

(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
2015 年 6 月 11 日(11.06.2015)



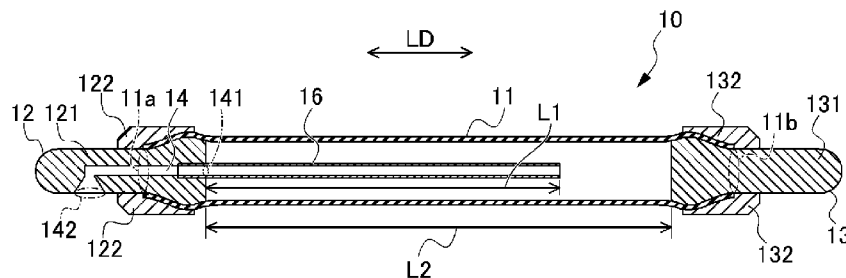
(10) 国際公開番号

WO 2015/083567 A1

- (51) 国際特許分類:
B25J 19/00 (2006.01) *F15B 15/10* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/080962
- (22) 国際出願日: 2014 年 11 月 21 日(21.11.2014)
- (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 2013-250078 2013 年 12 月 3 日(03.12.2013) JP
- (71) 出願人: 国立大学法人東京医科歯科大学(NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION TOKYO MEDICAL AND DENTAL UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒1138510 東京都文京区湯島 1 丁目 5 番 4 5 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 川嶋 健嗣(KAWASHIMA, Kenji); 〒1138510 東京都文京区湯島 1 丁目 5 番 4 5 号 国立大学法人東京医科歯科大学内 Tokyo (JP). 益田 直樹(MASUDA, Naoki); 〒2100001 神奈川県川崎市川崎区本町 1-6-1 TMCシステム株式会社内 Kanagawa (JP). 森川 元明(MORIKAWA, Motoaki); 〒2100001 神奈川県川崎市川崎区本町 1-6-1 TMCシステム株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 正林 真之(SHOBAYASHI, Masayuki); 〒1000005 東京都千代田区丸の内 1-7-1 2 サピアタワー 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, 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, JP, 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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), 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))

(54) Title: FLUID INJECTION-TYPE ARTIFICIAL MUSCLE ACTUATOR AND MANIPULATOR

(54) 発明の名称: 流体注入型人工筋アクチュエータ及びマニピュレータ



(57) Abstract: Provided is a fluid injection-type artificial muscle actuator with which overheating produced in association with the charging and discharging of a fluid can be suppressed. A liquid injection-type artificial muscle actuator (10) is provided with a cylindrical member (11) that is elastic, a first cover section (12) for closing off one end of the cylindrical member (11), a second covering section (13) for closing off the other end of the cylindrical member (11), a first communication passage (14) that is formed in the first cover section (12) and enables communication between an internal space and external space of the cylindrical member (11), and a tubular member (16) serving as an overheating suppression mechanism for suppressing overheating produced in association with the charging and discharging of a fluid.

(57) 要約: 流体の出し入れに伴って生じる過熱を抑制することができる流体注入型人工筋アクチュエータを提供する。流体注入型人工筋アクチュエータ(10)は、弾性を有する筒状部材(11)と、筒状部材(11)の一端部をふさぐ第1蓋部(12)と、筒状部材(11)の他端部をふさぐ第2蓋部(13)と、第1蓋部(12)に形成され筒状部材(11)の内部空間と外部空間とを連通させる第1連通路(14)と、流体の出し入れに伴って生じる過熱を抑制する過熱抑制機構としての管状部材(16)を備える。

WO 2015/083567 A1

明 細 書

発明の名称：

流体注入型人工筋アクチュエータ及びマニピュレータ

技術分野

[0001] 本発明は、流体注入型人工筋アクチュエータ及びマニピュレータに関する。

背景技術

[0002] 人工筋アクチュエータは、圧縮空気によって人間の筋肉のように収縮するアクチュエータであり、軽量で高出力であるため、医療用、工業用等の様々な用途で広く用いられている。

[0003] 例えば、特許文献1には、人工筋アクチュエータ内部に抵抗体を備えた、高精度な制御を可能とする人工筋アクチュエータが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2010-155283号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、従来の人工筋アクチュエータは、空気の圧縮を繰り返すことで、空気流入側と反対側の端部が高温になるものであり、人工筋の寿命を縮めることから、連続駆動に制限があった。また、高温となるため、介護用ロボット用等、人体に接触する可能性がある用途には使用することが難しかった。

[0006] 本発明は、以上の実情に鑑みてなされたものであり、流体の出し入れに伴って生じる過熱を抑制することができる流体注入型人工筋アクチュエータを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明者らは、流体の出し入れに伴って生じる過熱を抑制する過熱抑制機構を備えることによって、流体注入型人工筋アクチュエータの温度上昇を抑制することができることを見出し、本発明を完成するに至った。より具体的には、本発明は以下のようなものを提供する。

[0008] (1) 弾性を有する筒状部材と、前記筒状部材の一端部をふさぐ第1蓋部と、前記筒状部材の他端部をふさぐ第2蓋部と、前記第1蓋部に形成され前記筒状部材の内部空間と外部空間とを連通させる第1連通路と、を備え、前記筒状部材の内部に流体を出し入れすることにより伸縮する流体注入型人工筋アクチュエータであって、前記流体の出し入れに伴って生じる過熱を抑制する過熱抑制機構を更に備える流体注入型人工筋アクチュエータ。

[0009] (2) 前記過熱抑制機構は、前記筒状部材の内部空間における流体の滞留を抑制する機構である(1)に記載の流体注入型人工筋アクチュエータ。

[0010] (3) 前記過熱抑制機構は、前記筒状部材の内部空間に、該筒状部材の長手方向に沿うように配置され、一端側が前記第1連通路に接続される管状部材を備える(1)又は(2)に記載の流体注入型人工筋アクチュエータ。

[0011] (4) 前記筒状部材の内部空間側における前記管状部材の長さは、前記筒状部材の内部空間側における伸びた状態である前記筒状部材の長さの50%以上である(3)に記載の流体注入型人工筋アクチュエータ。

[0012] (5) 前記管状部材は、可撓性を有する材料で構成される(3)又は(4)に記載の流体注入型人工筋アクチュエータ。

[0013] (6) 前記第2蓋部に形成され前記筒状部材の内部空間と外部空間とを連通させる第2連通路を更に備え、

前記過熱抑制機構は、前記第1連通路及び前記第2連通路により構成される(1)又は(2)に記載の流体注入型人工筋アクチュエータ。

[0014] (7) (1)から(6)いずれかに記載の流体注入型人工筋アクチュエータを備えるマニピュレータ。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、流体注入型人工筋アクチュエータの過熱を抑制すること

ができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の第一実施形態の流体注入型人工筋アクチュエータを示す図である。

[図2]本発明の第一実施形態の流体注入型人工筋アクチュエータが、流体の出し入れにより伸縮することを示す図である。

[図3]本発明の第二実施形態の流体注入型人工筋アクチュエータを示す図である。

[図4]本発明の第二実施形態の流体注入型人工筋アクチュエータが、流体の出し入れにより伸縮することを示す図である。

[図5]本発明の流体注入型人工筋アクチュエータを $f = 0.3 \text{ Hz}$ で伸縮させた場合の、流体注入型人工筋アクチュエータの内部の過熱を抑制することを示す図である。

[図6]本発明の流体注入型人工筋アクチュエータを $f = 0.5 \text{ Hz}$ で伸縮させた場合の、流体注入型人工筋アクチュエータの内部の過熱を抑制することを示す図である。

[図7]本発明の流体注入型人工筋アクチュエータを $f = 0.6 \text{ Hz}$ で伸縮させた場合の、流体注入型人工筋アクチュエータの内部の過熱を抑制することを示す図である。

[図8]本発明の流体注入型人工筋アクチュエータを $f = 0.7 \text{ Hz}$ で伸縮させた場合の、流体注入型人工筋アクチュエータの内部の過熱を抑制することを示す図である。

[図9]本発明の流体注入型人工筋アクチュエータを $f = 0.8 \text{ Hz}$ で伸縮させた場合の、流体注入型人工筋アクチュエータの内部の過熱を抑制することを示す図である。

[図10] (A) は、本発明の流体注入型人工筋アクチュエータにおいて、筒状部材の内部空間側における管状部材の長さを変化させた場合の、筒状部材の第2蓋部側の表面の温度変化と周波数との関係を示すグラフである。(B)

は、本発明の流体注入型人工筋アクチュエータにおいて、筒状部材の内部空間側における管状部材の長さを変化させた場合の、筒状部材の第1蓋部側の表面の温度変化と周波数との関係を示すグラフである。

[図11] (A) は、本発明の流体注入型人工筋アクチュエータにおいて、管状部材の内径を変更させた場合の、筒状部材の第2蓋部側の表面の温度変化と周波数との関係を示すグラフである。(B) は、本発明の流体注入型人工筋アクチュエータにおいて、管状部材の内径を変化させた場合の、筒状部材の第1蓋部側の表面の温度変化と周波数との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明の流体注入型人工筋アクチュエータの好ましい一実施形態について図面を参照しながら説明する。

本発明の一実施形態の流体注入型人工筋アクチュエータ10は、図1に示すように、筒状部材11と、第1蓋部12と、第2蓋部13と、第1蓋部12に形成される第1連通路14と、過熱抑制機構としての管状部材16と、を備える。

[0018] 筒状部材11は、ゴム等の弾性を有する部材により構成される。本実施形態では、筒状部材11の内径を20mmとし、筒状部材11の長さL2を320mmとして構成した。筒状部材11の長さL2とは、筒状部材11の内部空間側における伸びた状態である筒状部材11の長さをいう。即ち、図1に示すように、筒状部材の長手方向LDにおける、筒状部材11が伸びた状態の長さ（後述する、空気が流体注入型人工筋アクチュエータ10の内部空間に注入されていない状態の長さ）をいう。

第1蓋部12は、筒状部材11の一端部11aをふさぐ。この第1蓋部12は、筒状部材11の一端部11aに挿入される第1蓋本体121と、筒状部材11と第1蓋本体121とを固定する第1固定部材122と、を備える。

第2蓋部13は、筒状部材11の他端部11bをふさぐ。この第2蓋部13は、筒状部材11の他端部11bに挿入される第2蓋本体131と、筒状

部材 1 1 と第 2 蓋本体 1 3 1 とを固定する第 2 固定部材 1 3 2 と、を備える。

第 1 連通路 1 4 は、筒状部材 1 1 の内部空間と外部空間とを連通させる。本実施形態では、第 1 連通路 1 4 は、第 1 蓋本体 1 2 1 に形成され、一端部 1 4 1 が流体注入型人工筋アクチュエータ 1 0 の内部空間側に開口し、他端部 1 4 2 が外部空間側に開口している。

[0019] 管状部材 1 6 は、図 1 に示すように、筒状部材 1 1 の内部空間に、筒状部材 1 1 の長手方向 L D に沿うように配置される。この管状部材 1 6 の一端側は、第 1 連通路 1 4 の内部空間側の端部 1 4 1 に接続される。

管状部材 1 6 は、流体注入型人工筋アクチュエータ 1 0 の過熱を抑制する過熱抑制機構として機能する。過熱抑制機構の詳細については、後述する。

[0020] 本実施形態では、管状部材 1 6 の長さ L 1 を、240 mm として構成した。管状部材 1 6 の長さ L 1 は、筒状部材 1 1 の内部空間側における管状部材 1 6 の長さをいう。即ち、図 1 に示すように、筒状部材の長手方向 L D における、管状部材 1 6 の内部空間側に露出した部分の長さをいう。

[0021] 前述のとおり、筒状部材 1 1 の内部空間側における管状部材 1 6 の長さ L 1 は、240 mm であり、筒状部材 1 1 の内部空間側における筒状部材 1 1 の長さ L 2 は 320 mm である。即ち、筒状部材 1 1 の内部空間側における管状部材 1 6 の長さ L 1 は、筒状部材 1 1 の内部空間側における筒状部材 1 1 の長さ L 2 の 75% である。

管状部材 1 6 の長さ L 1 は、流体注入型人工筋アクチュエータ 1 0 の過熱を効果的に抑制する観点から、筒状部材 1 1 の長さ L 2 の 50% 以上が好ましく、60% 以上がより好ましく、70% 以上が更に好ましく、80% 以上が最も好ましい。

[0022] 本実施形態では、管状部材 1 6 の内径を 6.0 mm として構成した。また、管状部材 1 6 の孔の向きは、図 1 に示すように、筒状部材 1 1 の長手方向 L D に沿う向きに、直線形状となるように構成した。

[0023] 管状部材 1 6 は、可撓性を有する材料で構成される。より具体的には、本

実施形態では、管状部材 16 はナイロンにより構成される。

[0024] 次に、第一実施形態の流体注入型人工筋アクチュエータ 10 の使用方法について説明する。尚、流体としては、気体を用いる。本実施形態では空気を用いる。

まず、図 2 の (A) に示すように、流体注入型人工筋アクチュエータ 10 の内部に、第 1 連通路 14 の外部空間側の端部 142 から空気を注入する。すると、注入された空気は、第 1 連通路 14 から管状部材 16 をとおり、この管状部材 16 の先端から筒状部材 11 の内部空間に導入される (図 2 (B) の矢印参照)。そして、図 2 の (B) に示すように、筒状部材 11 は、径方向に膨らむと共に長手方向 LD に沿うように縮み始める。

[0025] 流体注入型人工筋アクチュエータ 10 の内部に流体を注入し終わると、図 2 の (C) に示すように、筒状部材 11 は縮んだ状態となる。

[0026] 次に、第 1 連通路 14 の外部空間側の端部 142 から流体注入型人工筋アクチュエータ 10 の内部の空気を抜き始めると、筒状部材 11 の内部空間に充填された空気は、管状部材 16 の先端から管状部材 16 及び第 1 連通路 14 を通って外部空間に放出される (図 2 (D) 参照)。そして、図 2 の (D) に示すように、筒状部材 11 は、径方向に縮むと共に長手方向 LD に沿うように伸び始める。そして、流体注入型人工筋アクチュエータ 10 から空気が抜けきると、図 2 の (E) に示すように、筒状部材 11 は空気導入前の長さまで伸びる。第一実施形態においては、このように、筒状部材 11 の内部に空気を出し入れすることにより、流体注入型人工筋アクチュエータ 10 は伸縮する。

[0027] ここで、管状部材 16 を含まずに流体注入型人工筋アクチュエータを構成した場合、筒状部材 11 の内部空間に繰り返し空気の出し入れを行うと、筒状部材 11 の他端部 11b 側において空気の流動性が悪くなり空気が滞留する。すると、空気の圧縮に伴い発生する熱により、筒状部材 11 の他端部 11b 側が過熱されてしまう。そこで、第一実施形態では、筒状部材 11 の内部空間に管状部材 16 を配置した。これにより、筒状部材 11 の内部に空気

を出し入れする場合に、図 2（B）及び図 2（D）に示すように、筒状部材 11 の内部空間に空気の流れを生じさせられる。よって、流体注入型人工筋アクチュエータ 10 の伸縮（空気の出し入れ）を繰り返した場合に、筒状部材 11 の内部空間に局所的に空気が滞留することを防げるので、流体注入型人工筋アクチュエータ 10 が部分的に過熱することを抑制できる。

[0028] また、管状部材 16 を含んで流体注入型人工筋アクチュエータを構成した場合において、筒状部材 11 の内部空間に繰り返し空気の出し入れを行うことによって、管状部材 16 の外側領域 R1 の空気の温度が、管状部材 16 の内側領域 R2 の空気の温度より高くなったとしても、管状部材 16 を介して、管状部材 16 の外側領域 R1 の空気と、管状部材 16 の内側領域 R2 の空気とで熱交換が行われる。これにより、流体注入型人工筋アクチュエータ 10 の過熱を更に抑制できる。

[0029] このように、第一実施形態において、管状部材 16 は、流体注入型人工筋アクチュエータ 10 の過熱を抑制する過熱抑制機構として機能している。

[0030] 以上説明した第一実施形態の流体注入型人工筋アクチュエータ 10 によれば、以下のような効果を奏する。

[0031] （1）流体注入型人工筋アクチュエータ 10 を、過熱抑制機構を含んで構成した。これにより、空気の出し入れに伴って筒状部材 11 が過熱することを防げる。

[0032] （2）過熱抑制機構を、管状部材 16 により構成し、この管状部材 16 を筒状部材 11 の内部空間に配置した。これにより、筒状部材 11 の内部に空気を出し入れする場合に、筒状部材 11 の内部空間に空気の流れを生じさせられる。よって、流体注入型人工筋アクチュエータ 10 の伸縮（空気の出し入れ）を繰り返した場合に、筒状部材 11 の内部空間に局所的に空気が滞留することを防げるので、流体注入型人工筋アクチュエータ 10 が部分的に過熱することを抑制できる。また、管状部材 16 を介して、管状部材 16 の外側領域 R1 の空気と、管状部材 16 の内側領域 R2 の空気とで熱交換が行われるので、流体注入型人工筋アクチュエータ 10 の過熱を更に抑制できる。

[0033] (3) 筒状部材 11 の内部空間側における管状部材 16 の長さ L1 を、筒状部材 11 の内部空間側における筒状部材 11 の長さ L2 の 50% 以上に構成した。これにより、筒状部材 11 の内部空間に注入された空気が第 2 蓋部 13 の内部空間側にあたって拡散しやすくなるので、流体注入型人工筋アクチュエータ 10 の内部において空気を循環するように流せる。その結果、流体の出し入れに伴って生じる過熱をより効果的に抑制できる。

[0034] (4) 管状部材 16 を、可撓性を有する材料により構成した。これにより、筒状部材 11 が縮んだ際に管状部材 16 が第 2 蓋部 13 に接触したとしても、管状部材 16 が柔軟に曲がるので、筒状部材 11 が縮むことを阻害しない。

[0035] 次に、本発明の流体注入型人工筋アクチュエータの第二実施形態について図面を参照しながら説明する。尚、第二実施形態の説明にあたって、同一構成要件については同一符号を付し、その説明を省略もしくは簡略化する。

第二実施形態の流体注入型人工筋アクチュエータ 10A は、過熱抑制機構の構成において第一実施形態と異なる。

[0036] 第二実施形態の流体注入型人工筋アクチュエータ 10A は、図 3 に示すように、第 2 蓋部 13 に形成され筒状部材 11 の内部空間と外部空間とを連通させる第 2 連通路 15 を備える。そして、第二実施形態では、過熱抑制機構は、第 1 連通路 14 と第 2 連通路 15 とにより構成される（詳細は後述する）。

第二実施形態では、第 2 連通路 15 は、第 2 蓋本体 131 に形成され、端部 151 が流体注入型人工筋アクチュエータ 10A の内部空間側に開口し、他端部 152 が外部空間側に開口している。

[0037] 次に、第二実施形態の流体注入型人工筋アクチュエータ 10A の使用方法について説明する。

まず、図 4 の (A) に示すように、流体注入型人工筋アクチュエータ 10A の内部に、第 1 連通路 14 の外部空間側の端部 142 から空気を注入する。すると、注入された空気は、第 1 連通路 14 から筒状部材 11 の内部空間

に導入される。そして、図４の（Ｂ）に示すように、筒状部材１１は、径方向に膨らむと共に長手方向ＬＤに沿うように縮む。

[0038] 縮んだ状態の筒状部材１１を伸ばす場合には、第２連通路１５から流体注入型人工筋アクチュエータ１０Ａの内部の空気を抜き始める。すると、筒状部材１１の内部空間に充填された空気は、第１連通路１４を
通って外部空間に放出される。そして、図４の（Ｃ）に示すように、筒状部材１１は、径方向に縮むと共に長手方向ＬＤに沿うように伸びる。

[0039] 次いで、再び流体注入型人工筋アクチュエータ１０Ａを縮ませる場合には、第２連通路１５から筒状部材１１の内部空間に空気を注入する。そして、縮んだ流体注入型人工筋アクチュエータ１０Ａを伸ばす場合には、第１連通路１４から空気を放出する。

[0040] このように、第２実施形態では、流体注入型人工筋アクチュエータ１０Ａを繰り返し伸縮させる場合には、空気の注入側及び放出側を交互に交代させることで、筒状部材１１の内部空間に局所的に空気が滞留することを防げる。その結果、流体注入型人工筋アクチュエータ１０Ａの伸縮（空気の出し入れ）を繰り返した場合に、流体注入型人工筋アクチュエータ１０が部分的に過熱することを抑制できる。即ち、第二実施形態では、空気を出し入れする第１連通路１４及び第２連通路１５が過熱抑制機構として機能している。

[0041] 以上説明した第二実施形態の流体注入型人工筋アクチュエータ１０Ａによれば、上記（１）の効果を奏する他、以下のような効果を奏する。

[0042] 過熱抑制機構を、第１連通路１４及び第２連通路１５により構成した。これにより、流体注入型人工筋アクチュエータ１０Ａを繰り返し伸縮させる場合に、空気の注入側及び放出側を交互に交代させることで、筒状部材１１の内部空間に局所的に空気が滞留することを防げる。その結果、流体注入型人工筋アクチュエータ１０Ａの伸縮（空気の出し入れ）を繰り返した場合に、流体注入型人工筋アクチュエータ１０Ａが部分的に過熱することを抑制できる。

[0043] 以上、本発明の流体注入型人工筋アクチュエータの好ましい一実施形態に

つき説明したが、本発明は、上述の実施形態に制限されるものではなく、適宜変更が可能である。

例えば、第一実施形態では、筒状部材 11 の内部空間側における管状部材 16 の長さ L_1 を、筒状部材 11 の内部空間側における筒状部材 11 の長さ L_2 の 75% として構成したが、これに限らない。即ち、筒状部材 11 の内部空間側における管状部材 16 の長さ L_1 は、特に限定されないが、筒状部材 11 の内部空間側における筒状部材 11 の長さの 20% 以上（具体的には、50% 以上、60% 以上、70% 以上、80% 以上、90% 以上等）等にしてもよい。管状部材 16 の長さ L_1 は、より流体を強く拡散できるため、長い方が好ましい。

[0044] 第一実施形態では、管状部材 16 の一端側は、第 1 連通路 14 の内部空間側の端部 141 に接続して構成したが、これに限らない。即ち、管状部材 16 の一端側は、第 1 連通路 14 であれば、いずれの部分に接続して構成してもかまわない。

[0045] 第一実施形態では、管状部材 16 は、可撓性を有する材料で構成したが、これに限らない。即ち、管状部材 16 は、金属で構成されてもよい。これにより、筒状部材 11 の内部空間において、管状部材 16 の外側領域 R_1 を流れる空気と管状部材 16 の内側領域 R_2 を流れる空気との間の熱交換を効率的に行わせられるので、流体注入型人工筋アクチュエータが部分的に過熱されることをより効果的に抑制できる。

[0046] 第一実施形態では、管状部材 16 の孔の向きは、図 1 に示すように、筒状部材 11 の長手方向 L_D に沿う向きに構成したが、これに限らない。即ち、管状部材の孔を、筒状部材の長手方向 L_D と直交する方向に設けてもかまわない。これによって、注入された流体が、流体注入型人工筋アクチュエータの内部で拡散し、流体の滞留を抑制することができる。また、管状部材 16 の孔は複数設けてもよい。

[0047] 第一実施形態では、管状部材 16 は、図 1 に示すように、筒状部材 11 の長手方向 L_D に沿う向きに、直線形状となるように構成したが、これに限ら

ない。即ち、管状部材 1 6 には、筒状部材 1 1 の長手方向 L D に沿う向きに、曲線形状部分が少なくとも一部にあってもよい。これにより、管状部材 1 6 の表面積が大きくなるので、管状部材 1 6 の外側領域 R 1 を流れる空気と管状部材 1 6 の内側領域 R 2 を流れる空気との間の熱交換を効率的に行わせられるので、流体注入型人工筋アクチュエータが部分的に過熱されることをより効果的に抑制できる。

[0048] 第一実施形態では、管状部材 1 6 の内径を 6.0 mm として構成したが、これに限らない。即ち、筒状部材 1 1 の内径に合わせて適宜設定することができる。ただし、管状部材 1 6 の内径は、小さすぎると、流体が管状部材内を流れる際の抵抗が大きくなり、流体が流れにくくなる。よって、管状部材 1 6 の内径は大きい方が好ましい。具体的には、4.0 mm 以上が好ましく、5.0 mm 以上がより好ましく、6.0 mm 以上が最も好ましい。別の観点で、管状部材 1 6 の内径が大きすぎると、流体の筒状部材内の流れが弱くなり、流体が拡散しにくくなり、流体の滞留を防ぎにくくなる。そのため、15.0 mm 以下が好ましく、12.0 mm 以下がより好ましく、10.0 mm 以下が最も好ましい。また、別の観点で、管状部材 1 6 の内径が小さくなると、筒状部材の膨張、収縮に使用されるエネルギー消費量も抑制しやすくなることから、管状部材 1 6 の内径は、7.0 mm 以下が好ましく、6.0 mm 以下がより好ましく、5.0 mm 以下が最も好ましい。

[0049] 筒状部材 1 1 の内径を、20 mm として構成したが、これに限らない。即ち、筒状部材 1 1 の内径は、流体注入型人工筋アクチュエータの用途や目的に応じて適宜設定してもよい。例えば、10 mm 以上、15 mm 以上、20 mm 以上等にしてもよく、40 mm 以下、35 mm 以下、30 mm 以下等にしてもよい。また、第一実施形態では、管状部材 1 6 の内径に合わせて適宜設定してもよい。

[0050] 第 1 蓋部 1 2、第 2 蓋部 1 3 の材質は、特に限定されず、従来の公知の材質を使用することができ、例えば、金属、樹脂等を使用することができる。

[0051] 本発明では、以上に述べた流体注入型人工筋アクチュエータを備えるマニ

ピュレータを包含する。

[0052] 前述のとおり、本発明の流体注入型人工筋アクチュエータによれば、過熱を抑制することができる。その結果、流体注入型人工筋アクチュエータの過熱による劣化を抑制できるので、連続して使用することができる。そのため、本発明の流体注入型人工筋アクチュエータを備えるマニピュレータは、連続した駆動が可能である。

[0053] マニピュレータの用途は、特に限定されないが、工業用、医療用、介護用等に用いることができる。本発明の流体注入型人工筋アクチュエータによれば、過熱を抑制することができるので、医療用、介護用等の、流体注入型人工筋アクチュエータがその使用の際に人体に触れてしまうものについても使用することができるという点で特に有用である。

実施例

[0054] (試験例 1)

図 1 に示す、第一実施形態の流体注入型人工筋アクチュエータについて、収縮、膨張を繰り返し、内部の過熱を抑制できるか否かについて実験を行った。比較として、第一実施形態の流体注入型人工筋アクチュエータから管状部材を除いたものを用いた。条件は、室温 24℃にて、駆動周期は 2 秒に 1 回の頻度で空気の出し入れを行い、これを 10 分間行った。その結果を表 1 に示す。なお、本実験では、筒状部材の内径を 10 mm、管状部材の内径を 6 mm、筒状部材の内部空間側における筒状部材の長さを 224 mm、筒状部材の内部空間側における管状部材の長さを 168 mm とし（筒状部材の内部空間側における管状部材の長さが、筒状部材の内部空間側における筒状部材の長さの 75%）、第 1 蓋部及び第 2 蓋部の材質を金属で構成した。

[0055]

[表1]

管状部材なし		
計測部	計測値 (°C)	室温との差 (°C)
筒状部材の表面 (第2蓋部側)	55	31
第1蓋部の表面	15	-10
筒状部材の表面 (第1蓋部側)	23	-1
管状部材あり		
計測部	計測値 (°C)	室温との差 (°C)
筒状部材の表面 (第2蓋部側)	25	1
第1蓋部の表面	22	-2
筒状部材の表面 (第1蓋部側)	36.3	12

[0056] 表1に示すように、流体注入型人口筋アクチュエータは、管状部材を備えることで筒状部材の第2蓋部側の表面の過熱が、管状部材を使用していないものと比較して抑制されることが確認された。また、筒状部材の第2蓋部側の表面の温度、第1蓋部側の表面の温度、第1蓋部の表面の温度の全てが、室温又は体温程度の温度に抑制されたことが確認された。これにより、管状部材を備えることで、流体注入型人口筋アクチュエータの温度が人体に触れても問題ない程度の温度に抑制されることが示唆された。

[0057] (試験例2)

上記試験例1から、空気の出し入れに使用する電圧、周波数を変更して、流体注入型人口筋アクチュエータの収縮、膨張の繰り返しの実験を行った。その結果を図5～9に示す。図5～9中、(A)は管状部材なし、(B)は管状部材ありのもの(第一実施形態の流体注入型人口筋アクチュエータ)による結果を示す。駆動周期は、図5は、4秒に1回は、図6は8秒に3回は、図7は24秒に11回は、図8は2秒に1回は、図9は9秒に5回の頻度である。「 θ_{IN} 」は筒状部材の第1蓋部側の、「 θ_{END} 」は筒状部材の第2蓋部側

のそれぞれの表面の温度を意味する。「D」は管状部材の内径、「L」は筒状部材の内部空間側における管状部材の長さ、「f」は周波数、「A」は電圧を意味する。本実験では、筒状部材の内径を20mm、管状部材の内径を6mm、筒状部材の内部空間側における筒状部材の長さを320mm、筒状部材の内部空間側における管状部材の長さを240mmとし（筒状部材の内部空間側における管状部材の長さが、筒状部材の内部空間側における筒状部材の長さの75%）、第1蓋部及び第2蓋部の材質を樹脂で構成した。

[0058] 図5～9に示すとおり、電圧や周波数を変更することによって、空気の出し入れする速さを変更しても、「 θ_{IN} 」の温度の過熱が抑制されたことが確認され、「 θ_{END} 」の温度が体温に触れても問題ない程度の温度に抑制されたことが確認された。

[0059] 以上の結果は、管状部材の外側領域の空気と管状部材の内側領域の空気とが熱交換されたこと、及び、内部空間に注入された空気が第2蓋部の内部空間側にあたって拡散し、その内部の空気が循環し、空気の滞留が抑制されたことに起因すると考えられる。

[0060] （試験例3）

試験例1で用いた第一実施形態の流体注入型人口筋アクチュエータとは、筒状部材の内部空間側における管状部材の長さを変更し（具体的には、長さが80.0mm、120.0mm、160.0mmのものと、管状部材を備えないものを準備した）、収縮、膨張時の周波数も変更して、収縮、膨張を10分間行い、第1蓋部側又は第2蓋部側の表面の温度の変化を評価した。なお、試験例1で用いた第一実施形態の流体注入型人口筋アクチュエータから、管状部材の内径も「5.0mm」に変更し、筒状部材の内部空間側における筒状部材の長さを319mmに変更した（即ち、筒状部材の内部空間側における管状部材の長さが80.0mmのものは、その長さが筒状部材の内部空間側における筒状部材の長さの25%であり、筒状部材の内部空間側における管状部材の長さが120.0mmのものは、その長さが筒状部材の内部空間側における筒状部材の長さの38%であり、筒状部材の内部空間側に

おける管状部材の長さが120.0mmのものは、その長さが筒状部材の内部空間側における筒状部材の長さの50%である)。その評価結果を図10に示す。図10中、(A)は、筒状部材の第2蓋部側の表面の温度変化に関するグラフを示し、(B)は筒状部材の第1蓋部側の表面の温度変化に関するグラフである。また、図10中、「Lp」は、それぞれの管状部材の長さを示し、「empty」は、管状部材を備えないものを示す。

[0061] 評価の結果から、いずれの管状部材を備えたものにおいても、収縮、膨張の振動数を変化させても、筒状部材の第2蓋部側の表面の過熱が管状部材を使用していないものと比較して抑制されることが確認された。特に、筒状部材の内部空間側における管状部材の長さが長くなるほど、筒状部材の第2蓋部側の表面の過熱が抑制されることが確認された。

[0062] (試験例4)

試験例1で用いた第一実施形態の流体注入型人口筋アクチュエータとは、筒状部材の内部空間側における管状部材の長さを変更し(具体的には、長さが80.0mmのものと、管状部材を備えないものを準備した)、収縮、膨張時の周波数も変更して、収縮、膨張を10分間行い、第1蓋部側又は第2蓋部側の表面の温度の変化を評価した。また、管状部材の内径が「5.0mm」のものと、「6.0mm」のものを準備し、それぞれについて評価した。筒状部材の内部空間側における筒状部材の長さは、試験例3と同様に、319mmに変更した(即ち、筒状部材の内部空間側における管状部材の長さが80.0mmのものは、その長さが筒状部材の内部空間側における筒状部材の長さの25%である)。その評価結果を図11に示す。図11中、(A)は、筒状部材の第2蓋部側の表面の温度変化に関するグラフを示し、(B)は筒状部材の第1蓋部側の表面の温度変化に関するグラフである。図11中、「Di」は、それぞれの管状部材の内径を示し、「empty」は、管状部材を備えないものを示す。また、振動、収縮の周波数と、各サンプル毎の消費エネルギーとの関係を、以下の表2に示す。また、以下の表2の「Regular」は、管状部材を備えないものを示す。

[0063] [表2]

f [Hz]	E [J]	E [J]	E [J]
	Regular	$D_1 = 5.0\text{mm}$	$D_1 = 6.0\text{mm}$
1.0	60.1	49.6	54.2
1.2	82.6	74.5	74.8
1.5	141.7	121.7	132.7
1.8	185.4	174.5	177.6

[0064] 評価の結果から、いずれの筒状部材を備えたものにおいても、収縮、膨張の振動数を変化させても、筒状部材の第2蓋部側の表面の過熱が、筒状部材を使用していないものと比較して抑制され、更にエネルギー消費量も抑制されることが確認された。特に、筒状部材の内径が小さいものの方が、筒状部材の第2蓋部側の表面の過熱が抑制され、エネルギー消費量も抑制されることが確認された。

符号の説明

- [0065] 1 0 第一実施形態の流体注入型人工筋アクチュエータ
 1 0 A 第二実施形態の流体注入型人工筋アクチュエータ
 1 1 筒状部材
 1 1 a 筒状部材の一端部
 1 1 b 筒状部材の他端部
 1 2 第1蓋部
 1 2 1 第1蓋本体
 1 2 2 第1固定部材
 1 3 第2蓋部
 1 3 1 第2蓋本体
 1 3 2 第2固定部材
 1 4 第1連通路
 1 4 1 第1連通路の内部空間側の端部

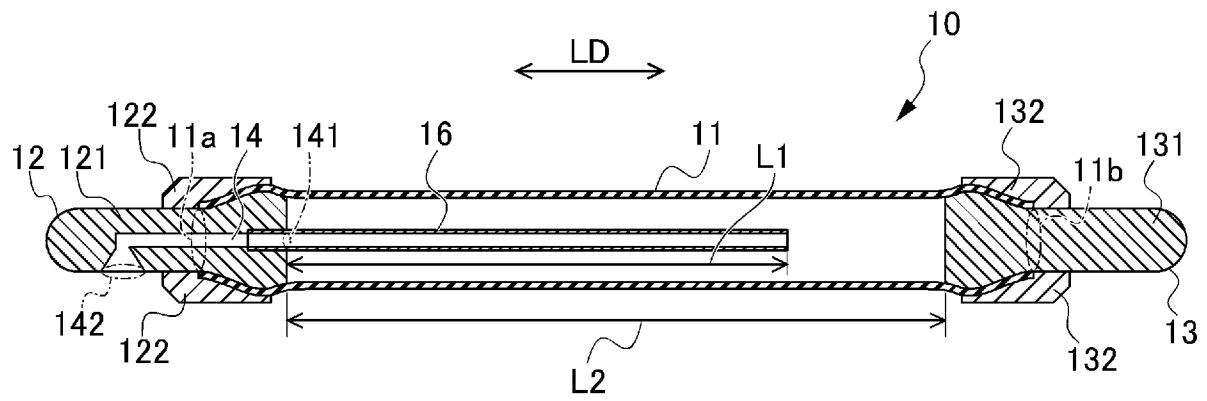
- 1 4 2 第1連通路の外部空間側の端部
- 1 5 第2連通路
- 1 5 1 第2連通路の内部空間側の端部
- 1 5 2 第2連通路の外部空間側の端部
- 1 6 管状部材
- R 1 管状部材の外側領域
- R 2 管状部材の内側領域
- L D 筒状部材の長手方向
- L 1 管状部材の長さ
- L 2 筒状部材の長さ

請求の範囲

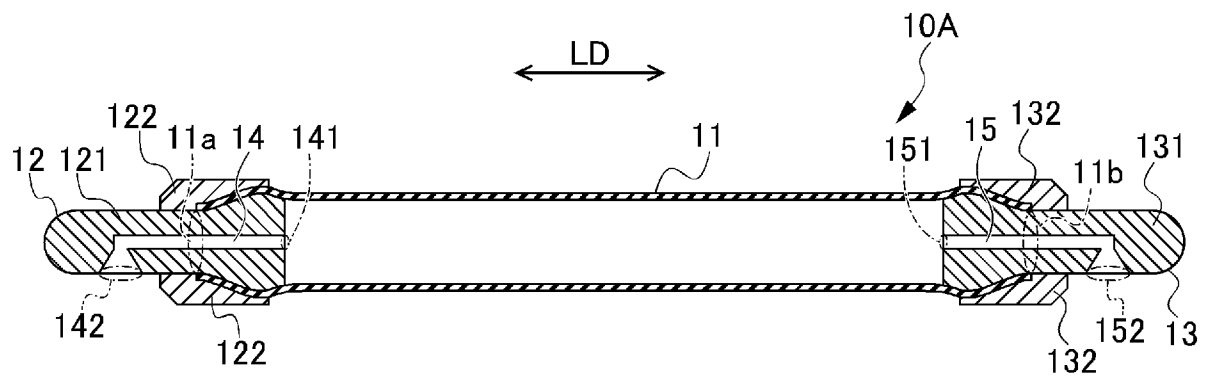
- [請求項1] 弾性を有する筒状部材と、
前記筒状部材の一端部をふさぐ第1蓋部と、
前記筒状部材の他端部をふさぐ第2蓋部と、
前記第1蓋部に形成され前記筒状部材の内部空間と外部空間とを連通させる第1連通路と、を備え、前記筒状部材の内部に流体を出し入れすることにより伸縮する流体注入型人工筋アクチュエータであって、
前記流体の出し入れに伴って生じる過熱を抑制する過熱抑制機構を更に備える流体注入型人工筋アクチュエータ。
- [請求項2] 前記過熱抑制機構は、前記筒状部材の内部空間における流体の滞留を抑制する機構である請求項1に記載の流体注入型人工筋アクチュエータ。
- [請求項3] 前記過熱抑制機構は、前記筒状部材の内部空間に、該筒状部材の長手方向に沿うように配置され、一端側が前記第1連通路に接続される管状部材を備える請求項1又は2に記載の流体注入型人工筋アクチュエータ。
- [請求項4] 前記筒状部材の内部空間側における前記管状部材の長さは、前記筒状部材の内部空間側における伸びた状態である前記筒状部材の長さの50%以上である請求項3に記載の流体注入型人工筋アクチュエータ。
- [請求項5] 前記管状部材は、可撓性を有する材料で構成される請求項3又は4に記載の流体注入型人工筋アクチュエータ。
- [請求項6] 前記第2蓋部に形成され前記筒状部材の内部空間と外部空間とを連通させる第2連通路を更に備え、
前記過熱抑制機構は、前記第1連通路及び前記第2連通路により構成される請求項1又は2に記載の流体注入型人工筋アクチュエータ。
- [請求項7] 請求項1から6いずれかに記載の流体注入型人工筋アクチュエータ

を備えるマニピュレータ。

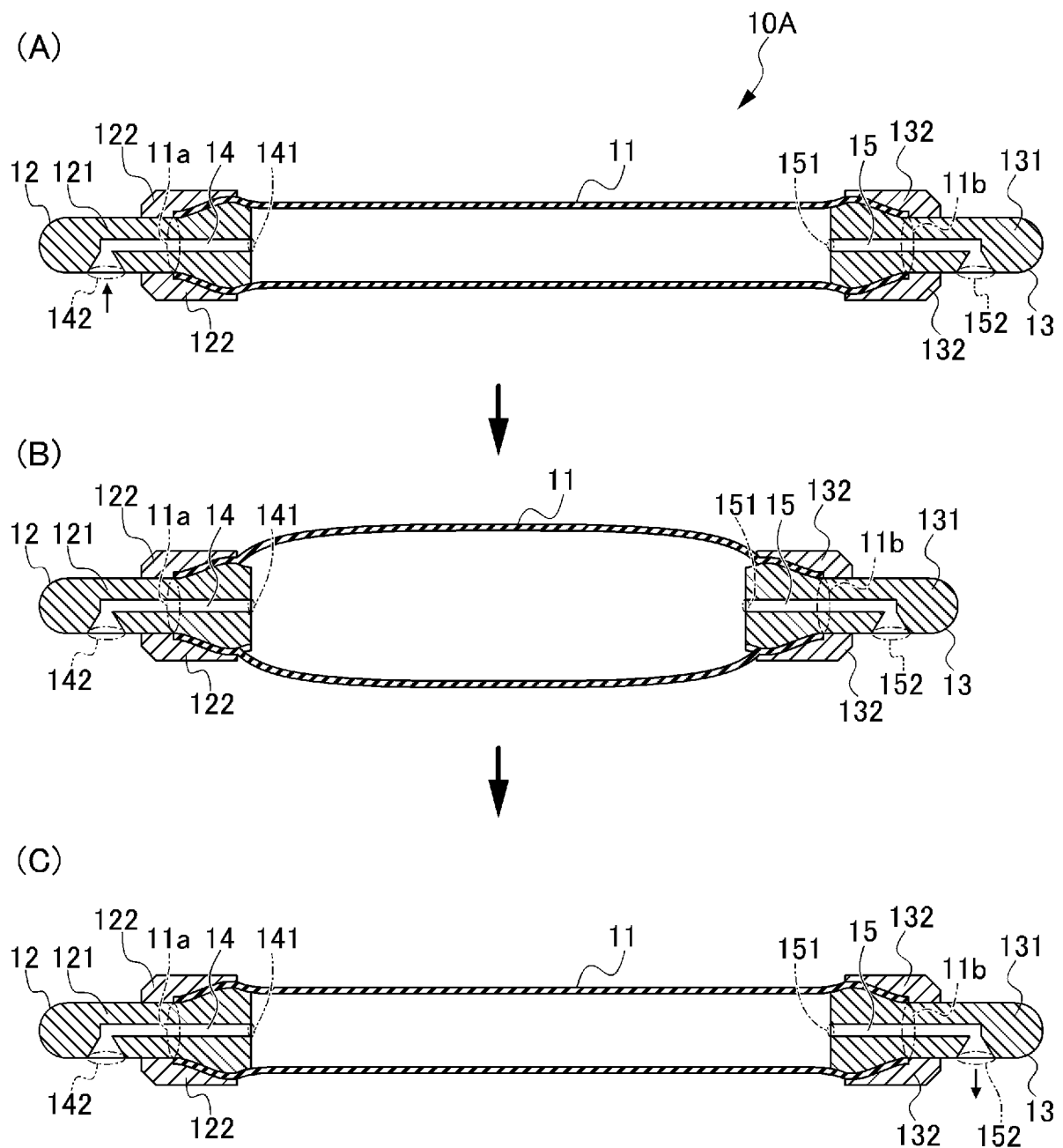
[図1]



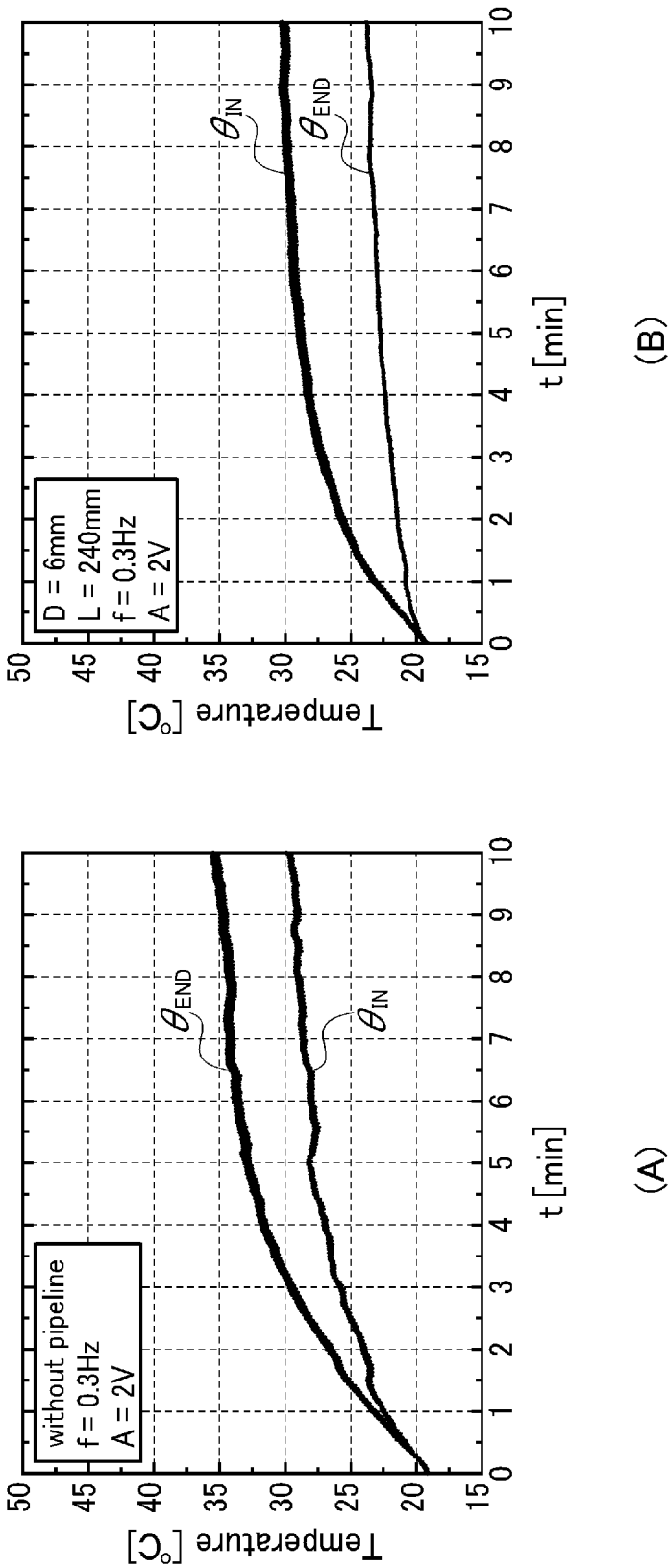
[図3]



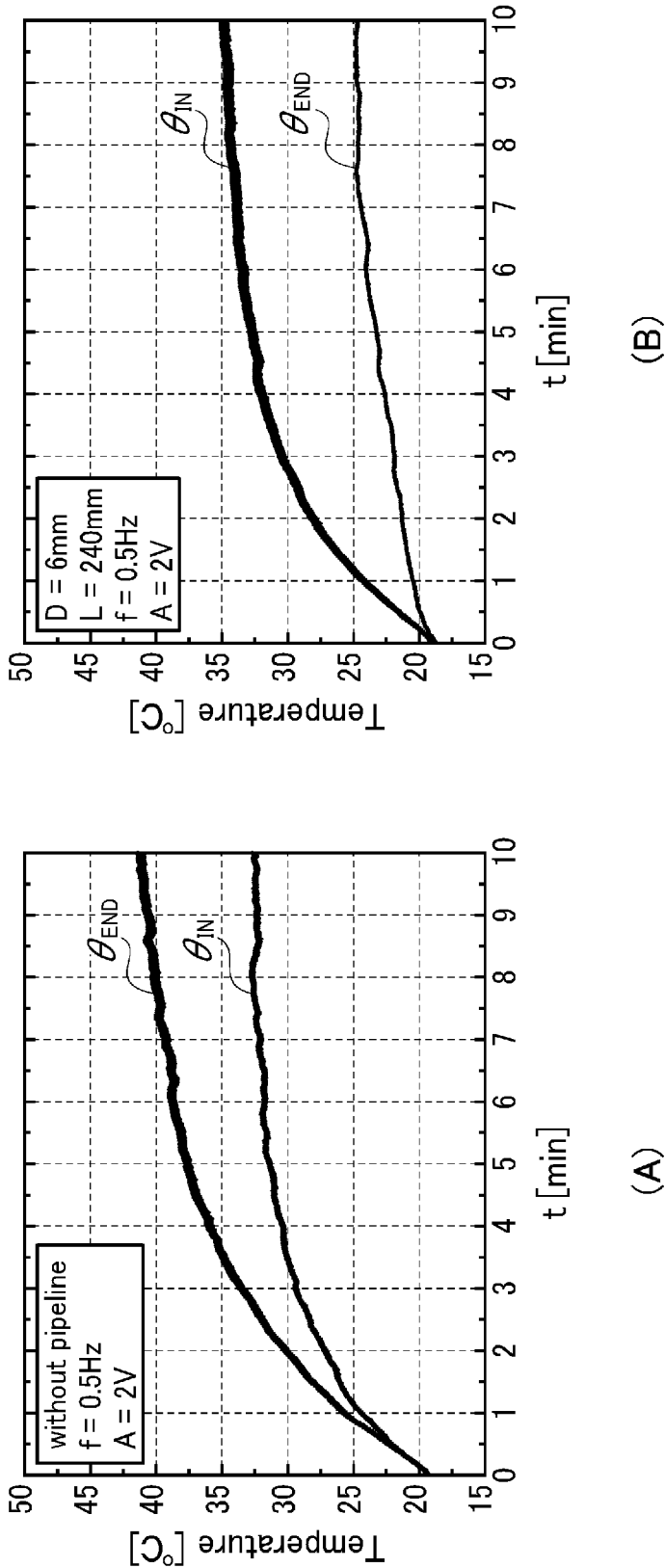
[図4]



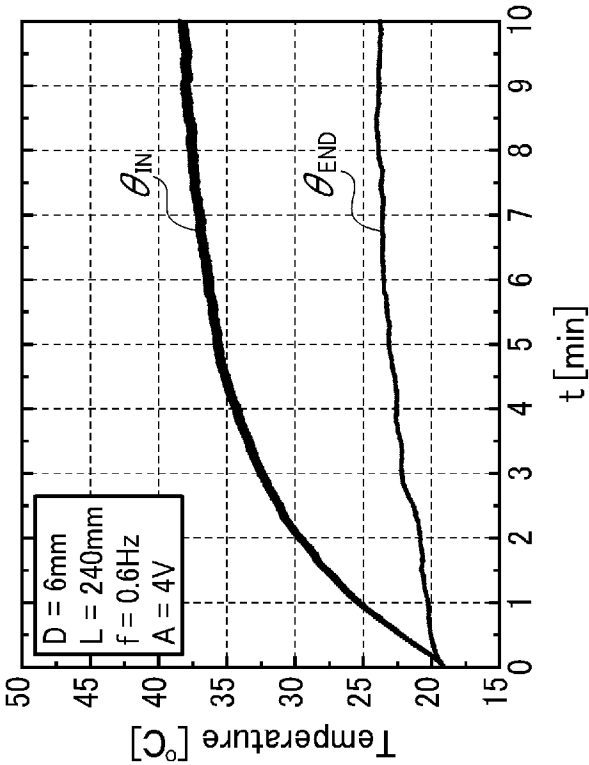
[図5]



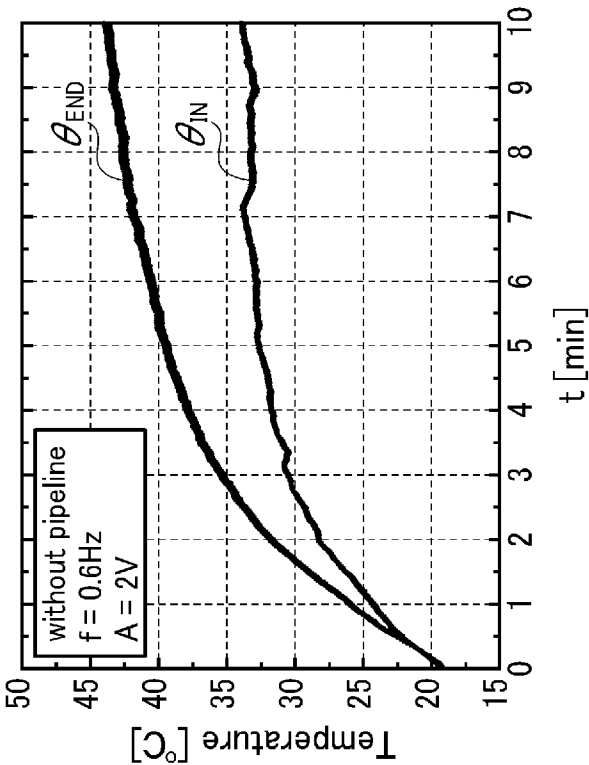
[図6]



[図7]

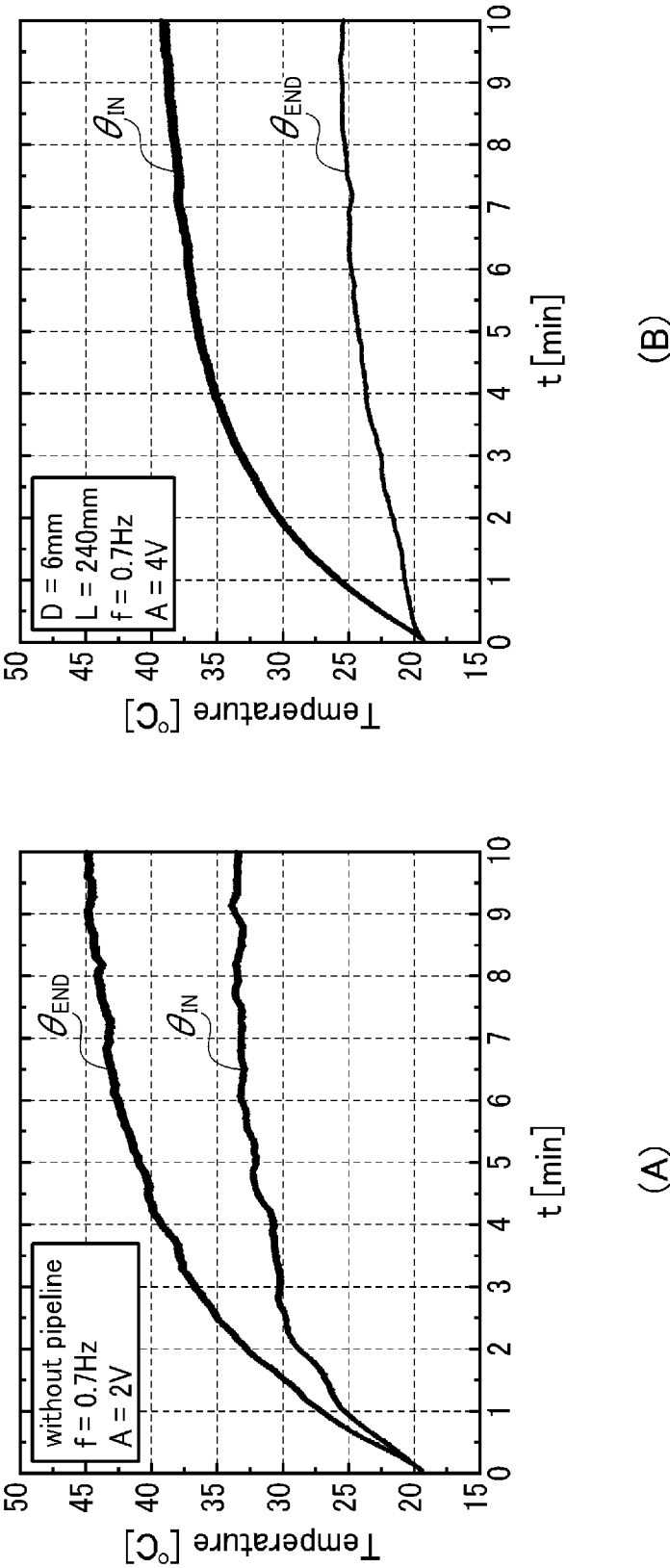


(B)

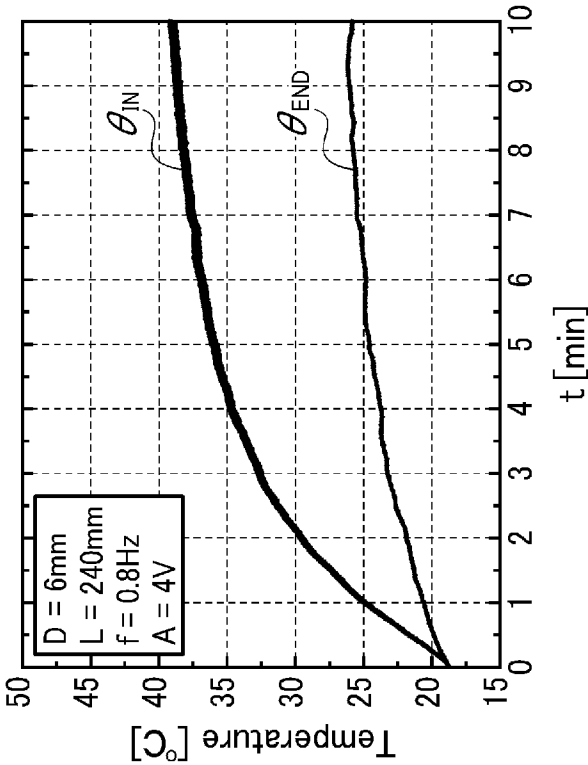


(A)

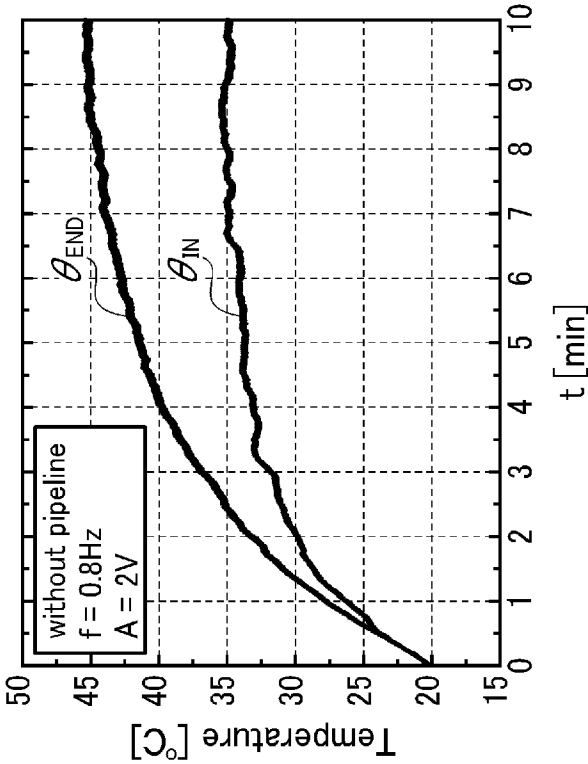
[図8]



[図9]

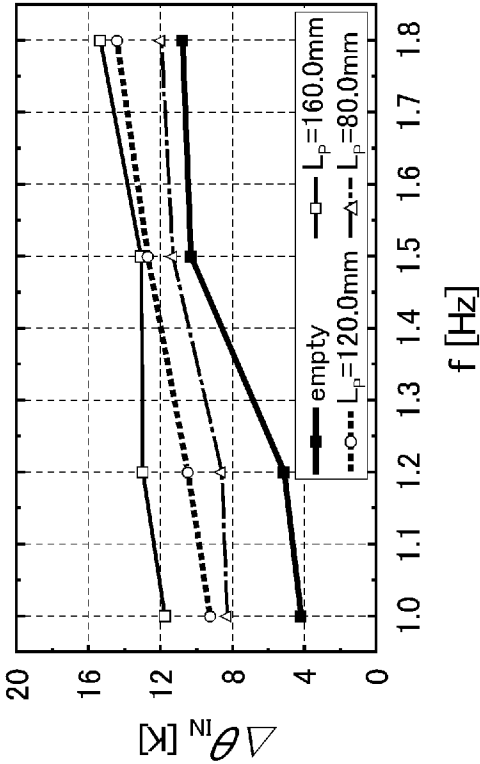


(B)

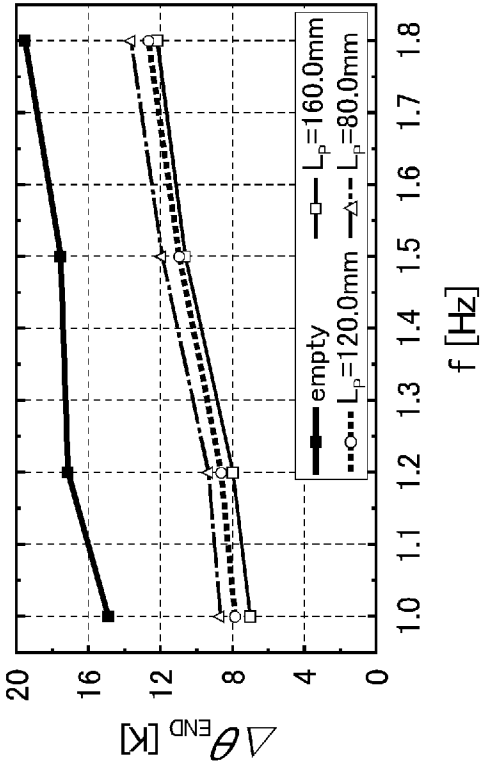


(A)

[図10]

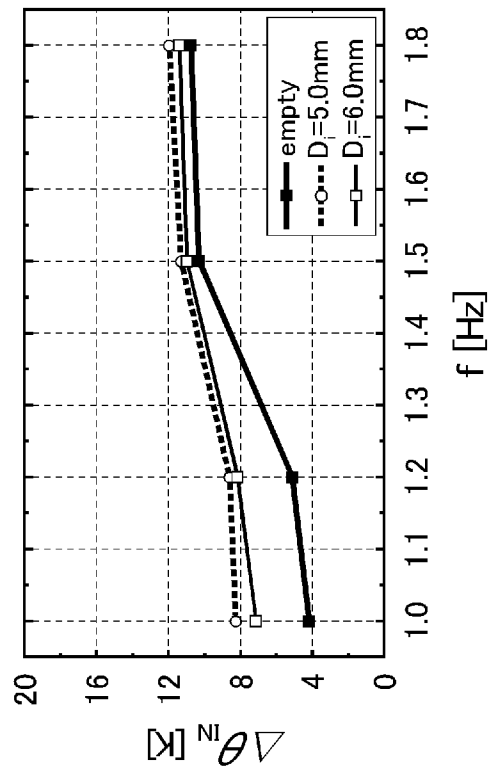


(B)

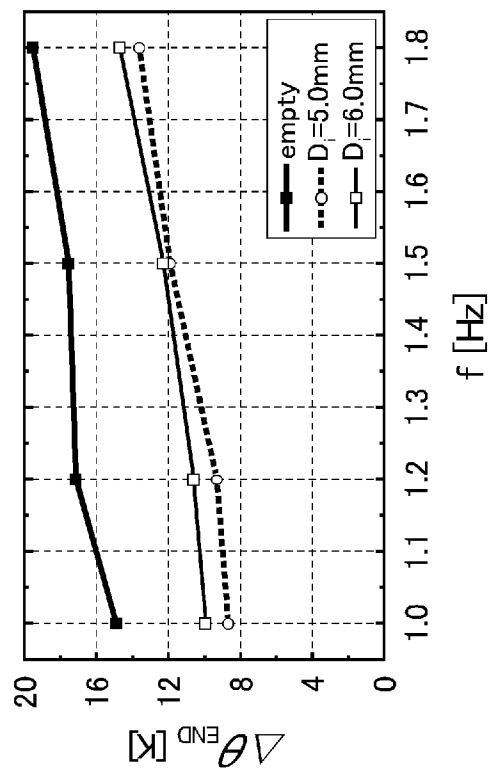


(A)

[図11]



(B)



(A)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/080962

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B25J19/00(2006.01)i, F15B15/10(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)

B25J19/00, F15B15/10

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
X Y A	JP 62-196408 A (Hitachi, Ltd.), 29 August 1987 (29.08.1987), entire text; all drawings (Family: none)	1, 2 7 3-6
Y	JP 2010-156352 A (Olympus Corp.), 15 July 2010 (15.07.2010), paragraphs [0003], [0063] to [0069]; fig. 12, 13 (Family: none)	7
A	JP 2011-148037 A (Tokai Rubber Industries, Ltd.), 04 August 2011 (04.08.2011), claims; fig. 4 (Family: none)	1

☒ 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
21 January 2015 (21.01.15)

Date of mailing of the international search report
03 February 2015 (03.02.15)

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/JP2014/080962

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 61-130603 A (Bridgestone Corp.), 18 June 1986 (18.06.1986), fig. 1 & DE 3542277 A1	6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B25J19/00(2006.01)i, F15B15/10(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（I P C））

Int.Cl. B25J19/00, 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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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 Y A	JP 62-196408 A（株式会社日立製作所）1987.08.29, 全文, 全図（ファミリーなし）	1, 2 7 3-6
Y	JP 2010-156352 A（オリンパス株式会社）2010.07.15, 段落【0003】, 【0063】－【0069】, 図12, 13（ファミリーなし）	7
A	JP 2011-148037 A（東海ゴム工業株式会社）2011.08.04, 特許請求の範囲, 図4（ファミリーなし）	1

☒ 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

2 1 . 0 1 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 3 . 0 2 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

3 O

3 7 3 4

北村 一

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 8

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	JP 61-130603 A (株式会社ブリヂストン) 1986.06.18, 第1図 & DE 3542277 A1	6