

(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  
2020年3月5日(05.03.2020)



(10) 国際公開番号

**WO 2020/044913 A1**

(51) 国際特許分類:  
*B25J 17/00* (2006.01) *H02N 11/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/029737

(22) 国際出願日: 2019年7月30日(30.07.2019)

(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 2018-162302 2018年8月31日(31.08.2018) JP

(71) 出願人: 豊田合成株式会社 (**TOYODA GOSEI CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒4528564 愛知県清須市春日長畑1番地 Aichi (JP).

(72) 発明者: 森田 陽一 (**MORITA Yoichi**); 〒4528564 愛知県清須市春日長畑1番地 豊田合成株式会社内 Aichi (JP). 藤原 武史 (**FUJIWARA Takeshi**); 〒4528564 愛知県清須市春日長畑1

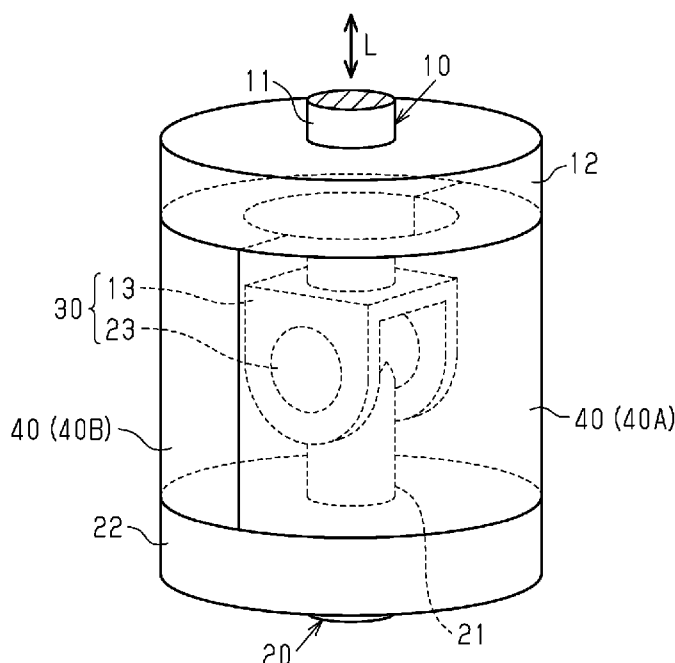
番地 豊田合成株式会社内 Aichi (JP). 島田 雅俊 (**SHIMADA Masatoshi**); 〒4528564 愛知県清須市春日長畑1番地 豊田合成株式会社内 Aichi (JP). 車谷 駿一 (**KURUMAYA Shunichi**); 〒4528564 愛知県清須市春日長畑1番地 豊田合成株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 恩 田 誠, 外 (**ONDA Makoto et al.**); 〒5008731 岐阜県岐阜市大宮町二丁目12番地1 Gifu (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) Title: JOINT APPARATUS

(54) 発明の名称: 関節装置



(57) Abstract: This joint apparatus is provided with a first member (10), a second member (20) connected to the first member (10) via a joint (30) so as to allow relative displacement therebetween, and two DEAs (40A, 40B) disposed around the joint (30) and comprising a first end surface fixed to the first member (10) and a second end surface fixed to the second member (20). The DEAs (40A, 40B), by deforming when voltage is applied, attempt to change the distance between the first end surface and the second end surface.

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:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

(57) 要約: 関節装置は、第1部材(10)と、第1部材(10)に対して関節(30)を介して相対変位可能に接続された第2部材(20)と、第1部材(10)に固定された第1端面、及び第2部材(20)に固定された第2端面を有し、関節(30)の周囲に設けられる2つのDEA(40A, 40B)とを備える。各DEA(40A, 40B)は、電圧が印加されることに伴って変形することで第1端面と第2端面との間の距離を変更しようとするものである。

## 明 細 書

**発明の名称：** 関節装置

### 技術分野

[0001] 本開示は、第 1 部材と、第 1 部材に対して関節を介して相対変位可能に接続された第 2 部材とを備える関節装置に関する。

### 背景技術

[0002] 例えば特許文献 1 には、棒状の第 1 構造体と、第 1 構造体に対して回転関節を介して相対運動可能に接続された第 2 構造体と、複数のアクチュエータとを備えた関節駆動装置が開示されている。各アクチュエータは、第 1 構造体に固定された一端部と、第 2 構造体に固定された他端部とを有し、空気圧によって伸縮する弾性体アクチュエータである。各アクチュエータには、空気圧を調整するための空気圧調整ユニットが接続されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献 1：特許第 3 9 8 4 6 4 1 号

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、特許文献 1 に記載の関節駆動装置は、空気圧を用いてアクチュエータを伸縮させるように構成されている。そのため、関節剛性を変更する際の応答性において改善の余地が残されている。

[0005] 本開示の目的は、関節剛性を変更する際の応答性を向上させることのできる関節装置を提供することにある。

#### 課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成するための関節装置は、第 1 部材と、前記第 1 部材に対して関節を介して相対変位可能に接続された第 2 部材と、前記第 1 部材に固定された第 1 端面、及び前記第 2 部材に固定された第 2 端面を有し、前記関節の周囲に設けられた少なくとも一つの電場応答性高分子アクチュエータと、

を備え、前記電場応答性高分子アクチュエータは、電圧が印加されることに伴って変形することで前記第1端面と前記第2端面との間の距離を変更しようとするものである。

[0007] 上記構成によれば、電場応答性高分子アクチュエータに対して電圧が印加されると、電場応答性高分子アクチュエータが変形することで第1端面と第2端面との間の距離が変更される。これにより、電圧が印加されていないときに比べて、第1部材と第2部材との間の距離を変更するように関節に対して外力が作用する。そして、こうした外力に伴って関節の摺動部に作用する摩擦抵抗が増大されることで関節剛性が高められるようになる。特に、電場応答性高分子アクチュエータは、空気圧を用いたアクチュエータに比べて応答性に優れることから、関節剛性を変更する際の応答性を向上させることができる。また、電場応答性高分子アクチュエータは電圧の印加に伴って変形するため、空気圧を用いたアクチュエータに比べて関節の周囲にアクチュエータを設けるためのスペースが少なく済む。したがって、関節剛性を変更する際の応答性を向上させることができる。

[0008] 上記関節装置において、前記少なくとも一つの電場応答性高分子アクチュエータは、前記関節を中心とする周方向に沿って設けられた複数の電場応答性高分子アクチュエータであることが好ましい。

[0009] 上記構成によれば、関節を中心とする周方向に沿って設けられた複数の電場応答性高分子アクチュエータに対して選択的に電圧を印加すると、電圧が印加された電場応答性高分子アクチュエータについては電場応答性高分子アクチュエータが変形することで第1端面と第2端面との間の距離が変更される。一方、電圧が印加されない電場応答性高分子アクチュエータについては電場応答性高分子アクチュエータが変形しないため第1端面と第2端面との間の距離が変更されない。このように複数の電場応答性高分子アクチュエータを選択的に変形させることによって、関節が駆動され、第1部材と第2部材とのなす角度が変更される。したがって、拮抗駆動型の関節を実現することができる。

- [0010] 上記関節装置において、前記少なくとも一つの電場応答性高分子アクチュエータは一つの電場応答性高分子アクチュエータであり、当該一つの電場応答性高分子アクチュエータは、筒状をなしており、前記関節の周囲を取り囲んでいることが好ましい。
- [0011] 上記構成によれば、電場応答性高分子アクチュエータに対して電圧が印加されると、筒状の電場応答性高分子アクチュエータ全体が変形することで関節を中心とする周方向の全体にわたって第1端面と第2端面との間の距離が変更される。これにより、関節剛性をより確実に高めることができる。
- [0012] 上記関節装置において、前記電場応答性高分子アクチュエータは、誘電エラストマーからなるシート状の誘電部と、導電エラストマーからなり、誘電部の厚さ方向の両側に積層された正極電極及び負極電極とを有する誘電エラストマーアクチュエータであることが好ましい。
- [0013] 誘電エラストマーアクチュエータ（DEA：Dielectric Elastomer Actuator）では、正極電極と負極電極との間に対して直流電圧が印加されると、印加電圧の大きさに応じて、誘電部が厚さ方向、すなわち誘電部、正極電極、及び負極電極の積層方向において圧縮される一方、誘電部の面に沿った面方向において伸張するように変形する。
- [0014] 上記構成によれば、誘電部の厚さ方向、すなわち誘電部、正極電極、及び負極電極の積層方向の両側にそれぞれ第1端面及び第2端面が位置するようにDEAを配置することで、第1端面と第2端面との間の距離を変更することができる。
- [0015] 上記関節装置において、前記第1部材及び前記第2部材が同一軸線上に位置する状態における前記第1部材及び前記第2部材の延在する方向を延在方向と称するとき、前記誘電部、前記正極電極、及び前記負極電極の積層方向は、前記延在方向と一致することが好ましい。
- [0016] 上記構成によれば、DEAに対して電圧が印加されると、DEAが延在方向において圧縮変形することで第1端面と第2端面との間の距離が小さくなる。これにより、電圧が印加されていないときに比べて、第1部材と第2部

材との間の距離が小さくなるように関節に対して外力が作用する。そして、こうした外力に伴って関節の摺動部に作用する摩擦抵抗が増大されることで関節剛性が高められる。

[0017] 上記関節装置において、前記第 1 部材及び前記第 2 部材が同一軸線上に位置する状態における前記第 1 部材及び前記第 2 部材の延在する方向を延在方向と称するとき、前記誘電部、前記正極電極、及び前記負極電極の積層方向は、前記延在方向に直交する方向であることが好ましい。

[0018] 上記構成によれば、D E A に対して電圧が印加されると、D E A が延在方向に直交する方向において圧縮変形する一方、延在方向において伸張変形することで第 1 端面と第 2 端面との間の距離が大きくなる。これにより、電圧が印加されていないときに比べて、第 1 部材と第 2 部材との間の距離が大きくなるように関節に対して外力が作用する。そして、こうした外力に伴って関節の摺動部に作用する摩擦抵抗が増大されることで関節剛性が高められる。

### 発明の効果

[0019] 本開示によれば、関節剛性を変更する際の応答性を向上させることができる。

### 図面の簡単な説明

- [0020] [図1]一実施形態の関節装置の斜視図。  
[図2]同実施形態の関節装置の分解斜視図。  
[図3]同実施形態の電氣的構成を示すブロック図。  
[図4]同実施形態の D E A の断面図。  
[図5]同実施形態の関節装置の関節駆動を説明する図。  
[図6]変形例の関節装置の分解斜視図。  
[図7]他の変形例の関節装置の斜視図。  
[図8]他の変形例の D E A の斜視図。

### 発明を実施するための形態

[0021] 以下、本開示の関節装置の一実施形態について説明する。本実施形態の関

節装置は、ロボットアームの関節部分に適用される。

図1及び図2に示すように、関節装置は、第1部材10と、第1部材10に対して関節30を介して相対変位可能に接続された第2部材20とを備えている。

[0022] 第1部材10は、軸部11と、軸部11の端部に接続された軸受け部13と、軸部11の一部が拡径されたフランジ12とを有している。

図2に示すように、軸受け部13は、軸部11の軸線方向に沿って延在する一对の支持部14を有している。一对の支持部14は、軸部11の中心軸線を挟んで互いに間隔をおいて配置されている。各支持部14は、円形状の支持孔14aを有している。

[0023] 図1及び図2に示すように、第2部材20は、軸部21と、軸部21の端部に接続された軸状部23と、軸部21の一部が拡径されたフランジ22とを有している。軸状部23は、軸部21の端部から、軸部21の軸線方向と直交する方向の両側に向かって突出している。軸状部23は、各支持部14（軸受け部13）の支持孔14aに挿入されて支持孔14aの内周面によって回動可能に支持されている。

[0024] 軸受け部13と軸状部23とによって軸関節としての関節30が構成されている。以降において、第1部材10の軸部11及び第2部材20の軸部21が同一軸線上に位置する状態における第1部材10及び第2部材20の延在する方向を延在方向Lということがある。

[0025] 関節30の周囲には、電場応答性高分子アクチュエータ40が設けられている。本実施形態では、電場応答性高分子アクチュエータ40として、関節30を中心とする周方向に沿って2つの誘電エラストマーアクチュエータ（DEA: Dielectric Elastomer Actuator）40A、40Bが設けられている。

[0026] 各DEA40A、40Bは、半割円筒状をなしている。各DEA40A、40Bの第1端面40aは、第1部材10のフランジ12の対向面（図1、図2の下面）に固定されている。また、各DEA40A、40Bの第2端面

40bは、第2部材20のフランジ22の対向面（図1、図2の上面）に固定されている。本実施形態では、各DEA40A、40Bと各フランジ12、22とが接着剤を介して固定されている。

[0027] 図4に示すように、DEA40A、40Bは、誘電エラストマーからなるシート状の誘電部41と、導電エラストマーからなり、誘電部41の厚さ方向の両側に積層された正極電極42及び負極電極43とを有する多層構造体である。DEA40A、40Bの表面は、絶縁部44によって覆われている。DEA40A、40Bでは、正極電極42と負極電極43との間に直流電圧が印加されると、印加電圧の大きさに応じて、誘電部41が厚さ方向において圧縮されるとともに誘電部41の面に沿った面方向Aにおいて伸張するように変形する。なお、誘電部41の厚さ方向は、誘電部41、正極電極42、及び負極電極43の積層方向と一致する。

[0028] 誘電部41を構成する誘電エラストマーは特に限定されるものではなく、公知のDEAに用いられる誘電エラストマーを用いることができる。上記誘電エラストマーとしては、例えば、架橋されたポリロタキサン、シリコーンエラストマー、アクリルエラストマー、及びウレタンエラストマーが挙げられる。これら誘電エラストマーのうちの一種を用いてもよいし、複数種を併用してもよい。誘電部41の厚さは、例えば、20～200 $\mu$ mである。

[0029] 正極電極42及び負極電極43を構成する導電エラストマーは特に限定されるものではなく、公知のDEAに用いられる導電エラストマーを用いることができる。上記導電エラストマーとしては、例えば、絶縁性高分子及び導電性フィラーを含有する導電エラストマーが挙げられる。

[0030] 上記絶縁性高分子としては、例えば、架橋されたポリロタキサン、シリコーンエラストマー、アクリルエラストマー、及びウレタンエラストマーが挙げられる。これら絶縁性高分子のうちの一種を用いてもよいし、複数種を併用してもよい。上記導電性フィラーとしては、例えば、ケッチェンブラック（登録商標）、カーボンブラック、及び金属粒子が挙げられる。金属粒子としては、例えば、銅及び銀が挙げられる。これら導電性フィラーのうちの

種を用いてもよいし、複数種を併用してもよい。正極電極 4 2 及び負極電極 4 3 の厚さは、例えば、10～100  $\mu\text{m}$  である。

[0031] 絶縁部 4 4 を構成する絶縁エラストマーは特に限定されるものではなく、公知の誘電エラストマーアクチュエータの絶縁部分に用いられる公知の絶縁エラストマーを用いることができる。上記絶縁エラストマーとしては、例えば、架橋されたポリロタキサン、シリコンエラストマー、アクリルエラストマー、及びウレタンエラストマーが挙げられる。これら絶縁エラストマーのうちの一種を用いてもよいし、複数種を併用してもよい。

[0032] 本実施形態の D E A 4 0 A, 4 0 B の誘電部 4 1、正極電極 4 2、及び負極電極 4 3 の積層方向は、延在方向 L と一致する。したがって、D E A 4 0 A, 4 0 B は、電圧が印加されることに伴って延在方向 L に圧縮変形することで第 1 部材 1 0 に固定された第 1 端面 4 0 a と第 2 部材 2 0 に固定された第 2 端面 4 0 b との間の距離を変更しようとする。すなわち、D E A 4 0 A, 4 0 B に電圧が印加されて D E A 4 0 A, 4 0 B が延在方向 L に圧縮変形することで、第 1 部材 1 0 及び第 2 部材 2 0 には、第 1 部材 1 0 と第 2 部材 2 0 との間の距離を変更しようとする外力が作用する。その結果、第 1 部材 1 0 と第 2 部材 2 0 との間の距離を変更しようとする外力が関節 3 0 に作用する。

[0033] 図 3 に示すように、各 D E A 4 0 A, 4 0 B には、導線を介して制御部 5 0 及び電源 5 1 が電氣的に接続されている。制御部 5 0 は、1) コンピュータプログラム（ソフトウェア）に従って動作する一つ以上のプロセッサ、2) 各種処理のうち少なくとも一部の処理を実行する特定用途向け集積回路（ASIC）等の一つ以上の専用のハードウェア回路、或いは 3) それらの組み合わせ、を含む回路（circuitry）として構成し得る。プロセッサは、CPU 並びに、RAM 及び ROM 等のメモリを含み、メモリは、処理を CPU に実行させるように構成されたプログラムコードまたは指令を格納している。メモリすなわちコンピュータ可読媒体は、汎用または専用のコンピュータでアクセスできるあらゆる利用可能な媒体を含む。

[0034] 制御部50は、電源51からDEA40A、40Bに印加される電圧を制御する。

次に、本実施形態の作用について説明する。

制御部50を通じて、DEA40A、40Bに対して所定の電圧を印加すると、DEA40A、40Bは、誘電部41、正極電極42、及び負極電極43の積層方向（延在方向L）において圧縮変形することで第1端面40aと第2端面40bとの間の距離が小さくなる。これにより、電圧が印加されていないときに比べて、第1部材10と第2部材20との間の距離が小さくなるように関節30に対して外力が作用する。そして、こうした外力に伴って関節30の摺動部に作用する摩擦抵抗が増大されることで関節剛性が高められるようになる。

[0035] また、制御部50を通じて、DEA40Aに対して電圧を印加する一方、DEA40Bに対して電圧を印加しないようにすると、図5に示すように、電圧が印加されたDEA40AについてはDEA40Aが圧縮変形することで第1端面40aと第2端面40bとの間の距離が小さくなる。一方、電圧が印加されないDEA40BについてはDEA40Bが変形しないために第1端面40aと第2端面40bとの間の距離が変更されない。このように2つのDEA40A、40Bを選択的に変形させることによって、関節30が駆動され、第1部材10の軸部11と第2部材20の軸部21とのなす角度が変更される。

[0036] 次に、本実施形態の効果について説明する。

（1）関節装置は、第1部材10と、第1部材10に対して関節30を介して相対変位可能に接続された第2部材20と、第1部材10に固定された第1端面40a、及び第2部材20に固定された第2端面40bを有し、関節30の周囲に設けられた電場応答性高分子アクチュエータ40（DEA40A、40B）とを備える。電場応答性高分子アクチュエータ40（DEA40A、40B）は、電圧が印加されることに伴って変形することで第1端面40aと第2端面40bとの間の距離を変更しようとするものである。

[0037] 上記構成によれば、電場応答性高分子アクチュエータ４０（ＤＥＡ４０Ａ，４０Ｂ）は、空気圧を用いたアクチュエータに比べて応答性に優れることから、関節剛性を変更する際の応答性を向上させることができる。また、電場応答性高分子アクチュエータ４０（ＤＥＡ４０Ａ，４０Ｂ）は電圧の印加に伴って変形するため、空気圧を用いたアクチュエータに比べて関節３０の周囲にアクチュエータを設けるためのスペースが少なく済む。したがって、関節剛性を変更する際の応答性を向上させることができる。

[0038] （２）関節装置は２つの電場応答性高分子アクチュエータ４０（ＤＥＡ４０Ａ，４０Ｂ）を有し、当該２つの電場応答性高分子アクチュエータ４０（ＤＥＡ４０Ａ，４０Ｂ）は、関節３０を中心とする周方向に沿って設けられている。

[0039] 上記構成によれば、関節３０を中心とする周方向に沿って設けられた２つの電場応答性高分子アクチュエータ４０（ＤＥＡ４０Ａ，４０Ｂ）に対して選択的に電圧を印加して２つの電場応答性高分子アクチュエータ４０（ＤＥＡ４０Ａ，４０Ｂ）を選択的に変形させることによって、拮抗駆動型の関節３０を実現することができる。

[0040] （３）電場応答性高分子アクチュエータ４０は、誘電エラストマーからなるシート状の誘電部４１と、導電エラストマーからなり、誘電部４１の厚さ方向の両側に積層された正極電極４２及び負極電極４３とを有するＤＥＡ４０Ａ（４０Ｂ）である。

[0041] 上記構成によれば、誘電部４１の厚さ方向、すなわち誘電部４１、正極電極４２、及び負極電極４３の積層方向の両側にそれぞれ第１端面４０ａ及び第２端面４０ｂが位置するようにＤＥＡ４０Ａ（４０Ｂ）を配置することで、第１端面４０ａと第２端面４０ｂとの距離を変更することができる。

[0042] （４）誘電部４１、正極電極４２、及び負極電極４３の積層方向は、第１部材１０及び第２部材２０が同一軸線上に位置する状態における第１部材１０及び第２部材２０の延在する方向（延在方向Ｌ）と一致する。

[0043] 上記構成によれば、ＤＥＡ４０Ａ，４０Ｂに対して電圧が印加されると、

DEA40A, 40Bが延在方向において圧縮変形することで第1端面40aと第2端面40bとの間の距離が小さくなる。これにより、電圧が印加されていないときに比べて、第1部材10と第2部材20との間の距離が小さくなるように関節30に対して外力が作用する。そして、こうした外力に伴って関節30の摺動部に作用する摩擦抵抗が増大されることで関節剛性が高められるようになる。

[0044] なお、本実施形態は、以下のように変更して実施することができる。本実施形態及び以下の変更例は、技術的に矛盾しない範囲で互いに組み合わせて実施することができる。

・上記実施形態において、関節30を中心とする周方向においてDEA40A, 40B同士の間隙に隙間を設けることもできる。

[0045] ・関節30は上記実施形態において例示した軸関節に限定されず、例えば球体関節として構成されていてもよい。この場合、例えば図6に示すように、第1部材10の軸部11の端部には、球状部15が設けられる。第2部材20の軸部21の端部には、支持部25が設けられる。支持部25は、球状部15を収容するとともに球状部15を相対変位可能に支持する凹球部25aを有する。また、関節30を中心とする周方向に3つのDEA40A, 40B, 40Cが設けられている。各DEA40A, 40B, 40Cは、120度の中心角を有している。こうした関節装置において、3つのDEA40A, 40B, 40Cに対して選択的に電圧を印加すると、電圧が印加されたDEAについてはDEAが圧縮変形することで第1端面40aと第2端面40bとの距離が変更される。一方、電圧が印加されないDEAについてはDEAが変形しないために第1端面40aと第2端面40bとの距離が変更されない。このように3つのDEAを選択的に変形させることによって拮抗駆動型の関節30を実現することができる。なお、関節30を中心とする周方向に4つ以上のDEAを設けることもできる。

[0046] ・関節30を中心とする周方向に必ずしも複数のDEAを設ける必要はない。例えば、図7に示すように、円筒状をなし、且つ関節30の周囲を取り

囲むように構成された一つのDEA40Wを採用してもよい。上記構成によれば、DEA40Wに対して電圧が印加されると、円筒状のDEA40W全体が圧縮変形することで関節30を中心とする周方向全体にわたって第1端面40aと第2端面40bとの距離が小さくなる。これにより、関節剛性をより確実に高めることができる。この場合、関節駆動を行うアクチュエータが関節30に内蔵されるように構成することもできる。

[0047] ・DEA40A, 40Bを構成する誘電部41、正極電極42、及び負極電極43の積層方向が延在方向Lと一致しなくてもよい。例えば、図8に示すように、DEA40A(40B)を構成する誘電部41、正極電極42、及び負極電極43の積層方向は、延在方向Lに直交する方向であってもよい。なお、図8においては、絶縁部を省略している。

[0048] 上記構成によれば、DEA40A, 40Bに対して電圧が印加されると、DEA40A, 40Bが延在方向Lに直交する方向において圧縮変形する一方、延在方向Lにおいて伸張変形することで第1端面40aと第2端面40bとの間の距離が大きくなる。これにより、電圧が印加されていないときに比べて、第1部材10と第2部材20との間の距離が大きくなるように関節30に対して外力が作用する。そして、こうした外力に伴って関節30の摺動部に作用する摩擦抵抗が増大されることで関節剛性が高められるようになる。

[0049] ・電場応答性高分子アクチュエータ40は、DEAに限定されない。他に例えば、イオン交換ポリマーメタル複合体(IPMC: Ionic Polymer Metal Composite)などの他の電場応答性高分子アクチュエータを採用することもできる。

## 符号の説明

[0050] 10…第1部材、11…軸部、12…フランジ、13…軸受け部、14…支持部、14a…支持孔、15…球状部、20…第2部材、21…軸部、22…フランジ、23…軸状部、25…支持部、25a…凹球部、30…関節、40…電場応答性高分子アクチュエータ、40A, 40B, 40C, 40

W…DEA（誘電エラストマーアクチュエータ、電場応答性高分子アクチュエータ）、40a…第1端面、40b…第2端面、41…誘電部、42…正極電極、43…負極電極、44…絶縁部、50…制御部、51…電源。

## 請求の範囲

- [請求項1]           第1部材と、  
                  前記第1部材に対して関節を介して相対変位可能に接続された第2部材と、  
                  前記第1部材に固定された第1端面、及び前記第2部材に固定された第2端面を有し、前記関節の周囲に設けられた少なくとも一つの電場応答性高分子アクチュエータと、を備え、  
                  前記電場応答性高分子アクチュエータは、電圧が印加されることに伴って変形することで前記第1端面と前記第2端面との間の距離を変更しようとするものである、  
                  関節装置。
- [請求項2]           前記少なくとも一つの電場応答性高分子アクチュエータは、前記関節を中心とする周方向に沿って設けられた複数の電場応答性高分子アクチュエータである、  
                  請求項1に記載の関節装置。
- [請求項3]           前記少なくとも一つの電場応答性高分子アクチュエータは一つの電場応答性高分子アクチュエータであり、当該一つの電場応答性高分子アクチュエータは、筒状をなしており、前記関節の周囲を取り囲んでいる、  
                  請求項1に記載の関節装置。
- [請求項4]           前記電場応答性高分子アクチュエータは、誘電エラストマーからなるシート状の誘電部と、導電エラストマーからなり、誘電部の厚さ方向の両側に積層された正極電極及び負極電極とを有する誘電エラストマーアクチュエータである、  
                  請求項1～請求項3のいずれか一項に記載の関節装置。
- [請求項5]           前記第1部材及び前記第2部材が同一軸線上に位置する状態における前記第1部材及び前記第2部材の延在する方向を延在方向と称するとき、

前記誘電部、前記正極電極、及び前記負極電極の積層方向は、前記延在方向と一致する、

請求項 4 に記載の関節装置。

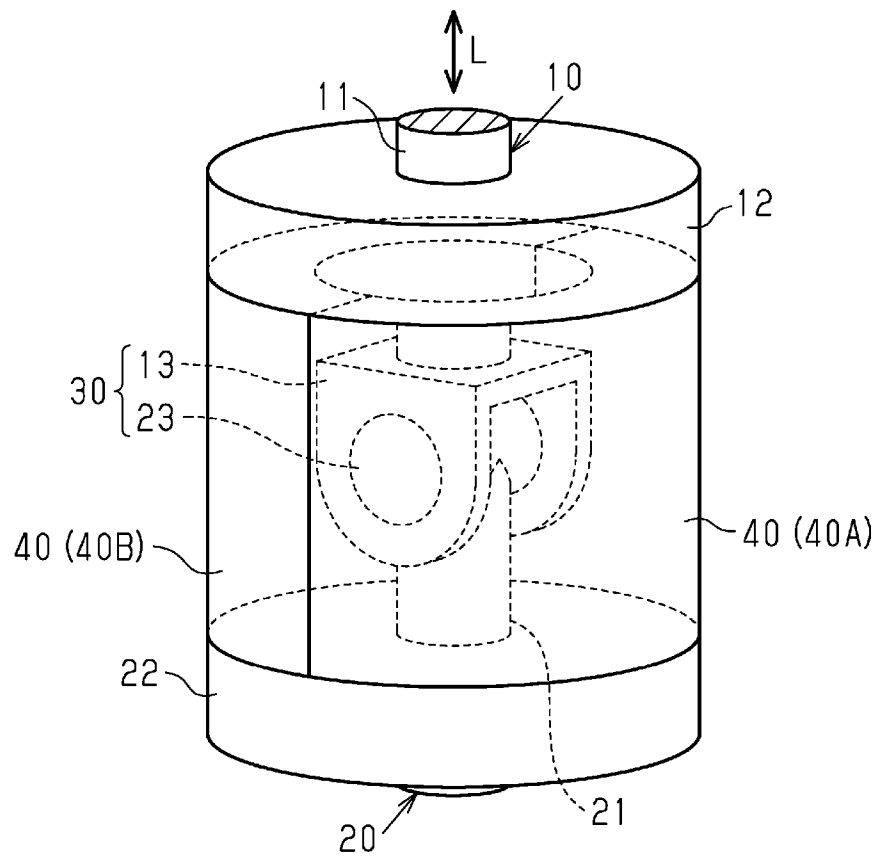
[請求項 6]

前記第 1 部材及び前記第 2 部材が同一軸線上に位置する状態における前記第 1 部材及び前記第 2 部材の延在する方向を延在方向と称するとき、

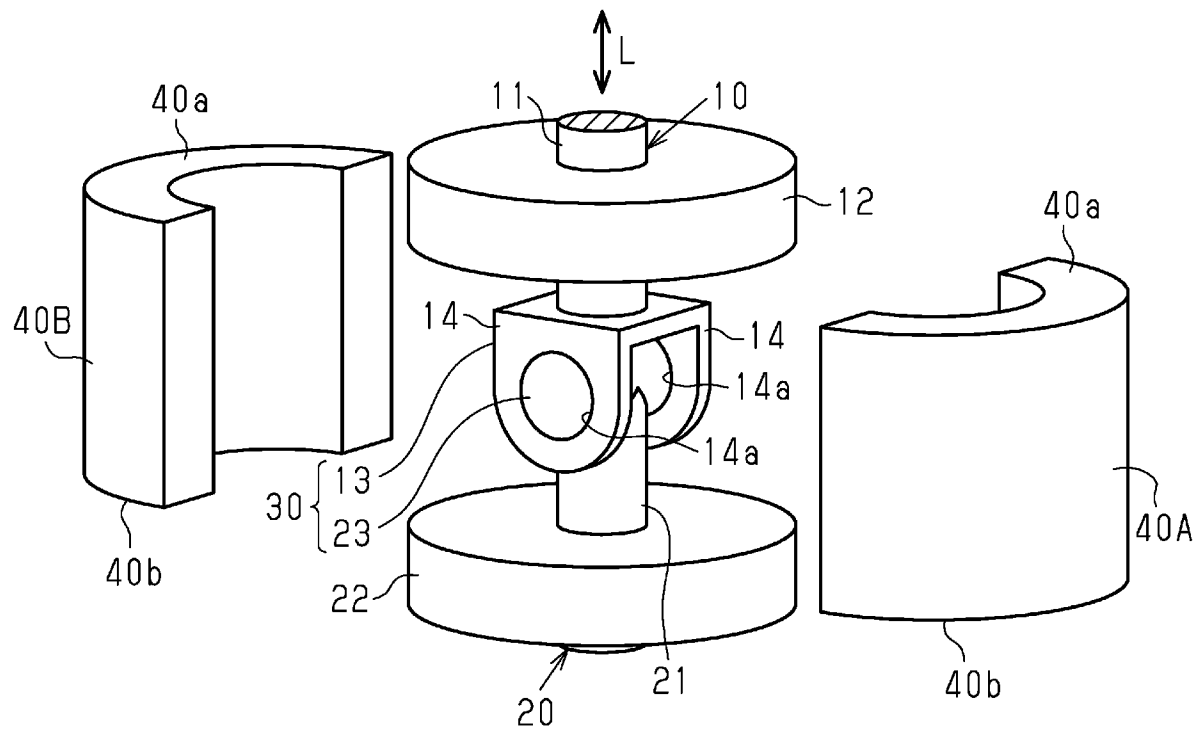
前記誘電部、前記正極電極、及び前記負極電極の積層方向は、前記延在方向に直交する方向である、

請求項 4 に記載の関節装置。

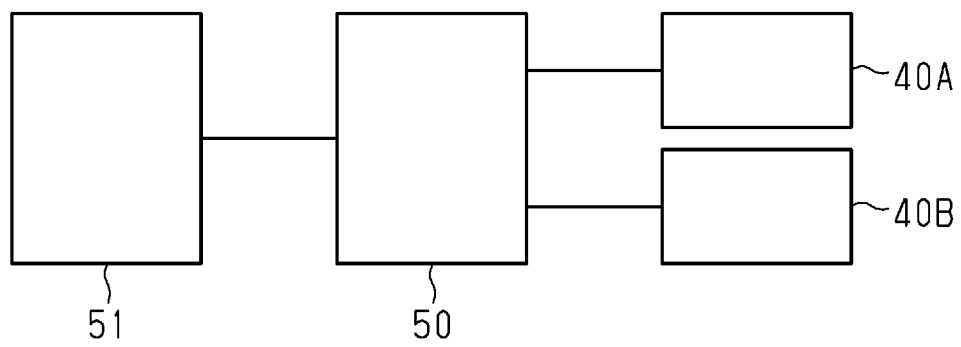
[図1]



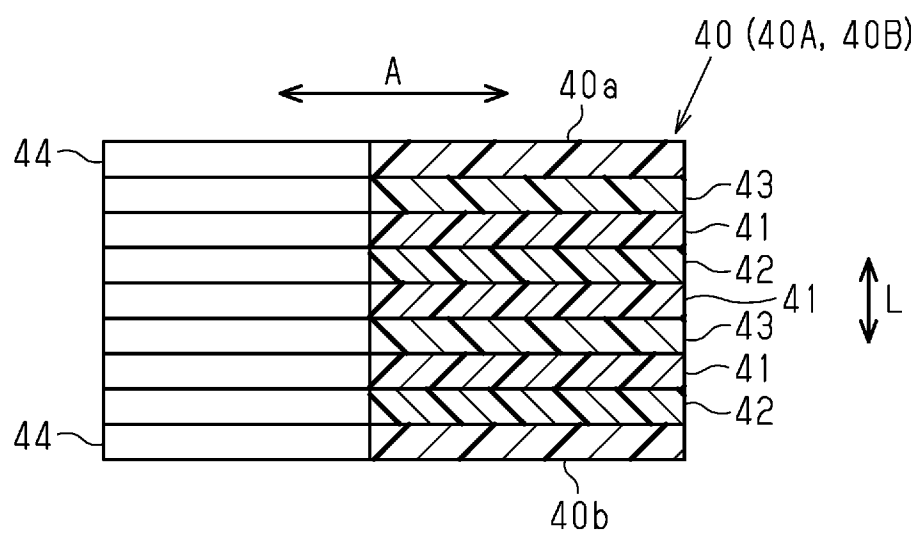
[図2]



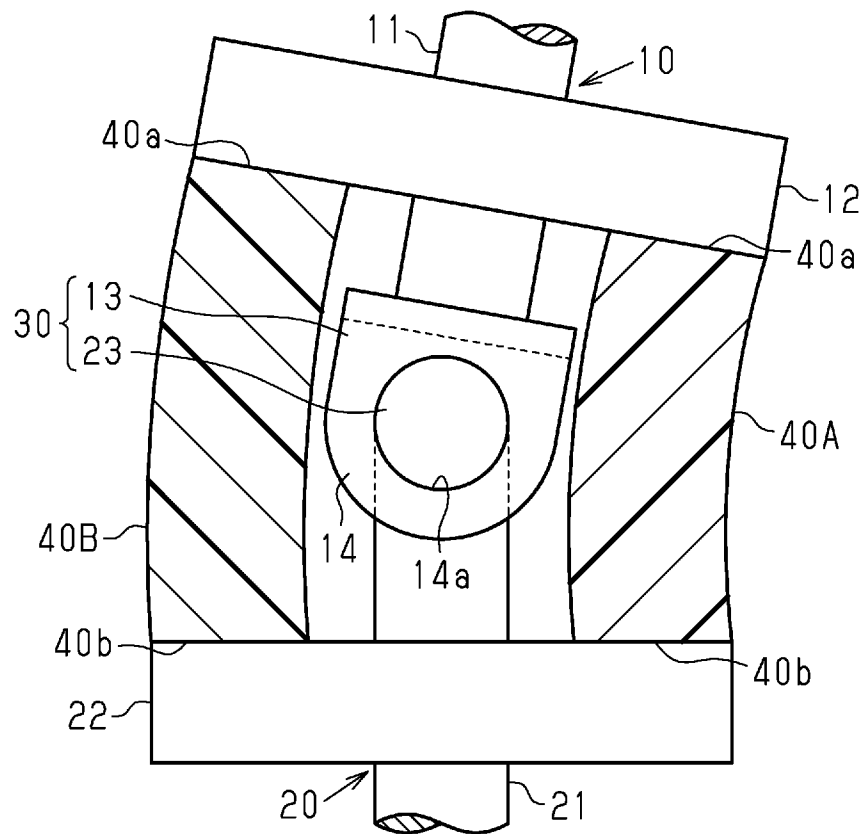
[図3]



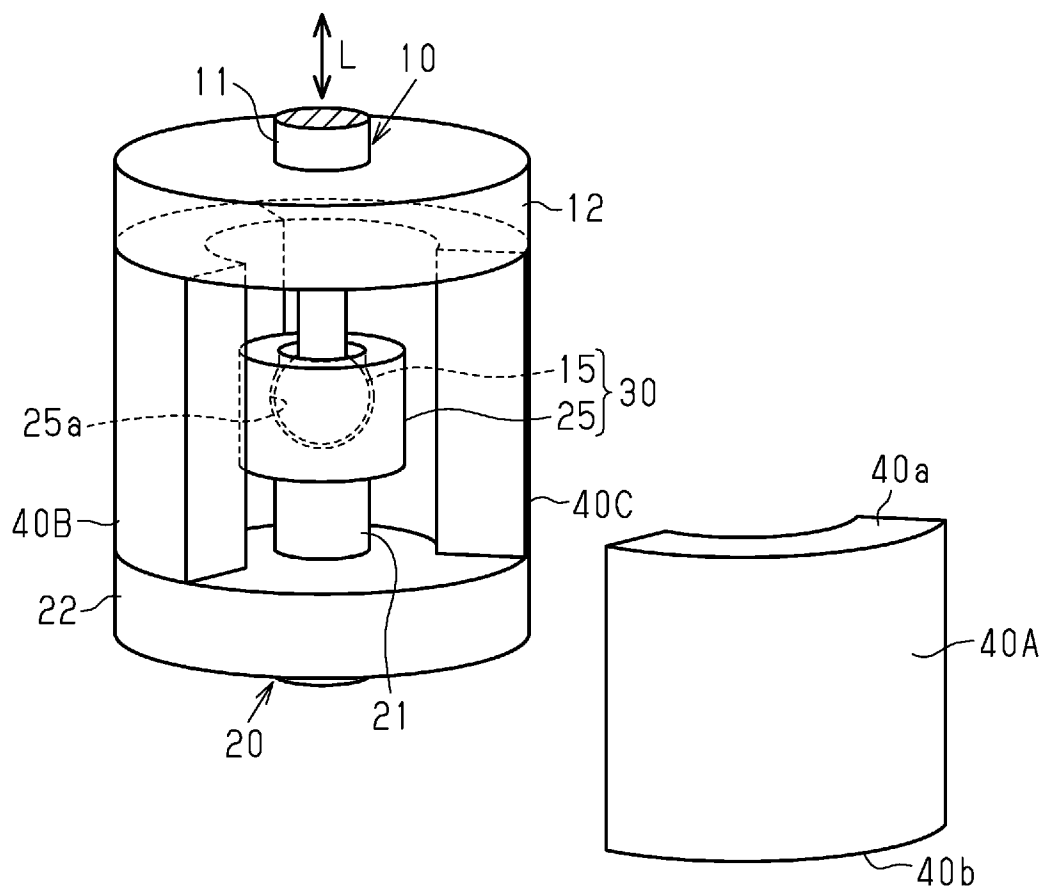
[図4]



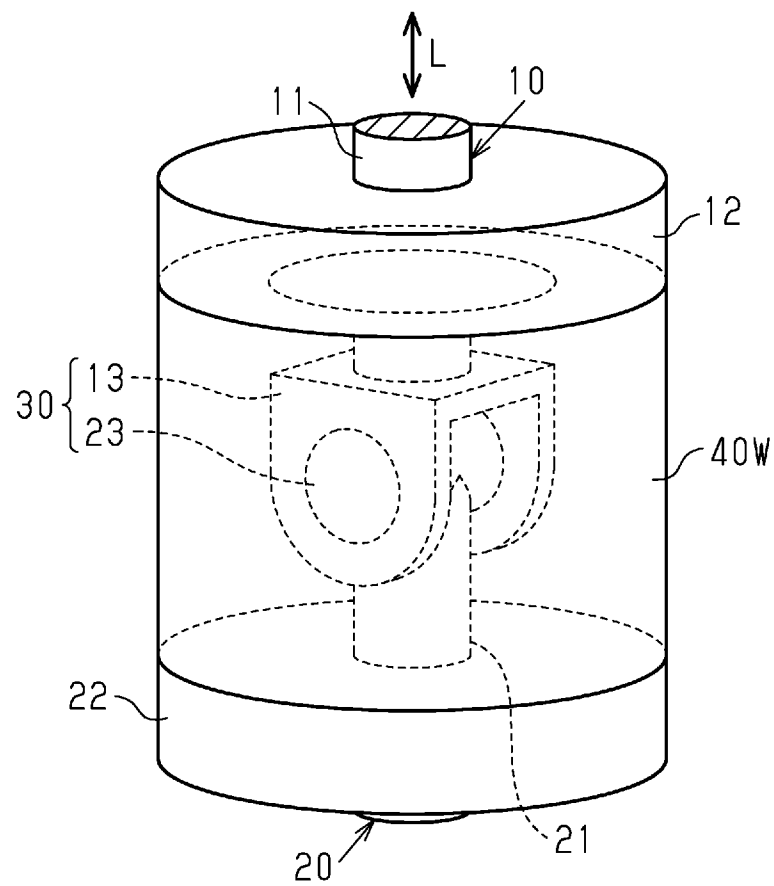
[図5]



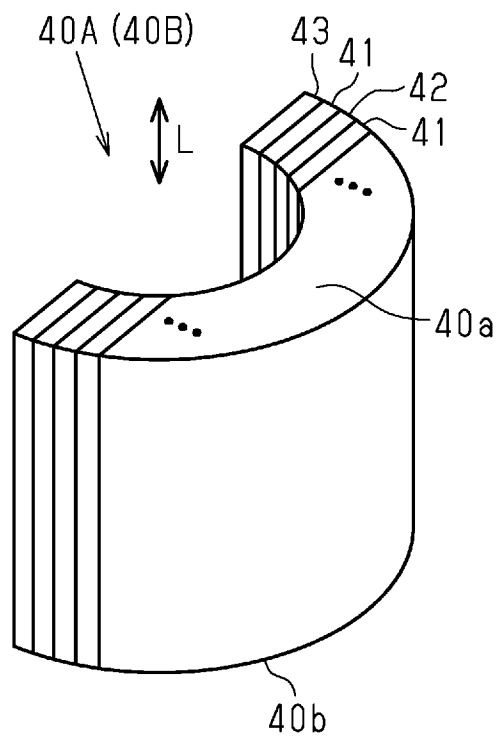
[図6]



[図7]



[図8]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/029737

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B25J17/00 (2006.01) i, H02N11/00 (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)

Int.Cl. B25J17/00, H02N11/00

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 | 1971-2019 |
| Registered utility model specifications of Japan         | 1996-2019 |
| Published registered utility model applications of Japan | 1994-2019 |

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         | JP 2000-83389 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS, LTD.)                                                                                                   | 1-2                   |
| Y         | 21 March 2000, paragraphs [0055]-[0059], fig. 20-                                                                                                   | 4-6                   |
| A         | 24 (Family: none)                                                                                                                                   | 3                     |
| Y         | JP 2009-124875 A (TOYOTA GOSEI CO., LTD.) 04 June 2009, paragraphs [0015]-[0026], fig. 1-4 & US 2009/0127979 A1, paragraphs [0016]-[0031], fig. 1-4 | 4-6                   |



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  
19 September 2019 (19.09.2019)

Date of mailing of the international search report  
01 October 2019 (01.10.2019)

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/JP2019/029737

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                     | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | JP 2014-94030 A (TOYOTA GOSEI CO., LTD.) 22 May 2014, paragraphs [0041]-[0054], fig. 2-3 & US 2015/0297367 A1, paragraphs [0052]-[0065], fig. 2-3 & WO 2014/073326 A1 & CN 104768501 A | 4-6                   |
| A         | JP 2013-81265 A (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 02 May 2013, entire text, all drawings (Family: none)                                                                                 | 1-6                   |
| A         | JP 2007-170210 A (TOSHIBA CORP.) 05 July 2007, entire text, all drawings (Family: none)                                                                                                | 1-6                   |
| A         | JP 2006-136059 A (INST OF PHYSICAL & CHEMICAL RES) 25 May 2006, entire text, all drawings (Family: none)                                                                               | 1-6                   |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B25J17/00(2006.01)i, H02N11/00(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. B25J17/00, H02N11/00

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 | 1971-2019年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2019年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2019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<br>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<br>請求項の番号  |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| X<br>Y<br>A     | JP 2000-83389 A（松下電工株式会社）2000.03.21,<br>段落 [0055] - [0059], 図 20-図 24（ファミリーなし）                                            | 1-2<br>4-6<br>3 |
| Y               | JP 2009-124875 A（豊田合成株式会社）2009.06.04,<br>段落 [0015] - [0026], 図 1-図 4<br>& US 2009/0127979 A1, 段落 [0016] - [0031], 図 1-図 4 | 4-6             |

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

19.09.2019

国際調査報告の発送日

01.10.2019

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）

松田 長親

3U

4032

電話番号 03-3581-1101 内線 3364

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                                                                                      |                |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| Y                     | JP 2014-94030 A (豊田合成株式会社) 2014. 05. 22,<br>段落 [0041] – [0054], 図 2–図 3<br>& US 2015/0297367 A1, 段落 [0052] – [0065], 図 2–図 3<br>& WO 2014/073326 A1 & CN 104768501 A | 4-6            |
| A                     | JP 2013-81265 A (株式会社村田製作所) 2013. 05. 02,<br>全文, 全図 (ファミリーなし)                                                                                                        | 1-6            |
| A                     | JP 2007-170210 A (株式会社東芝) 2007. 07. 05,<br>全文, 全図 (ファミリーなし)                                                                                                          | 1-6            |
| A                     | JP 2006-136059 A (独立行政法人理化学研究所) 2006. 05. 25,<br>全文, 全図 (ファミリーなし)                                                                                                    | 1-6            |