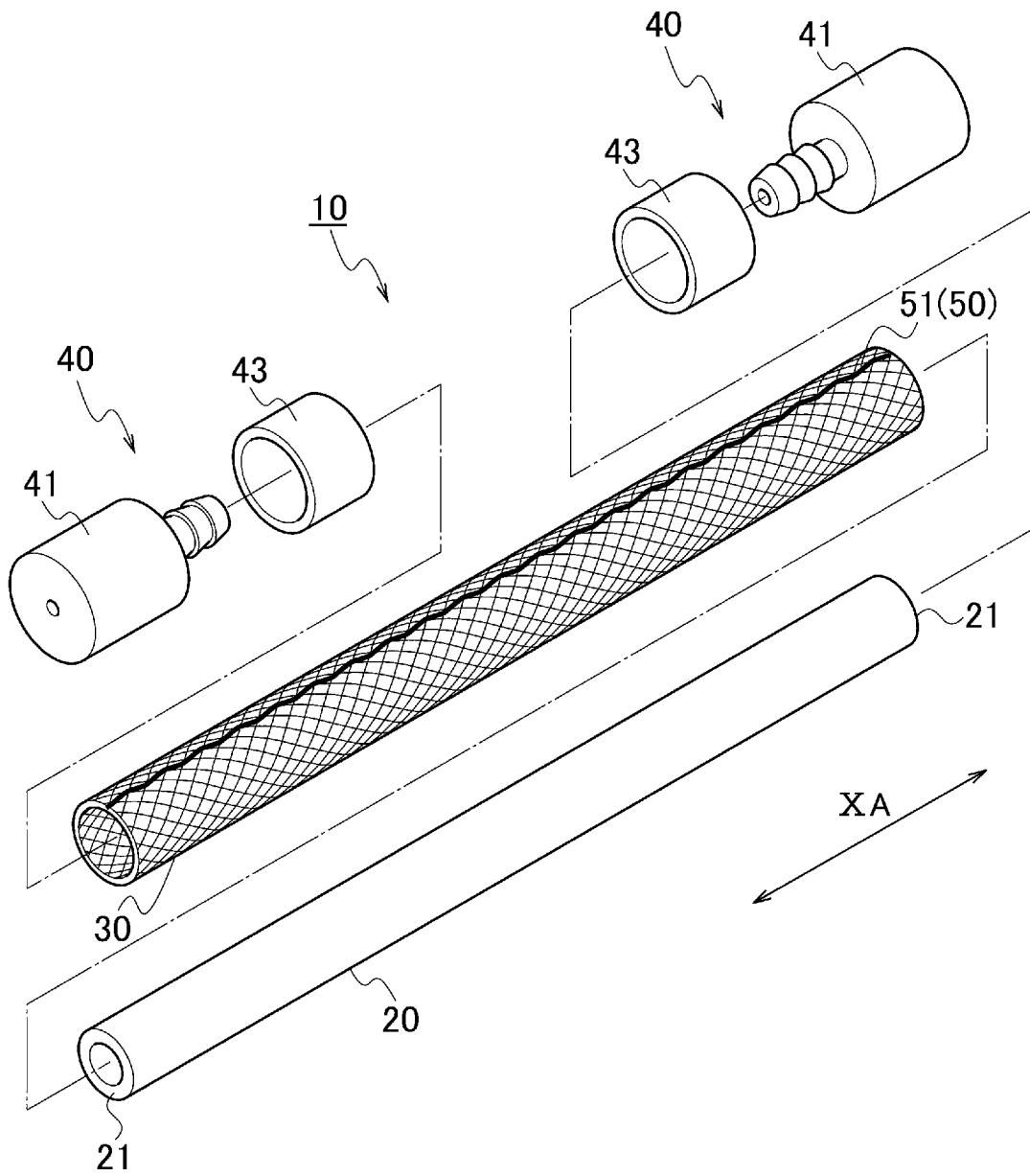
[0069] 特願2021-205532号（出願日：2021年12月17日）の全内容は、ここに援用される。

## 請求の範囲

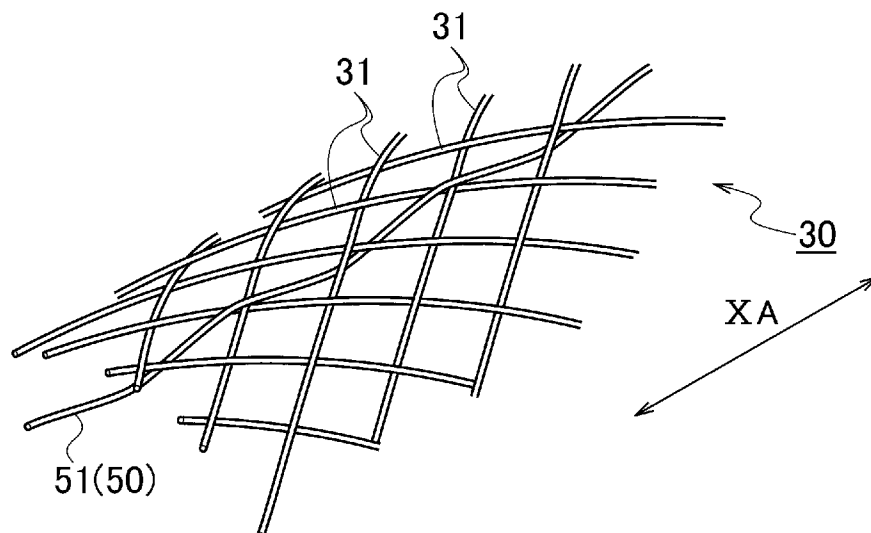
- [請求項1] 流体の圧力によって膨張および収縮するチューブと、  
所定方向に配向された繊維コードを編み込んだ伸縮性を有する構造体であり前記チューブの外周面を覆うスリーブと、  
前記チューブの軸方向における端部を封止する封止部材と、を備え、  
前記スリーブの前記繊維コードが配向する前記所定方向が、前記チューブが膨張すると伸長する配向にされており、  
前記チューブの周方向の一部に前記軸方向における一端側から他端側に亘って設けられ、前記チューブの前記周方向の一部における前記軸方向に沿った伸長を拘束する拘束部材をさらに備える流体圧アクチュエータ。
- [請求項2] 記拘束部材は、前記スリーブに編み込まれて一体化された請求項1に記載の流体圧アクチュエータ。
- [請求項3] 記拘束部材は、前記スリーブと前記チューブとの間に配置された請求項1に記載の流体圧アクチュエータ。
- [請求項4] 前記拘束部材が拘束用繊維コードを含む、請求項2または3に記載の流体圧アクチュエータ。
- [請求項5] 前記拘束部材が互いに交差する複数の前記拘束用繊維コードを含む請求項4に記載の流体圧アクチュエータ。

[図1]

(a)

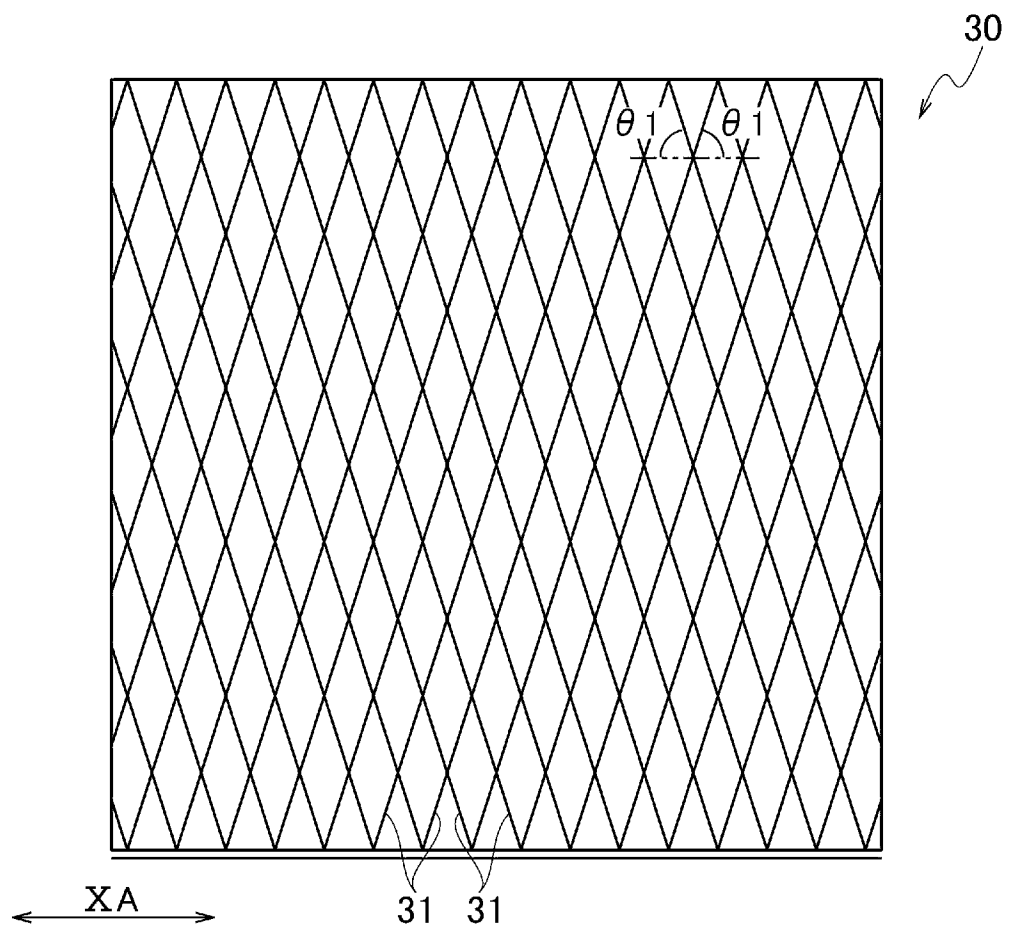


(b)

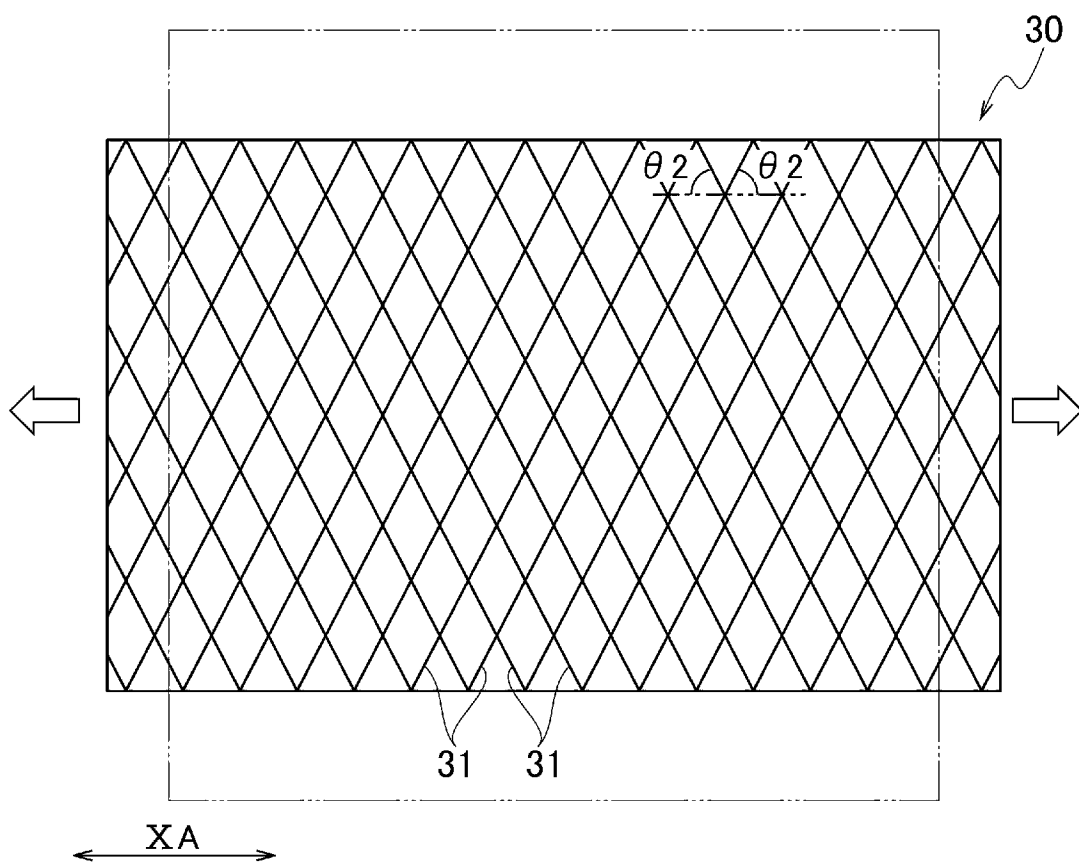


[図2]

(a)

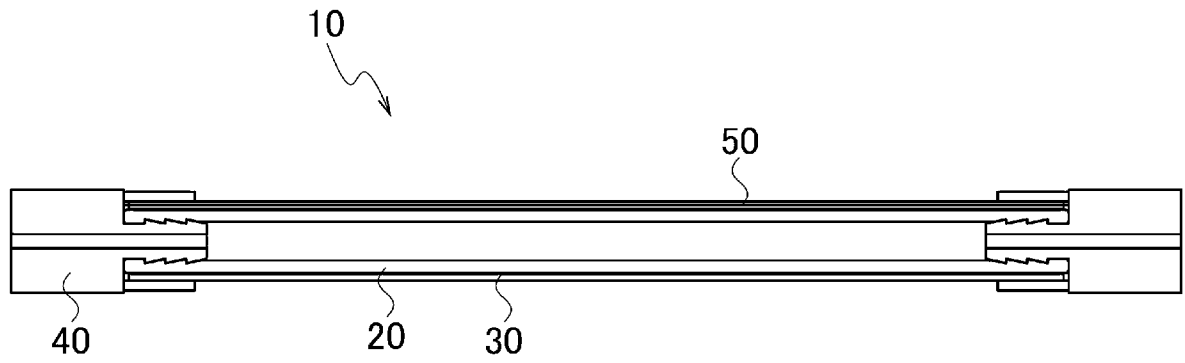


(b)

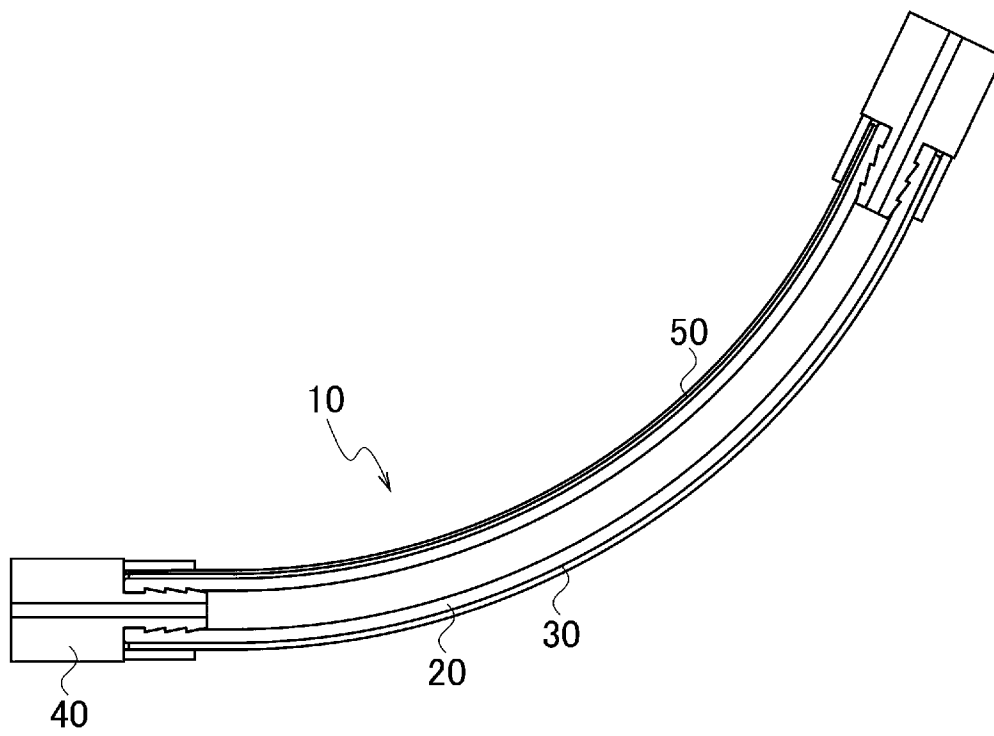


[図3]

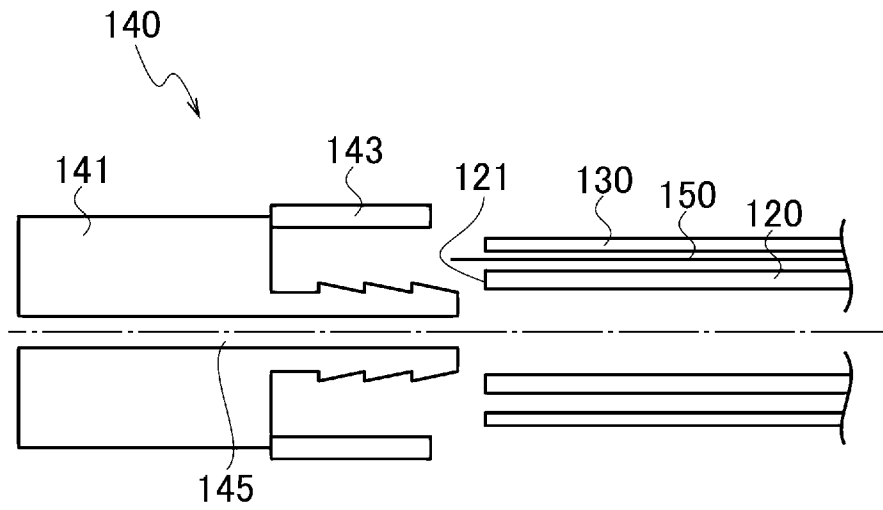
(a)



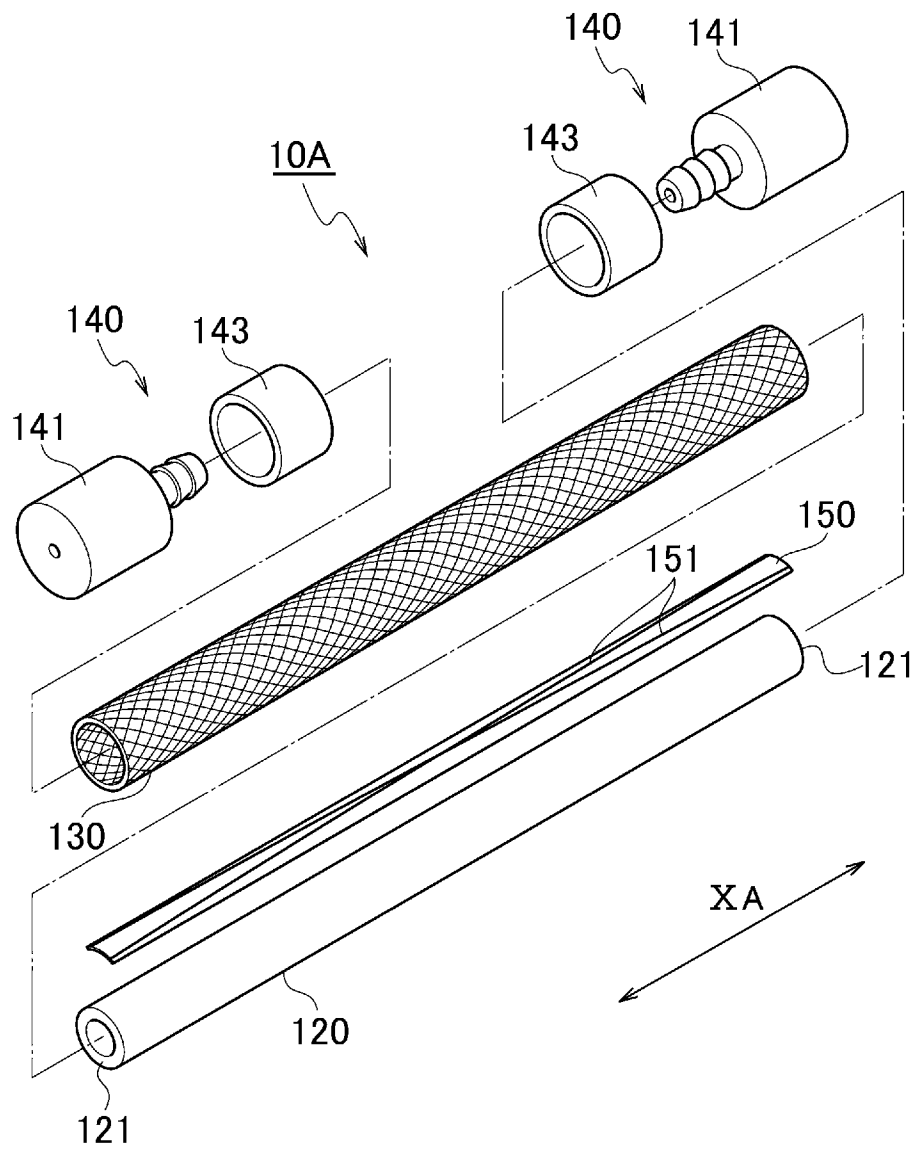
(b)



[図4]



[図5]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/037853

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>F15B 15/10</i> (2006.01)i FI: F15B15/10 H		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F15B15/10		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 3-113104 A (BRIDGESTONE CORP.) 14 May 1991 (1991-05-14) page 2, upper right column, line 7 to page 4, lower left column, line 19, fig. 1(a)-6	1-4
Y		5
Y	JP 2019-90531 A (WAREIN) 13 June 2019 (2019-06-13) paragraph [0048], fig. 4	5
A	JP 2021-88999 A (BRIDGESTONE CORP.) 10 June 2021 (2021-06-10) entire text, all drawings	1-5
A	JP 2019-120373 A (KOKOKU INTECH CO., LTD.) 22 July 2019 (2019-07-22) entire text, all drawings	1-5
A	JP 2017-046754 A (DAIYA KOGYO CO., LTD.) 09 March 2017 (2017-03-09) entire text, all drawings	1-5
A	JP 2015-180829 A (RICOH CO., LTD.) 15 October 2015 (2015-10-15) entire text, all drawings	1-5
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 <b>10 November 2022</b>		Date of mailing of the international search report <b>22 November 2022</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

**PCT/JP2022/037853**

<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 6-147202 A (CKD CORP.) 27 May 1994 (1994-05-27) entire text, all drawings	1-5
A	JP 2018-189169 A (TOKYO INST. OF TECHNOLOGY) 29 November 2018 (2018-11-29) entire text, all drawings	1-5
A	US 2005/0081711 A1 (KEREKES, Laszlo) 21 April 2005 (2005-04-21) entire text, all drawings	1-5

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2022/037853**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	3-113104	A	14 May 1991	US 5083498 A column 2, line 22 to column 5, line 55, fig. 1(a)-6	
JP	2019-90531	A	13 June 2019	US 2019/0143539 A1 paragraph [0068], fig. 4 EP 3486044 A1 FR 3073440 A1 CN 109794960 A	
JP	2021-88999	A	10 June 2021	(Family: none)	
JP	2019-120373	A	22 July 2019	(Family: none)	
JP	2017-046754	A	09 March 2017	US 2018/0256434 A1 WO 2017/038599 A1 EP 3346142 A1 CN 107923419 A	
JP	2015-180829	A	15 October 2015	US 2015/0252821 A1	
JP	6-147202	A	27 May 1994	(Family: none)	
JP	2018-189169	A	29 November 2018	WO 2018/207663 A1	
US	2005/0081711	A1	21 April 2005	WO 2003/074885 A1 CA 2477306 A1 CN 1650110 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F15B 15/10(2006.01)i FI: F15B15/10 H		
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）） F15B15/10		
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 - 2022年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2022年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2022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
X	JP 3-113104 A (株式会社ブリヂストン) 14.05.1991 (1991 - 05 - 14) 第2頁右上欄第7行-第4頁左下欄第19行, 第1(a)-6図	1-4
Y		5
Y	JP 2019-90531 A (ヴァラン) 13.06.2019 (2019 - 06 - 13) 段落[0048], 図4	5
A	JP 2021-88999 A (株式会社ブリヂストン) 10.06.2021 (2021 - 06 - 10) 全文, 全図	1-5
A	JP 2019-120373 A (興国インテック株式会社) 22.07.2019 (2019 - 07 - 22) 全文, 全図	1-5
A	JP 2017-046754 A (ダイヤ工業株式会社) 09.03.2017 (2017 - 03 - 09) 全文, 全図	1-5
A	JP 2015-180829 A (株式会社リコー) 15.10.2015 (2015 - 10 - 15) 全文, 全図	1-5
A	JP 6-147202 A (シーケーディ株式会社) 27.05.1994 (1994 - 05 - 27) 全文, 全図	1-5
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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抵触するものではなく、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 10.11.2022	国際調査報告の発送日 22.11.2022	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官）  藤原 弘 30 3928  電話番号 03-3581-1101 内線 3358	

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2018-189169 A (国立大学法人東京工業大学) 29.11.2018 (2018 - 11 - 29) 全文, 全図	1-5
A	US 2005/0081711 A1 (KEREKES, Laszlo) 21.04.2005 (2005 - 04 - 21) 全文, 全図	1-5

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/037853

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 3-113104 A	14.05.1991	US 5083498 A 第2欄第22行-第5欄第55行, FIG.1(a)-6	
JP 2019-90531 A	13.06.2019	US 2019/0143539 A1 段落[0068], Fig.4 EP 3486044 A1 FR 3073440 A1 CN 109794960 A	
JP 2021-88999 A	10.06.2021	(ファミリーなし)	
JP 2019-120373 A	22.07.2019	(ファミリーなし)	
JP 2017-046754 A	09.03.2017	US 2018/0256434 A1 WO 2017/038599 A1 EP 3346142 A1 CN 107923419 A	
JP 2015-180829 A	15.10.2015	US 2015/0252821 A1	
JP 6-147202 A	27.05.1994	(ファミリーなし)	
JP 2018-189169 A	29.11.2018	WO 2018/207663 A1	
US 2005/0081711 A1	21.04.2005	WO 2003/074885 A1 CA 2477306 A1 CN 1650110 A	