

(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
2014 年 5 月 15 日(15.05.2014)



(10) 国際公開番号

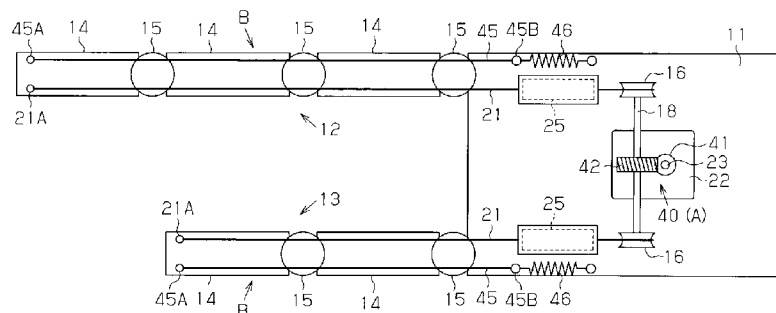
WO 2014/073326 A1

- (51) 国際特許分類:
A61F 2/70 (2006.01) B25J 15/08 (2006.01)
A61F 2/56 (2006.01) H02N 11/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/077762
- (22) 国際出願日: 2013 年 10 月 11 日(11.10.2013)
- (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 2012-245461 2012 年 11 月 7 日(07.11.2012) 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: 馬場 一将(BABA, Kazumasa); 〒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). 竹内 宏充(TAKEUCHI, Hiro-mitsu); 〒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 1 2 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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: ELECTRICALLY DRIVEN ARTIFICIAL HAND

(54) 発明の名称: 電動義手

【図1】



(57) Abstract: Finger units (12, 13) curl and uncurl using joint unit (15) as supports. A wire (21) is disposed along the finger units (12, 13) by way of the joint units (15). A motor (22) takes up the wire (21) to thereby pull the wire (21) in the curl direction and cause the finger units (12, 13) to curl. A polymer actuator (25) disposed at an intermediate point of the wire (21) is formed in an elongated shape by a polymer material, and elastically deforms in response to an application of voltage and performs extension and contraction actions along the axial direction by being restored to the original shape in response to the stoppage of the application of voltage. A lock mechanism (A) restricts relative movement of the wire (21) in relation to the motor (22) after the wire (21) has been taken up by the motor (22). The polymer actuator (25) performs extension and contraction actions while relative movement is restricted by the lock mechanism (A), whereby the wire (21) is pulled in the curl direction.

(57) 要約: 指部 (12, 13) は、関節部 (15) を支点として屈曲及び伸展する。ワイヤ (21) は、関節部 (15) を経由した状態で指部 (12, 13) に沿って配置される。モータ (22) はワイヤ (21) を巻き取ることで、その屈曲方向へ引っ張って指部 (12, 13) を屈曲させる。ワイヤ (21) の途中に配置された高分子アクチュエータ (25) は、高分子材料により長尺状に形成され、電圧印加に応じて弾性変形するとともに、電圧印加の停止に応じて元の形状に復元することにより軸方向に沿って伸縮動作する。ロック機構 (A) は、モータ (22) によるワイヤ (21) の巻き取り後にワイヤ (21) のモータ (22) との相対移動を規制する。高分子アクチュエータ (25) は、ロック機構 (A) により相対移動が規制されている状態で伸縮動作することで、ワイヤ (21) を屈曲方向へ引っ張る。

WO 2014/073326 A1

明 細 書

発明の名称：電動義手

技術分野

[0001] 本発明は、通電により作動する駆動源を用いて複数の指部を屈曲及び伸展させるようにした電動義手に関するものである。

背景技術

[0002] 義手として、通電により作動するモータを駆動源として用い、モータの回転を、駆動機構を介して複数の指部に伝達し、それらの指部を屈曲及び伸展させて、把持対象物を把持するようにした電動義手が種々開発されている（例えば、特許文献1参照）。このモータとしては、電動義手への搭載性の観点から小型のものが用いられる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2003-305069号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上述したようにモータを駆動源とした電動義手では、指部を大きく屈曲又は変位させて把持対象物を把持することができる。反面、小型のモータが発生するトルクは小さい。そのため、把持対象物を指部によって安定して把持することが難しい。

[0005] 本発明は、このような実情に鑑みてなされたものであって、その目的は、指部を大きく変位させることのできるモータの利点を活かしつつ、把持対象物を安定して把持することのできる電動義手を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決する電動義手は、それぞれ関節部を支点として屈曲及び伸展する複数の指部と、前記関節部を経由した状態で前記各指部に沿って配置されたワイヤと、前記ワイヤを巻き取ることで、同ワイヤを、その長さ方向

に沿い、屈曲方向へ引っ張って前記指部を屈曲させるモータと、高分子材料により長尺状に形成されて前記ワイヤの途中に配置され、電圧印加に応じて弾性変形するとともに、電圧印加の停止に応じて元の形状に復元することにより軸方向に伸縮動作する高分子アクチュエータと、前記モータによる前記ワイヤの巻取り後に、同モータ及び前記高分子アクチュエータの一方と前記ワイヤとの相対移動を規制するロック機構とを備え、前記高分子アクチュエータは、前記ロック機構により前記相対移動が規制された状態で伸縮動作することで、前記ワイヤを前記屈曲方向に沿って引っ張るものである。

[0007] 上記の構成によれば、複数の指部を屈曲させて把持対象物を把持する場合には、モータ及び高分子アクチュエータが駆動源とされる。

[0008] モータの出力軸が回転させられてワイヤが巻き取られると、ワイヤが屈曲方向に沿って引っ張られる。ワイヤの動きが、関節部を経由して指部の各部に伝達され、その指部が関節部を支点として屈曲させられる。

[0009] これに対し、ワイヤの途中に配置された高分子アクチュエータは、電圧が印加されると弾性変形し、その電圧印加が停止されると元の形状に復元することで軸方向に沿って伸縮動作する。

[0010] モータによってワイヤが巻き取られた後には、そのモータ及び高分子アクチュエータの一方とワイヤとの相対移動がロック機構によって規制される。そして、高分子アクチュエータの上記伸縮動作は、ロック機構により相対移動が規制された状態で行なわれる。この伸縮動作により、ワイヤが上記屈曲方向へさらに引っ張られる。ワイヤの動きが、関節部を経由して指部の各部に伝達され、その指部が関節部を支点としてさらに屈曲させられる。

[0011] ここで、モータには、変位量が多いが出力トルクが小さいという特性があり、高分子アクチュエータには、変位量は少ないが出力トルクが大きいという特性がある。

[0012] そのため、指部を大きく屈曲または多く変位させる場合には、モータによってワイヤを屈曲方向へ多く引っ張ればよい。一方、強い力で指部を把持対象物に押付けて同把持対象物を把持する場合には、高分子アクチュエータに

よってワイヤを強い力で屈曲方向へ引っ張るればよい。それにより、モータの特性が高分子アクチュエータによって補われる。その結果、複数の指部を把持対象物に接近する位置まで屈曲または変位させる動作については、モータによって行なわせ、複数の指部によって把持対象物を把持する動作については、高分子アクチュエータによって行なわせる。こうすることで、指部を大きく変位させることのできるモータの利点を活かしつつ、把持対象物を安定して把持することが可能となる。

[0013] なお、モータによって巻き取られ、高分子アクチュエータによって屈曲方向に沿って引っ張られたワイヤに対し、屈曲方向とは反対方向へ引っ張る力が作用しても、ワイヤがその方向へ移動することはロック機構により規制される。その結果、把持対象物は複数の指部によって把持され続ける。

[0014] 上記電動義手において、前記ロック機構は、前記モータによる前記ワイヤの巻取り時に、巻取り方向への前記モータの回転を許容する。一方、前記モータによる前記ワイヤの巻取り後には、巻取り方向とは逆方向への前記モータの回転を規制することで、前記ワイヤの前記モータとの相対移動を規制するものである。前記高分子アクチュエータは前記ワイヤに固定されており、前記モータによる前記ワイヤの巻取り時には伸長させられ、前記ロック機構により前記相対移動が規制された状態で収縮させられるものであることが好ましい。

[0015] 上記の構成によれば、モータによるワイヤの巻取り時には、巻取り方向へのモータの回転がロック機構により許容される。この回転により、ワイヤが屈曲方向へ引っ張られ、同ワイヤがモータ側へ移動する。

[0016] このときには、ワイヤに固定された高分子アクチュエータが伸長させられる。そのため、伸長状態の高分子アクチュエータがワイヤと一緒に上記屈曲方向へ移動する。上記ワイヤの動きが、関節部を経由して指部の各部に伝達され、複数の指部が把持対象物に接近する位置まで関節部を支点として大きく屈曲または変位させられる。

[0017] モータによるワイヤの巻取り後には、巻取り方向とは逆方向へのモータの

回転がロック機構により規制され、ワイヤのモータとの相対移動が規制される。この相対移動の規制下で高分子アクチュエータが収縮させられる。この収縮する高分子アクチュエータにより、ワイヤが長さ方向についての上記屈曲方向へさらに引っ張られる。ワイヤの動きが、関節部を経由して指部の各部に伝達され、その指部が関節部を支点としてさらに屈曲させられる。複数の指部が強い力で把持対象物に押し当てられ、その把持対象物が安定して把持される。

[0018] 上記電動義手において、前記ワイヤは、前記高分子アクチュエータに対し、同ワイヤの長さ方向に沿って移動可能に設けられており、前記高分子アクチュエータは、前記軸方向についての前記指部に近い端部に固定端を備え、前記モータに近い端部に可動端を備えており、前記ロック機構は、前記モータによる前記ワイヤの巻取り時に、同ワイヤを前記可動端に係止せず、同ワイヤと前記高分子アクチュエータとの相対移動を許容する。一方、前記モータによる前記ワイヤの巻取り後に、前記ロック機構は、同ワイヤを前記可動端に係止することで、同ワイヤと前記高分子アクチュエータとの相対移動を規制するものであることが好ましい。前記高分子アクチュエータは、前記モータによる前記ワイヤの巻取り時には収縮させられ、前記ロック機構により前記相対移動が規制されている状態で伸長させられるものであることが好ましい。

[0019] 上記の構成によれば、モータによるワイヤの巻取り時には、同ワイヤが屈曲方向へ引っ張られる。このときには、高分子アクチュエータが収縮させられ、その可動端（モータに近い端部）が固定端（指部に近い端部）に接近する。また、ロック機構はワイヤを上記可動端に係止しない。そのため、ワイヤの高分子アクチュエータとの相対移動が許容され、同ワイヤがモータ側へ移動する。このワイヤの動きが、関節部を経由して指部の各部に伝達され、複数の指部が把持対象物に接近する位置まで関節部を支点として大きく屈曲または変位させられる。

[0020] モータによるワイヤの巻取り後には、同ワイヤがロック機構により高分子

アクチュエータの可動端に係止される。この係止により、ワイヤの高分子アクチュエータとの相対移動が規制される。この相対移動の規制下で高分子アクチュエータが伸長させられる。この伸長に伴い、高分子アクチュエータの可動端（モータに近い端部）が固定端（指部に近い端部）から遠ざかる。この高分子アクチュエータの可動端により、ワイヤが屈曲方向に沿ってさらに引っ張られる。ワイヤの動きが、関節部を経由して指部の各部に伝達され、その指部が関節部を支点としてさらに屈曲させられる。複数の指部が強い力で把持対象物に押し当てられ、その把持対象物が安定して把持される。

[0021] 上記電動義手において、前記ワイヤは前記高分子アクチュエータに対し、同ワイヤの長さ方向に沿って移動可能に設けられ、前記モータは前記ワイヤの長さ方向に沿って移動可能に設けられており、前記高分子アクチュエータは、前記指部に近い端部を固定端とし、前記モータに近い端部を可動端として配置されていることが望ましい。前記ロック機構は、前記モータによる前記ワイヤの巻取り時には、巻取り方向への前記モータの回転を許容し、一方、前記モータによる前記ワイヤの巻取り後には、巻取り方向とは逆方向への前記モータの回転を規制することで、前記ワイヤの前記モータとの相対移動を規制するものであることが望ましい。前記高分子アクチュエータは、前記モータによる前記ワイヤの巻取り時には収縮させられ、前記ロック機構により前記相対移動が規制されている状態で伸長させられ、その伸長により、前記屈曲方向に沿って前記モータを移動させるものであることが好ましい。

[0022] 上記の構成によれば、モータによるワイヤの巻取り時には、巻取り方向へのモータの回転がロック機構により許容される。この回転により、ワイヤが屈曲方向へ引っ張られ、同ワイヤがモータ側へ移動する。このときには、高分子アクチュエータが収縮させられ、その可動端が固定端に接近する。上記ワイヤの動きが、関節部を経由して指部の各部に伝達され、複数の指部が把持対象物に接近する位置まで関節部を支点として大きく屈曲または変位させられる。

[0023] モータによるワイヤの巻取り後には、巻取り方向とは逆方向へのモータの

回転がロック機構により規制され、ワイヤのモータとの相対移動が規制される。この相対移動の規制下で高分子アクチュエータが伸長させられる。この伸長に伴い、高分子アクチュエータの可動端が固定端から遠ざかり、上記屈曲方向に沿ってワイヤが移動させられる。

[0024] そのため、ワイヤが屈曲方向に沿ってさらに引っ張られる。ワイヤの動きが、関節部を経由して指部の各部に伝達され、その指部が関節部を支点としてさらに屈曲させられる。複数の指部が強い力で把持対象物に押し当てられ、その把持対象物が安定して把持される。

[0025] 上記電動義手において、前記高分子アクチュエータは、弾性を有する絶縁性高分子材料により形成された誘電体層と、弾性を有する導電性高分子材料により形成されて前記誘電体層を両側から挟む一对の電極とを備え、前記両電極間への電圧印加に応じ、前記誘電体層をその面に沿う方向へ伸長させ、前記電圧印加の停止に応じ、前記誘電体層を収縮させて元の形状に復元させることにより伸縮動作するものであることが好ましい。

[0026] 上記の構成によれば、一对の電極間に電圧が印加されると、一方の電極がプラスの電荷を帯び、他方の電極がマイナスの電荷を帯びる。ここで、各電極に電荷が所定量蓄積されるまでは電流が流れるが、電荷が所定量蓄積されると電流はほとんど流れなくなる。そのため、高分子アクチュエータの伸縮動作のために消費される電力は少なくてすむ。

[0027] 両電極が上記のように電荷を帯びると、プラスの電荷とマイナスの電荷とが互いに引きつけ合う力（クーロン力）が両電極に作用し、誘電体層が両電極によって両側から押圧される。誘電体層は弾性を有する絶縁性高分子材料によって形成されているため、上記のように両電極によって両側から押圧されると、自身の表面に沿う方向に伸長する。電極も弾性を有する導電性高分子材料によって形成されているため、上記誘電体層に追従して伸長する。

[0028] 両電極間への電圧印加が停止されると、各電極に蓄積されていた電荷が放出される。この放電により、各電極が帯びている電荷が少なくなり、上記クーロン力が小さくなる。その結果、誘電体層は、自身の弾性復元力により、

同誘電体層の表面に沿う方向に収縮する。弾性を有する電極もまた誘電体層に追従して収縮する。

[0029] 上記電動義手において、前記高分子アクチュエータは、前記誘電体層及び前記両電極が渦巻き状に巻かれることにより円筒状に形成されており、前記両電極間への電圧印加に応じて軸方向に沿って伸長し、電圧印加の停止に応じて軸方向に沿って収縮して元の形状に復元するものであることが好ましい。

[0030] 上記の構成によれば、高分子アクチュエータは、誘電体層及びその両側の電極が渦巻き状に巻かれることにより、コンパクトな円筒状の形態となり、電動義手への搭載性が向上する。

[0031] 円筒状をなす高分子アクチュエータは、両電極間への電圧印加に応じ、誘電体層の表面に沿う方向のうち軸方向（高分子アクチュエータの軸方向）に沿って伸長する。高分子アクチュエータは、両電極間への上記電圧印加の停止に応じ、軸方向に沿って収縮して元の形状に復元する。

[0032] 上記電動義手において、前記高分子アクチュエータは複数本用いられており、前記高分子アクチュエータ毎の可動端は、共通の取付け部に取付けられていることが好ましい。

[0033] 上記の構成によれば、高分子アクチュエータが複数本用いられ、それらの可動端が共通の取付け部に取付けられることで、同取付け部に大きな力が加えられる。その結果、取付け部を通じて各指部に大きな力が伝達される。

[0034] 上記電動義手において、前記複数の指部の少なくとも1つが複数の関節部を有している場合には、前記複数の関節部を有する指部には、前記モータ及び前記高分子アクチュエータにより駆動される前記ワイヤが、前記複数の関節部を経由した状態で配置されていることが好ましい。

[0035] ワイヤを引っ張って指部を屈曲させるタイプの電動義手では、その指部が有する関節部の数が多くなるに従い、指部を関節部毎に屈曲させるために必要なワイヤの引っ張り量が多くなる。従って、複数の関節部を有する指部をワイヤによって屈曲させる電動義手に、モータ及び高分子アクチュエータを

組合わせてワイヤを屈曲方向に沿って引っ張る上記電動義手を適用することで、指部を大きく変位させることのできるモータの利点を活かしつつ、把持対象物を安定して把持するといった効果が、より一層有効なものとして得られる。

発明の効果

[0036] 上記電動義手によれば、指部を大きく変位させることのできるモータの利点を活かしつつ、把持対象物を安定して把持することができる。

図面の簡単な説明

[0037] [図1]電動義手の第1実施形態を示す図であり、電動義手の全体構成を示す模式図。

[図2]第1実施形態において、展開させられた状態の高分子アクチュエータの構造を示す斜視図。

[図3]第1実施形態における高分子アクチュエータを示す図であり、(A)は電圧印加の停止に応じて収縮した高分子アクチュエータの内部構造を示す断面図、(B)は電圧印加に応じて伸長した高分子アクチュエータの内部構造を示す断面図。

[図4](A)～(C)は、第1実施形態における電動義手の動作を示す模式図。

[図5](A)～(C)は、第2実施形態における電動義手の動作を示す模式図。

[図6](A)～(C)は、第3実施形態における電動義手の動作を示す模式図。

発明を実施するための形態

[0038] (第1実施形態)

以下、電動義手の第1実施形態について、図1～図4を参照して説明する。

[0039] 図1に示すように、電動義手は義手本体11、複数の指部12、13、指部12、13毎のワイヤ21、駆動源、ロック機構A、及び指部12、13

毎の引出し機構Bを備えている。

[0040] 義手本体11は、人の手の甲に相当する箇所であり、電動義手の骨格部分をなしている。各指部12、13は、複数の可動部14及び複数の関節部15を備えている。複数の可動部14は、自身の長さ方向に沿って列をなすように配置されている。ここで、各指部12、13の義手本体11に近い側を基端といい、義手本体11から遠い側を先端という。複数の関節部15の1つは、義手本体11と、その義手本体11に最も近い箇所の可動部14との間に配置されている。残りの関節部15は、隣り合う可動部14の間に配置されている。各可動部14は、その基端部に接する関節部15を支点として屈曲可能である。

[0041] 義手本体11には、指部12、13毎にプーリ16が設けられている。各プーリ16は、各指部12、13の長さ方向に直交する共通の回転軸18に固定されており、その回転軸18と一体に回転する。

[0042] 指部12、13毎のワイヤ21は、人の指の腱に相当するものであり、各関節部15を経由した状態で指部12、13の長さ方向に沿って配置されている。各ワイヤ21の先端部21Aは、最も先端の可動部14の先端部に係止されている。各ワイヤ21は、全ての可動部14及び全ての関節部15を経由した状態で配置されている。各ワイヤ21の基端部は、上記プーリ16に係止されている。

[0043] 駆動源は、上記ワイヤ21を、図1の右方即ち屈曲方向へ引っ張って、指部12、13を屈曲させるためのものであり、指部12、13に共通のモータ22と、指部12、13毎に設けられた高分子アクチュエータ25とからなる。

[0044] モータ22としては、通電により出力軸23を回転駆動する電動モータが用いられている。モータ22は、義手本体11に移動不能に取付けられており、通電の態様を切替えることで正逆回転が可能である。モータ22の出力軸23は上記回転軸18に対して直交する方向、すなわち、図1の紙面に直交する方向へ延びていて、同回転軸18に、ウォームギヤ機構40を介して

駆動連結されている。モータ 22 は、出力軸 23 を一方向へ回転させることで、ワイヤ 21 を巻付ける方向へ両プーリ 16 を回転させる。また、モータ 22 は、出力軸 23 を上記方向とは逆方向へ回転させることで、ワイヤ 21 を引き出す方向へ両プーリ 16 を回転させることが可能である。

[0045] 各高分子アクチュエータ 25 は、上記モータ 22 によるワイヤ 21 の巻取り後に、そのワイヤ 21 を上記屈曲方向へ引っ張るためのものである。高分子アクチュエータ 25 は、高分子材料により形成され、かつ電圧印加に応じて弾性変形し、電圧印加の停止に応じて元の形状に復元することにより、伸縮動作を行う。

[0046] 各高分子アクチュエータ 25 としては、誘電方式と呼ばれるものと、イオン方式と呼ばれるものがある。本実施形態では、変位、発生力等の点で優れる誘電方式の高分子アクチュエータ 25 が採用されている。

[0047] 図 2 は、誘電方式の高分子アクチュエータ 25 を、平面状に展開させた状態で示している。図 2 に示すように、高分子アクチュエータ 25 は、弾性を有する絶縁性高分子材料によって形成された誘電体層 26 と、弾性を有する導電性高分子材料により形成されて、誘電体層 26 をその厚み方向（図 2 の上下方向）についての両側から挟む一对の電極 27, 28 とを備えている。

[0048] 誘電体層 26 は、架橋点の動く高分子化合物（高分子ゲル等）、例えばポリロタキサンによって形成されている。これに対し、両電極 27, 28 は、汎用ゴム等によって形成されている。

[0049] 高分子アクチュエータ 25 は、両電極 27, 28 間への電圧印加に応じ、誘電体層 26 をその面に沿って伸長させ、電圧印加の停止に応じ、誘電体層 26 を収縮させて元の形状に復元させることにより、伸縮動作を行う。

[0050] 高分子アクチュエータ 25 の主要部は、誘電体層 26 及び両電極 27, 28 が、渦巻き状に巻かれることにより、図 3 (A), (B) に示すように、両端が開口された円筒状に形成されていて、長尺状をなしている。このように、高分子アクチュエータ 25 はコンパクトな形態を採っており、電動義手への搭載性のよいものとなっている。

- [0051] また、各高分子アクチュエータ 25 は、両電極 27, 28 間への電圧印加により、誘電体層 26 の軸方向、すなわち、高分子アクチュエータ 25 の長さ方向に伸長する（図 3（B）参照）。また、高分子アクチュエータ 25 は、電圧印加の停止により、上記軸方向（長さ方向）に収縮して元の形状に復元する（図 3（A）参照）。このように、高分子アクチュエータ 25 は、電圧の印加及び印加停止により軸方向に伸縮動作を行う。
- [0052] 上記高分子アクチュエータ 25 の軸方向についての両方の開口には、円筒状の雌ねじ部材 29 がそれぞれ挿入されて固定されている。各雌ねじ部材 29 の内壁面には雌ねじが形成されている。
- [0053] 各高分子アクチュエータ 25 内において、上記両雌ねじ部材 29 間にはコイルばね 31 が圧縮された状態で配置されている。各コイルばね 31 は、両雌ねじ部材 29 を、互いに遠ざける方向（図 3（A）,（B）の各左右方向）へ付勢している。このコイルばね 31 の付勢力は、両雌ねじ部材 29 を通じて高分子アクチュエータ 25 に伝わる。従って、高分子アクチュエータ 25 は、その軸方向に伸びるように付勢されていることになる。このような構成を採っているのは、誘電体層 26 を面に沿う方向へ伸長させる際に、渦に沿う方向へ伸長するのを極力抑えることにより、軸方向への高分子アクチュエータ 25 の変位量を可能な限り大きくするためである。
- [0054] 図 4（A）に示すように、上記の構成を有する高分子アクチュエータ 25 は複数本用いられている。図 4（A）～（C）では、便宜上、2 本の高分子アクチュエータ 25 が図示されているが、この本数に限られない。また、上記図 1 では、指部 12, 13 毎の高分子アクチュエータ 25 が 1 本のみ図示されている。複数本の上記高分子アクチュエータ 25 は、軸方向を、伸展した指部 12, 13 の長さ方向に揃えた状態で並列に配置されている。すなわち、各高分子アクチュエータ 25 の伸縮方向と、伸展した各指部 12, 13 の長さ方向とが合致している。これらの高分子アクチュエータ 25 では、その長さ方向についての両端部が可動端とされている。
- [0055] 図 3（A）,（B）に示すように、各高分子アクチュエータ 25 の両端部

には電極取出し部 3 2, 3 3 が設けられている。左電極取出し部 3 2 は、両電極 2 7, 2 8 の内の第 1 電極に電氣的に接続され、右電極取出し部 3 3 は両電極 2 7, 2 8 の内の第 2 電極に電氣的に接続されている。

[0056] 各高分子アクチュエータ 2 5 の軸方向についての両側には、それぞれ板状をなす一对の取付け部 3 4, 3 5 が配置されている。両取付け部 3 4, 3 5 は、複数の上記高分子アクチュエータ 2 5 を挟んで相対向している。両取付け部 3 4, 3 5 の内の右取付け部 3 5 は電源 3 6 のプラス極に接続され、左取付け部 3 4 はスイッチ 3 7 を介して電源 3 6 のマイナス極に接続されている。

[0057] 各高分子アクチュエータ 2 5 の左端部 2 5 A は、ボルト等の締結部材 3 8 により左取付け部 3 4 に締結されている。この締結部材 3 8 により、左電極取出し部 3 2 が左取付け部 3 4 に圧接され、電極 2 7, 2 8 の内の第 1 電極が左電極取出し部 3 2 を介して左取付け部 3 4 に電氣的に接続されている。

[0058] また、各高分子アクチュエータ 2 5 の右端部 2 5 B は、締結部材 3 9 により右取付け部 3 5 に締結されている。この締結部材 3 9 により、右電極取出し部 3 3 が右取付け部 3 5 に圧接させられ、電極 2 7, 2 8 の内の第 1 電極が右電極取出し部 3 3 を介して右取付け部 3 5 に電氣的に接続されている。

[0059] 図 4 (A) ~ (C) に示すように、上記複数の高分子アクチュエータ 2 5 は、上記ワイヤ 2 1 に対し平行となる姿勢で、同ワイヤ 2 1 の途中に配置されている。また、両取付け部 3 4, 3 5 は、上記ワイヤ 2 1 に対し直交した状態で同ワイヤ 2 1 の途中に配置されている。そして、両取付け部 3 4, 3 5 がワイヤ 2 1 に固定されている。

[0060] 上記複数の高分子アクチュエータ 2 5 及び両取付け部 3 4, 3 5 は、義手本体 1 1 に固定されておらず、ワイヤ 2 1 とともにそのワイヤ 2 1 の長さ方向へ移動可能である。

[0061] ここで、モータ 2 2 には、変位量が多いが出力トルクが小さいという特性があり、各高分子アクチュエータ 2 5 には、変位量は少ないが出力トルクが大きいという特性がある。

[0062] そこで、こうした特性の相違を利用し、伸展している指部 12, 13 を大きく屈曲又は変位させる場合には、モータ 22 によってワイヤ 21 を多く引っ張る。一方、強い力で指部 12, 13 を把持対象物（図示略）に押付けて同把持対象物を把持する場合には、各高分子アクチュエータ 25 によってワイヤ 21 を強い力で上記屈曲方向へ引っ張る。こうすることで、モータ 22 の特性を各高分子アクチュエータ 25 によって補うようにしている。すなわち、伸展している複数の指部 12, 13 を把持対象物に接近する位置まで屈曲又は変位させる動作については、モータ 22 によって行なわせ、複数の指部 12, 13 によって把持対象物を把持する動作については、各高分子アクチュエータ 25 によって行なわせるようにしている。

[0063] 図 1 に示すように、ロック機構 A は、モータ 22 によるワイヤ 21 の巻取り後に、そのワイヤ 21 のモータ 22 との相対移動を規制するための機構である。ロック機構 A としては、次の条件を満たすものが用いられている。

[0064] 条件 1：モータ 22 によるワイヤ 21 の巻取り時には、巻取り方向へのモータ 22 の回転を許容する。

[0065] 条件 2：モータ 22 によるワイヤ 21 の巻取り後には、巻取り方向とは逆方向へのモータ 22 の回転を規制することで、ワイヤ 21 のモータ 22 との相対移動を規制する。

[0066] 上記の条件 1 及び条件 2 を満たすロック機構 A として、ウォーム 41 及びウォームホイール 42 からなるウォームギヤ 40 が用いられている。

[0067] より詳しくは、プーリ 16 の回転軸 18 は、モータ 22 の出力軸 23 に対して直交している。ウォーム 41 は、円筒形や鼓形のねじ状の歯車からなり、モータ 22 の出力軸 23 上に一体回転可能に設けられている。ウォームホイール 42 は、はす歯歯車からなり、上記回転軸 18 上に一体回転可能に設けられており、上記ウォーム 41 に噛み合わされている。

[0068] ウォームギヤ機構 40 は一般に、互いに直角に配置されているが交わらない 2 軸（回転軸 18、出力軸 23）の間で大きな減速比の回転を伝達する場合に用いられる。ウォームギヤ機構 40 には、ウォームホイール 42 からウ

ォーム 4 1 を回転させるためには大きな荷重が必要になるという特徴がある。

[0069] 引出し機構 B は、上記モータ 2 2 によりプーリ 1 6 に巻き取られたワイヤ 2 1 を、モータ 2 2 が引っ張る方向（屈曲方向）とは逆方向へ引き出して、屈曲された各指部 1 2, 1 3 を伸展させるためのものである。各引出し機構 B は、指部 1 2, 1 3 毎のワイヤ 4 5 と、指部 1 2, 1 3 毎の復帰ばね 4 6 とを備えている。

[0070] 指部 1 2, 1 3 毎のワイヤ 4 5 は、各関節部 1 5 を経由した状態で同指部 1 2, 1 3 の長さ方向に沿って配置されている。各ワイヤ 4 5 の先端部 4 5 A は、最も先端側の可動部 1 4 の先端部に係止されている。ワイヤ 4 5 は、全ての可動部 1 4 及び全ての関節部 1 5 を経由した状態で配置されている。ワイヤ 2 1 の基端部 4 5 B は復帰ばね 4 6 に連結されている。各復帰ばね 4 6 は、モータ 2 2 がワイヤ 2 1 を引っ張る方向（屈曲方向）とは逆方向へ、すなわち、指部 1 2, 1 3 を伸展させる方向へワイヤ 4 5 を付勢している。

[0071] そして、モータ 2 2 によるワイヤ 2 1 の巻取り時には、両電極 2 7, 2 8 間へ電圧が印加されて各高分子アクチュエータ 2 5 が伸長させられる。また、ロック機構 A によりワイヤ 2 1 のモータ 2 2 との相対移動が規制されている状態では、両電極 2 7, 2 8 間への電圧印加が停止されて、各高分子アクチュエータ 2 5 が収縮させられる。

[0072] 上記のようにして第 1 実施形態の電動義手が構成されている。次に、この電動義手の作用について説明する。

[0073] 図 1 及び図 4 (A) は、電動義手によって把持対象物を把持する直前の状態を示している。このときには、モータ 2 2 によるワイヤ 2 1 の巻取り量が最少となっている。モータ 2 2 への通電は停止されている。ワイヤ 2 1 は、引出し機構 B（ワイヤ 4 5 及び復帰ばね 4 6）により、モータ 2 2 によって引っ張る方向（屈曲方向）とは逆方向へ引っ張られている。各指部 1 2, 1 3 は伸展している。

[0074] また、図 3 (B) に示すように、スイッチ 3 7 が閉じられている。各高分

子アクチュエータ 25 の両電極 27, 28 (図 2 参照) 間に電圧が印加されている。電極 27, 28 の一方がプラスの電荷を帯び、他方がマイナスの電荷を帯びている。

[0075] プラスの電荷とマイナスの電荷とが互いに引きつけ合う力 (クーロン力) が両電極 27, 28 に作用し、誘電体層 26 がその厚み方向についての両側から押圧されて、誘電体層 26 の表面に沿う方向に伸長している。電極 27, 28 も弾性を有する導電性高分子材料によって形成されているため、上記誘電体層 26 に追従して伸長している。誘電体層 26 及び両電極 27, 28 が渦巻き状に巻かれることにより円筒状に形成された各高分子アクチュエータ 25 は、誘電体層 26 の表面に沿う方向のうち軸方向 (長さ方向) に伸長している。

[0076] 上記の状態から、電動義手によって把持対象物 (図示略) を把持する場合には、モータ 22 及び高分子アクチュエータ 25 が駆動源とされる。

[0077] モータ 22 が駆動源とされる際には、ワイヤ 21 を巻き取る方向への出力軸 23 の回転が、ロック機構 A (ウォームギヤ機構 40) によって許容される。モータ 22 の出力軸 23 が回転されると、その回転がウォームギヤ機構 40 (ウォーム 41 及びウォームホイール 42) を介して回転軸 18 に伝達される。プーリ 16 が回転軸 18 とともに回転され、ワイヤ 21 がプーリ 16 に巻き取られる。ワイヤ 21 が長さ方向に沿って右方、即ち、屈曲方向へ引っ張られ、同ワイヤ 21 がモータ 22 へ向かって移動する。

[0078] ここで、各高分子アクチュエータ 25 は取付け部 34, 35 を介してワイヤ 21 に固定されている。このことから、図 4 (B) に示すように各高分子アクチュエータ 25 は、伸長した状態でワイヤ 21 と一緒に上記屈曲方向へ移動する。

[0079] このワイヤ 21 の動きは、各関節部 15 を経由して指部 12, 13 の各可動部 14 に伝達され、その指部 12, 13 が関節部 15 を支点として屈曲させられる。

[0080] 上述したように、モータ 22 には、高分子アクチュエータ 25 に比べ、変

位置が多いが出力トルクが小さいという特性がある。このことから、ワイヤ 21 が多く引っ張られて、指部 12, 13 が大きく屈曲又は変位させられる。この変位は、複数の指部 12, 13 が把持対象物に接近するまで行なわれる。

[0081] 指部 12, 13 が上記の状態になるまでワイヤ 21 がモータ 22 によってプーリ 16 に巻取られた後には、モータ 22 に対する通電が停止される。この停止により、ワイヤ 21 を屈曲方向へ引っ張る力が消失する。一方、ワイヤ 21 に対しては引出し機構 B（ワイヤ 45、復帰ばね 46）による力、すなわち、モータ 22 が引っ張る方向（屈曲方向）とは逆方向へ引っ張る力が作用している。しかし、このときには、巻取り方向とは逆方向へのモータ 22 の回転がロック機構 A（ウォームギヤ機構 40）によって規制され、ワイヤ 21 のモータ 22 との相対移動が規制される。すなわち、ウォームギヤ 40 には、ウォームホイール 42 側からウォーム 41 を回転させるために大きな荷重が必要になる。従って、ウォームギヤ 40 がロック機構 A とされることで、モータ 22 に対する通電を停止させても、ワイヤ 21 が、プーリ 16 から引き出されることがなく、モータ 22 により巻き取られた位置に保持される。

[0082] そして、上記のようにウォームギヤ機構 40 によりワイヤ 21 のモータ 22 との相対移動が規制されている状況下で、図 3（A）に示すように、スイッチ 37 が開かれ、高分子アクチュエータ 25 の両電極 27, 28（図 2 参照）間への電圧印加が停止される。各高分子アクチュエータ 25 では、放電（電荷の放出）により、両電極 27, 28 に電荷が蓄積されない。その結果、各高分子アクチュエータ 25 が図 4（C）に示すように収縮する。

[0083] このように収縮する各高分子アクチュエータ 25 により、ワイヤ 21 が屈曲方向へさらに引っ張られる。ワイヤ 21 のこの動きが、各関節部 15 を経由して各指部 12, 13 の各可動部 14 に伝達され、指部 12, 13 が関節部 15 を支点としてさらに屈曲させられる。

[0084] 上述したように、各高分子アクチュエータ 25 には、モータ 22 に比べ変

位置は少ないが出力トルクが大きいという特性がある。このことから、ワイヤ 21 が強い力で引っ張られて、複数の指部 12, 13 が強い力で把持対象物に押し当てられ、その把持対象物が安定して把持される。

[0085] なお、モータ 22 によって巻き取られ、高分子アクチュエータ 25 によって長さ方向についての屈曲方向へ引っ張られたワイヤ 21 に対しては、上述したように、引出し機構 B（ワイヤ 45、復帰ばね 46）により、屈曲方向とは逆方向へ引っ張る力が作用する。しかし、ワイヤ 21 が上記方向へ移動することはロック機構 A（ウォームギヤ機構 40）によって規制され、把持対象物が複数の指部 12, 13 によって把持され続ける。

[0086] 上記把持対象物から指部 12, 13 を離す場合には、モータ 22 の出力軸 23 が、把持対象物を把持する際の回転方向とは逆方向へ回転（逆回転）される。この回転により、モータ 22 がワイヤ 21 を引っ張る力が弱まる。各ワイヤ 21 は、ワイヤ 45 及び復帰ばね 46 により、上記モータ 22 が引っ張る方向（屈曲方向）とは逆方向へ引っ張られる。その結果、各指部 12, 13 が伸展させられ、把持対象物を把持する力が弱まり、各指部 12, 13 が把持対象物から離れる。

[0087] なお、上記スイッチ 37 は、モータ 22 の上記逆回転開始から、電動義手によって把持対象物を再び把持する直前までの期間に閉じられる。スイッチ 37 が閉じられることで電圧が印加され、各高分子アクチュエータ 25 が伸長し、電動義手が図 4（A）に示す状態に復帰する。

[0088] 以上詳述した第 1 実施形態によれば、次の効果が得られる。

[0089] （1）それぞれ関節部 15 を支点として屈曲及び伸展する複数の指部 12, 13 にワイヤ 21 が配置されている。ワイヤ 21 をモータ 22 によって巻き取ることで、同ワイヤ 21 を屈曲方向へ引っ張って指部 12, 13 が屈曲させられる。ワイヤ 21 の途中に高分子アクチュエータ 25 が配置されている。モータ 22 によるワイヤ 21 の巻き取り後に、同ワイヤ 21 のモータ 22 との相対移動を規制するロック機構 A が設けられている。ロック機構 A により相対移動が規制された状態で高分子アクチュエータ 25 を伸縮動作させる

ことで、ワイヤ 21 が屈曲方向へ引っ張られる（図 1）。

[0090] そのため、伸展している複数の指部 12, 13 を把持対象物に接近する位置まで大きく屈曲または変位させる動作については、モータ 22 によって行なわせ、複数の指部 12, 13 によって把持対象物を把持する動作については、各高分子アクチュエータ 25 によって行なわせることができる。その結果、指部 12, 13 を大きく屈曲または変位させることのできるモータ 22 の利点を活かしつつ、把持対象物を安定して把持することができる。

[0091] また、モータ 22 によって巻き取られ、高分子アクチュエータ 25 によって屈曲方向へ引っ張られたワイヤ 21 に対しては、引出し機構 B により、屈曲方向とは反対の方向に、ワイヤ 21 を引っ張る力が作用するが、把持対象物を複数の指部 12, 13 によって把持し続けることができる。

[0092] さらに、高分子アクチュエータ 25 がモータ 22 を補助するため、そのモータ 22 としてより小型のものをを用いることができ、軽量化及び消費電力の低減を図ることができる。

[0093] （2）ロック機構 A としてウォームギヤ機構 40 を用い、モータ 22 によるワイヤ 21 の巻取り時には、巻取り方向へのモータ 22 の回転を許容する一方、モータ 22 によるワイヤ 21 の巻取り後には、巻取り方向とは逆方向へのモータ 22 の回転を規制することで、ワイヤ 21 のモータ 22 との相対移動を規制する。

[0094] 取付け部 34, 35 を介して、各高分子アクチュエータ 25 をワイヤ 21 に固定する。モータ 22 によるワイヤ 21 の巻取り時には、電圧印加により各高分子アクチュエータ 25 を伸長させる（図 4（A）, （B））。ロック機構 A（ウォームギヤ機構 40）により、ワイヤ 21 のモータ 22 との相対移動が規制されている状態では、電圧印加を停止することで各高分子アクチュエータ 25 を収縮させるようにしている（図 4（C））。

[0095] そのため、モータ 22 によってワイヤ 21 をプーリ 16 に巻き取ることで、伸長状態の各高分子アクチュエータ 25 をワイヤ 21 と一緒に屈曲方向へ移動させ、複数の指部 12, 13 を把持対象物に接近する位置まで大きく屈

曲（変位）させることができる。

[0096] また、モータ 22 によるワイヤ 21 の巻取り後には、ワイヤ 21 のモータ 22 との相対移動を規制した状態で各高分子アクチュエータ 25 を収縮させることで、把持対象物を複数の指部 12, 13 によって強く把持することができる。

[0097] また、モータ 22 によるワイヤ 21 の巻取り時には高分子アクチュエータ 25 に電力を印加し、ワイヤ 21 の巻取り後に電圧印加を停止するため、把持対象物から指部 12, 13 を離している期間に比べ、把持対象物を指部 12, 13 によって把持している期間が長い場合には、電力消費量を少なくすることができるメリットもある。

[0098] （３）高分子アクチュエータ 25 として、弾性を有する絶縁性高分子材料により形成された誘電体層 26 と、弾性を有する導電性高分子材料により形成されて誘電体層 26 を厚み方向についての両側から挟む一对の電極 27, 28 とを備えるものを用いている（図 2）。

[0099] そのため、両電極 27, 28 間への電圧印加により、誘電体層 26 をその面に沿う方向へ伸長させ、電圧印加の停止に応じ、誘電体層 26 を上記面に沿う方向へ収縮させて元の形状に復元させることができる。

[0100] また、各電極 27, 28 に電荷が所定量蓄積されるまでは電流が流れるが、電荷が所定量蓄積されると電流はほとんど流れなくなるため、高分子アクチュエータ 25 の作動（伸縮）のために消費される電力が少なくてすむ。その結果、電源 36（図 3（A）,（B））として、容量の少ないバッテリーを使用することができ、利便性が向上する。

[0101] （４）誘電体層 26 及び両電極 27, 28 を渦巻き状に巻くことにより、高分子アクチュエータ 25 の主要部分を円筒状に形成している（図 3（A）,（B））。

[0102] そのため、各高分子アクチュエータ 25 をコンパクトな形態（円筒状）とし、電動義手への搭載性を向上させることができる。

[0103] また、電圧印加により、各高分子アクチュエータ 25 を、誘電体層 26 の

表面に沿う方向のうち軸方向（各高分子アクチュエータ 25 の長さ方向）へ伸長させることができる（図 3（B））。また、上記電圧印加の停止に応じ、各高分子アクチュエータ 25 を上記軸方向に収縮させることができる（図 3（A））。

[0104] （5）高分子アクチュエータ 25 を複数本用い、それらの両端部を可動端とし、各可動端を取付け部 34, 35 に取付けている（図 4（A））。

[0105] そのため、高分子アクチュエータ 25 を 1 本のみ用いた場合に比べ、取付け部 34, 35 を通じてワイヤ 21 に対し大きな力を伝達し、把持対象物を両指部 12, 13 による大きな力で把持することができる。

[0106] （6）指部 12, 13 の駆動源の 1 つとして用いている高分子アクチュエータ 25 は、金属によって形成された駆動源、例えば、モータや電磁アクチュエータよりも軽量である。そのため、電動義手全体の軽量化を図ることができる。

[0107] （7）複数の関節部を有する指部を屈曲させる場合、関節部毎にモータを配置することも考えられる。この場合、重量が増加したり、モータの制御回路が複雑になったりする等の問題がある。

[0108] この点に関し、第 1 実施形態では、高分子アクチュエータ 25 を用いているとはいえ、モータ 22 は 1 つで済ませている。前述したように、高分子アクチュエータ 25 自体は軽量である。そのため、電動義手を軽量化することができる。また、モータ 22 の制御回路を簡単にすることもできる。

[0109] （8）高分子アクチュエータ 25 の誘電体層 26 を、弾性を有する絶縁性高分子材料によって形成し、電極 27, 28 を、弾性を有する導電性高分子材料によって形成している（図 2）。

[0110] そのため、屈曲している指部 12, 13 に対し、これらを伸展させて把持対象物から離間させようとする力が外部から加わっても、高分子アクチュエータ 25 を伸縮させることで、その力を吸収することができる。

[0111] （9）指部 12, 13 を複数の可動部 14 と複数の関節部 15 とにより構成し、これらの指部 12, 13 に、腱に見立てたワイヤ 21 を配置する。そ

して、ワイヤ 21 をモータ 22 で巻き取ることにより引っ張って、指部 12, 13 を屈曲させるようにしている。

[0112] そのため、関節部が 1 つのものとは異なり、指部 12, 13 を把持対象物の形状に沿った形に屈曲させて、同把持対象物を把持することができる。また、把持できる把持対象物の種類が増える。

[0113] (10) ワイヤを引っ張って指部を屈曲させるタイプの電動義手では、その指部が有する関節部の数が多くなるに従い、指部を関節部毎に屈曲させるために必要なワイヤの引っ張り量が多くなる。

[0114] この点、第 1 実施形態では、それぞれ複数の関節部 15 を有する複数の指部 12, 13 の各々に、モータ 22 及び高分子アクチュエータ 25 により駆動されるワイヤ 21 を、複数の関節部 15 を経由した状態で配置している。

[0115] そのため、ワイヤ 21 をモータ 22 によって多く引っ張ることで、複数の指部 12, 13 を把持対象物に接近する位置まで屈曲または変位させることができる。その後に、ワイヤ 21 を高分子アクチュエータ 25 によって引っ張ることで、複数の指部 12, 13 によって把持対象物を把持することができる。各指部 12, 13 を大きく変位させることのできるモータ 22 の利点を活かしつつ、把持対象物を安定して把持するといった上記 (1) の効果を、より一層有効なものとして得ることができる。

[0116] (第 2 実施形態)

次に、電動義手の第 2 実施形態について、図 1 ～図 3 及び図 5 を参照して、第 1 実施形態との相違点を中心に説明する。

[0117] 第 1 実施形態では、ワイヤ 21 が両取付け部 34, 35 に固定されたが、第 2 実施形態では、ワイヤ 21 が、各高分子アクチュエータ 25 に対し、同ワイヤ 21 の長さ方向に沿って移動可能に設けられている。より詳しくは、図 5 (A) に示すように、ワイヤ 21 は、隣り合う高分子アクチュエータ 25 の間の空間と、両取付け部 34, 35 とに対し、自身の長さ方向に沿って移動可能に挿通されている。

[0118] プーリ 16 は、モータ 22 の出力軸 23 に一体回転可能に取付けられてい

る。

- [0119] 各高分子アクチュエータ 2 5 において、その軸方向についての指部 1 2、1 3 側の端部 2 5 A は固定端とされている。各高分子アクチュエータ 2 5 において、その軸方向についてのモータ 2 2 側の端部 2 5 B は可動端とされている。
- [0120] また、高分子アクチュエータ 2 5 毎の固定端 2 5 A が取付けられた取付け部 3 4 は義手本体 1 1 に固定されており、同義手本体 1 1 に対し移動不能である。高分子アクチュエータ 2 5 毎の可動端 2 5 B が取付けられた取付け部 3 5 は、義手本体 1 1 には固定されておらず、同義手本体 1 1 に対しワイヤ 2 1 の長さ方向（高分子アクチュエータ 2 5 の軸方向）へ移動可能である。
- [0121] ロック機構 A としては、次の条件を満たすものが用いられている。
- [0122] 条件 3：モータ 2 2 によるワイヤ 2 1 の巻取り時には、同ワイヤ 2 1 を可動端 2 5 B に係止せず、同ワイヤ 2 1 の各高分子アクチュエータ 2 5 との相対移動を許容する。
- [0123] 条件 4：モータ 2 2 によるワイヤ 2 1 の巻取り後には、同ワイヤ 2 1 を可動端 2 5 B に係止することで、同ワイヤ 2 1 の各高分子アクチュエータ 2 5 との相対移動を規制する。
- [0124] 上記の条件 3 及び条件 4 を満たすロック機構 A として、第 2 実施形態では、上記ウォームギヤ機構 4 0 に代えて、コレットチャック 5 0 が用いられている。コレットチャック 5 0 は、コレット 5 1、チャック本体 5 2 及びアクチュエータ 5 3 を備えており、可動側の取付け部 3 5 の近傍に設けられている。
- [0125] コレット 5 1 は、ワイヤ 2 1 をワークとして把持するためのものであり、中心部にワイヤ 2 1 の挿通孔を有している。コレット 5 1 には、挿通孔から放射状に延びる切込みが設けられている。コレット 5 1 の外周には、プーリ 1 6 に近づくに従い縮径するテーパ面が形成されている。
- [0126] チャック本体 5 2 は、ワイヤ 2 1 の長さ方向についての両端部が開放された筒状をなしており、取付け部 3 5 に固定されている。そのため、チャック

本体 5 2 は、高分子アクチュエータ 2 5 の伸縮動作に伴い可動端 2 5 B と一緒に前記ワイヤ 2 1 の長さ方向へ移動する。チャック本体 5 2 の内部には、上記コレット 5 1 に対応して、プーリ 1 6 に近づくに従い縮径するテーパ面が形成されている。

[0127] アクチュエータ 5 3 は、電磁ソレノイド等からなり、上記コレット 5 1 に駆動連結されており、同コレット 5 1 をワイヤ 2 1 の長さ方向に沿って移動させる。コレット 5 1 がプーリ 1 6 に近づくように移動させられ、チャック本体 5 2 に入り込むに従い、コレット 5 1 において、隣り合う切込みによって挟まれた部分が、中心部に向けて弾性変形させられ、ワイヤ 2 1 を掴む。それにより、そのワイヤ 2 1 と高分子アクチュエータ 2 5 の可動端 2 5 B との相対移動が規制される。

[0128] さらに、各高分子アクチュエータ 2 5 は、上記モータ 2 2 によるワイヤ 2 1 の巻取り時に、電圧印加が停止されて収縮させられる。また、各高分子アクチュエータ 2 5 は、モータ 2 2 によるワイヤ 2 1 の巻取り後、ロック機構 A によりワイヤ 2 1 と高分子アクチュエータ 2 5 の可動端 2 5 B との相対移動が規制されている状態で、電圧印加により伸長させられる。

[0129] 上記以外の構成は第 1 実施形態と同様である。そのため、第 1 実施形態と同様の要素については同一の符号を付すことで、重複する説明を省略する。

[0130] 次に、第 2 実施形態の電動義手の作用について説明する。

[0131] 図 5 (A) は、電動義手によって把持対象物を把持する直前の状態を示している。このときには、モータ 2 2 によるワイヤ 2 1 の巻取り量が最少となっている。モータ 2 2 への通電は停止されている。ワイヤ 2 1 が引出し機構 B (ワイヤ 4 5 及び復帰ばね 4 6) によって、モータ 2 2 による引っ張り方向 (屈曲方向) とは逆方向へ引っ張られている。各指部 1 2, 1 3 は伸展している。

[0132] また、スイッチ 3 7 が開かれて高分子アクチュエータ 2 5 の両電極 2 7, 2 8 (図 2 参照) の間への電圧印加が停止されている。各高分子アクチュエータ 2 5 では、放電により、両電極 2 7, 2 8 に電荷が蓄積されていない。

各高分子アクチュエータ 25 は図 5 (A) に示すように収縮している。この収縮により、モータ 22 に近い可動端 25 B が指部 12, 13 に近い固定端 25 A に接近している。さらに、ロック機構 A は、ワイヤ 21 を可動端 25 B に係止しておらず、同ワイヤ 21 と各高分子アクチュエータ 25 との相対移動を許容している。そのため、ワイヤ 21 は高分子アクチュエータ 25 に対して同ワイヤ 21 の長さ方向へ移動可能である。

[0133] 上記の状態から、電動義手によって把持対象物を把持する場合には、まず、モータ 22 の出力軸 23 がプーリ 16 と一体に一方向へ回転させられる。ワイヤ 21 が同プーリ 16 に巻き取られ、ワイヤ 21 が長さ方向に沿って図 5 (A) の右方の屈曲方向へ引っ張られ、ワイヤ 21 が同屈曲方向へ移動する。ワイヤ 21 の動きが、各関節部 15 を経由して指部 12, 13 の各可動部 14 に伝達される。複数の指部 12, 13 が、把持対象物に接近する位置まで各関節部 15 を支点として大きく屈曲または変位させられる。

[0134] 指部 12, 13 が上記の状態になるまでワイヤ 21 がモータ 22 によってプーリ 16 に巻取られた後には、図 5 (B) に示すように、モータ 22 への通電が停止される。この停止により、ワイヤ 21 を屈曲方向へ引っ張る力が消失する。しかし、モータ 22 によってワイヤ 21 が巻き取られた後には、図 5 (C) に示すように、ワイヤ 21 は、ロック機構 A (コレットチャック 50) により高分子アクチュエータ 25 の可動端 25 B (取付け部 35) に係止される。この係止により、ワイヤ 21 と可動端 25 B (取付け部 35) との相対移動が規制される。そのため、モータ 22 によってプーリ 16 に巻き取られたワイヤ 21 が、引出し機構 B によって引き出されることがない。それどころか、ワイヤ 21 と高分子アクチュエータ 25 との相対移動が規制された状態のもとで、上記スイッチ 37 が閉じられ (図 3 (B) 参照)、各高分子アクチュエータ 25 の両電極 27, 28 (図 2 参照) の間に電圧が印加される。

[0135] この電圧印加により、各高分子アクチュエータ 25 が軸方向 (長さ方向) に伸長させられる。この伸長に伴い、可動端 25 B が固定端 25 A から遠ざ

かる。可動端 2 5 B が固定された取付け部 3 5 も、ワイヤ 2 1 を端部 2 5 B（可動端）に係止しているロック機構 A と一緒に同方向へ移動する。そのため、ワイヤ 2 1 が長さ方向についての上記屈曲方向へさらに引っ張られる。

[0136] ワイヤ 2 1 の動きが、各関節部 1 5 を経由して指部 1 2, 1 3 の各可動部 1 4 に伝達され、指部 1 2, 1 3 が各関節部 1 5 を支点として屈曲させられる。複数の指部 1 2, 1 3 が強い力で把持対象物に押し当てられ、その把持対象物が安定して把持される。

[0137] 上記把持対象物から指部 1 2, 1 3 を離す場合には、ロック機構 A によるワイヤ 2 1 の係止が解除される。この解除により、ワイヤ 2 1 は各高分子アクチュエータ 2 5 に対して移動することが可能となる。この状態のもと、モータ 2 2 が、把持対象物を把持する際の回転方向とは逆方向へ回転される。この回転により、モータ 2 2 がワイヤ 2 1 を引っ張る力が弱まる。ワイヤ 2 1 は、ワイヤ 4 5 及び復帰ばね 4 6 により、上記モータ 2 2 が引っ張る方向（屈曲方向）とは逆方向へ引っ張られる。その結果、各指部 1 2, 1 3 が伸展させられ、把持対象物を把持する力が弱まり、各指部 1 2, 1 3 が把持対象物から離れる。

[0138] なお、上記スイッチ 3 7 は、モータ 2 2 の上記逆回転開始から、電動義手によって把持対象物を再び把持する直前までの期間に開かれる。スイッチ 3 7 が開かれることで、各高分子アクチュエータ 2 5 が収縮し、電動義手は図 5（A）に示す状態に復帰する。

[0139] 従って、第 2 実施形態によれば、第 1 実施形態における効果（1），（3），（4），（6）～（10）と同様の効果が得られる。そのほか、効果（2）に代えて、次の（11）の効果が得られる。また、第 2 実施形態では、複数本の高分子アクチュエータ 2 5 が用いられ、それらの長さ方向に沿った一方の端部 2 5 B のみが可動端とされているが、各可動端が共通の取付け部 3 5 に取付けられていることから、上記（5）と同様の効果が得られる。この点は、後述する第 3 実施形態でも同様である。

[0140] （11）第 2 実施形態によれば、ワイヤ 2 1 は、各高分子アクチュエータ

25 に対し、同ワイヤ 21 の長さ方向に沿って移動可能に設けられる。各高分子アクチュエータ 25 において、軸方向についての指部 12, 13 に近い端部 25 A が固定端であり、モータ 22 に近い端部 25 B が可動端である。

[0141] ロック機構 A としてコレットチャック 50 が用いられ、モータ 22 によるワイヤ 21 の巻取り時には、同ワイヤ 21 が端部 25 B（可動端）に係止されず、同ワイヤ 21 の各高分子アクチュエータ 25 との相対移動が許容される。一方、モータ 22 によるワイヤ 21 の巻取り後には、同ワイヤ 21 を端部 25 B（可動端）に係止することで、同ワイヤ 21 の各高分子アクチュエータ 25 との相対移動が規制される。

[0142] モータ 22 によるワイヤ 21 の巻取り時には、電圧印加の停止により各高分子アクチュエータ 25 が収縮される（図 5（A），（B））。ロック機構 A（コレットチャック 50）により、ワイヤ 21 の各高分子アクチュエータ 25 との相対移動が規制されている状態では、電圧を印加することで各高分子アクチュエータ 25 を伸長させるようにしている（図 5（C））。

[0143] そのため、モータ 22 によってワイヤ 21 をプーリ 16 に巻き取ることで、複数の指部 12, 13 を把持対象物に接近する位置まで大きく屈曲または変位させることができる。

[0144] また、モータ 22 によるワイヤ 21 の巻取り後には、ロック機構 A（コレットチャック 50）によりワイヤ 21 が端部 25 B（可動端）に係止されている状態で各高分子アクチュエータ 25 を伸長させることで、把持対象物を複数の指部 12, 13 によって強く把持することができる。

[0145] さらに、モータ 22 によるワイヤ 21 の巻取り時には高分子アクチュエータ 25 への電圧印加を停止し、ワイヤ 21 の巻取り後に電圧を印加するため、把持対象物を指部 12, 13 によって把持する期間に比べ、把持対象物から指部 12, 13 を離している期間が長い場合には、電力消費量を少なくすることができるというメリットもある。

[0146] （第 3 実施形態）

次に、電動義手の第 3 実施形態について、図 1～図 3 及び図 6 を参照して

、第2実施形態との相違点を中心に説明する。

[0147] 図6（A）に示すように、第3実施形態では、モータ22、ロック機構A、プーリ16が各高分子アクチュエータ25の可動端25Bの取付け部35に配置されることで、モータ22が義手本体11に対し、ワイヤ21の長さ方向に沿って移動可能に構成されている。

[0148] また、第3実施形態では、第1実施形態と同様、ウォーム41及びウォームホイール42からなるウォームギヤ機構40によってロック機構Aが構成されている。第2実施形態とは異なり、コレットチャック50は用いられていない。第3実施形態でのロック機構Aは、第1実施形態でのロック機構Aと同様の機能を担っている。

[0149] さらに、モータ22によるワイヤ21の巻取り時には、各高分子アクチュエータ25に対する電圧印加が停止される。この停止により、各高分子アクチュエータ25が収縮させられる。また、モータ22によるワイヤ21の巻取り後、ロック機構Aによりワイヤ21とモータ22との相対移動が規制された状態で、各高分子アクチュエータ25に対し、電圧が印加される。この電圧印加により、各高分子アクチュエータ25が伸長させられ、その伸長により、モータ22が屈曲方向へ移動させられる。

[0150] 上記以外の構成は第2実施形態と同様である。そのため、第2実施形態と同様の要素については同一の符号を付すことで、重複する説明を省略する。

[0151] 次に、第3実施形態の電動義手の作用について説明する。

[0152] 図6（A）は、電動義手によって把持対象物を把持する直前の状態を示している。このときには、モータ22によるワイヤ21の巻取り量が最少となっている。モータ22への通電は停止されている。ワイヤ21が引出し機構B（ワイヤ45及び復帰ばね46）によって、モータ22による引っ張り方向（屈曲方向）とは逆方向へ引っ張られている。各指部12，13は伸展している。

[0153] また、スイッチ37が開かれて高分子アクチュエータ25の両電極27，28（図2参照）間への電圧印加が停止されている。各高分子アクチュエー

タ 25 では、放電により、両電極 27, 28 に電荷が蓄積されていない。各高分子アクチュエータ 25 は図 6 (A) に示すように収縮している。この収縮により、モータ 22 に近い可動端 25 B が指部 12, 13 に近い固定端 25 A に接近している。さらに、ワイヤ 21 は各高分子アクチュエータ 25 (取付け部 34, 35) に固定されておらず、各高分子アクチュエータ 25 (取付け部 34, 35) に対してワイヤ 21 の長さ方向に沿って移動可能である。また、モータ 22 は義手本体 11 に対してワイヤ 21 の長さ方向に沿って移動することが可能である。

[0154] 上記の状態から、電動義手によって把持対象物を把持する場合には、まず、モータ 22 が駆動源とされる。この際、ワイヤ 21 を巻き取る方向への出力軸 23 の回転は、ロック機構 A (ウォームギヤ機構 40) によって許容される。

[0155] モータ 22 の出力軸 23 が回転されると、その回転がウォームギヤ機構 40 (ウォーム 41 及びウォームホイール 42) を介して回転軸 18 に伝達される。プーリ 16 が回転軸 18 とともに一方向へ回転させられ、ワイヤ 21 がプーリ 16 に巻き取られる。ワイヤ 21 が長さ方向に沿って図 6 (A) の右方の屈曲方向へ引っ張られる。このときには、高分子アクチュエータ 25 は収縮され続ける。そのため、ワイヤ 21 は長さ方向に沿い、屈曲方向へ移動する。

[0156] ワイヤ 21 の動きは、各関節部 15 を経由して指部 12, 13 の各可動部 14 に伝達される。複数の指部 12, 13 が、把持対象物に接近する位置まで各関節部 15 を支点として大きく屈曲または変位させられる。

[0157] 指部 12, 13 が上記の状態になるまでワイヤ 21 がモータ 22 によってプーリ 16 に巻取られた後には、図 6 (B) に示すように、モータ 22 に対する通電が停止される。この停止により、ワイヤ 21 を屈曲方向へ引っ張る力が消失する。一方、ワイヤ 21 に対しては引出し機構 B (ワイヤ 45、復帰ばね 46) による力、すなわち、モータ 22 が引っ張る方向 (屈曲方向) とは逆方向へ引っ張る力が作用している。しかし、このときには、図 6 (C

）に示すように、巻取り方向とは逆方向へのモータ 2 2 の回転がロック機構 A（ウォームギヤ機構 4 0）によって規制され、ワイヤ 2 1 のモータ 2 2 との相対移動が規制される。従って、モータ 2 2 に対する通電を停止させても、ワイヤ 2 1 が、プーリ 1 6 から引き出されることがなく、モータ 2 2 により巻き取られた位置に保持される。

[0158] そして、上記のようにウォームギヤ機構 4 0 により、ワイヤ 2 1 とモータ 2 2 との相対移動が規制されている状況下で、上記スイッチ 3 7 が閉じられ（図 3（B）参照）、各高分子アクチュエータ 2 5 の両電極 2 7, 2 8（図 2 参照）間に電圧が印加される。この電圧印加により、各高分子アクチュエータ 2 5 が軸方向（長さ方向）に伸長させられる。

[0159] この伸長は、可動端 2 5 B が固定端 2 5 A から遠ざかり、かつ、モータ 2 2 に接近するように移動することにより行なわれる。端部 2 5 B（可動端）が固定された取付け部 3 5 も、ロック機構 A と一緒にモータ 2 2 側へ移動する。これに伴い、モータ 2 2 が屈曲方向へ移動させられる。そのため、ワイヤ 2 1 が屈曲方向へさらに引っ張られる。

[0160] ワイヤ 2 1 の動きが、各関節部 1 5 を経由して指部 1 2, 1 3 の各可動部 1 4 に伝達され、指部 1 2, 1 3 が各関節部 1 5 を支点として屈曲させられる。複数の指部 1 2, 1 3 が強い力で把持対象物に押し当てられ、その把持対象物が安定して把持される。

[0161] 上記把持対象物から指部 1 2, 1 3 を離す場合には、モータ 2 2 の出力軸 2 3 が、上述した把持対象物を把持する際の回転方向とは逆方向へ回転される。この回転により、モータ 2 2 がワイヤ 2 1 を引っ張る力が弱まる。ワイヤ 2 1 は、引出し機構 B（ワイヤ 4 5、復帰ばね 4 6）により、上記モータ 2 2 が引っ張る方向とは逆方向へ引っ張られる。その結果、各指部 1 2, 1 3 が伸展させられ、把持対象物を把持する力が弱まり、各指部 1 2, 1 3 が把持対象物から離れる。

[0162] なお、上記スイッチ 3 7 は、モータ 2 2 の逆回転の開始から、電動義手によって把持対象物を把持する直前までの期間に開かれる。スイッチ 3 7 が開

かれることで、各高分子アクチュエータ 25 が収縮し、電動義手は図 6 (A) に示す状態に復帰する。

[0163] 従って、第 3 実施形態によれば、第 1 実施形態の効果 (1), (3), (4), (6) ~ (10) と同様の効果が得られる。そのほか、効果 (2) に代えて次の (12) の効果が得られる。

[0164] (12) ワイヤ 21 は、各高分子アクチュエータ 25 に対し、同ワイヤ 21 の長さ方向に沿って移動可能に設けられる。モータ 22 はワイヤ 21 の長さ方向に沿って移動可能に設けられる。各高分子アクチュエータ 25 において、指部 12, 13 に近い端部 25A を固定端とし、モータ 22 に近い端部 25B を可動端とする。

[0165] ロック機構 A としてウォームギヤ機構 40 が用いられ、モータ 22 によるワイヤ 21 の巻取り時には、巻取り方向へのモータ 22 の回転を許容する一方、モータ 22 によるワイヤ 21 の巻取り後には、巻取り方向とは逆方向へのモータ 22 の回転を規制することで、ワイヤ 21 のモータ 22 との相対移動が規制される。

[0166] モータ 22 によるワイヤ 21 の巻取り時には、電圧印加の停止により各高分子アクチュエータ 25 が収縮させられる (図 6 (A), (B))。ロック機構 A (ウォームギヤ 40) により、ワイヤ 21 の各高分子アクチュエータ 25 との相対移動が規制されている状態では、電圧を印加することで各高分子アクチュエータ 25 を伸長させ、その伸長により、屈曲方向へモータ 22 を移動させるようにしている (図 6 (C))。

[0167] そのため、モータ 22 によってワイヤ 21 をプーリ 16 に巻き取ることで、複数の指部 12, 13 を把持対象物に接近する位置まで大きく屈曲または変位させることができる。

[0168] また、モータ 22 によるワイヤ 21 の巻取り後には、巻取り方向とは逆方向へのモータ 22 の回転がロック機構 A によって規制されている状態で高分子アクチュエータ 25 を伸長させることで、ワイヤ 21 を屈曲方向へ引っ張って把持対象物を複数の指部 12, 13 によって強く把持することができる。

。

[0169] さらに、モータ 22 によるワイヤ 21 の巻取り時には、高分子アクチュエータ 25 への電圧印加を停止し、ワイヤ 21 の巻取り後に電圧を印加するため、把持対象物を指部 12, 13 によって把持する期間に比べ、把持対象物から指部 12, 13 を離している期間が長い場合には、電力消費量を少なくすることができるというメリットもある。

[0170] なお、上記実施形態は、これを以下のように変更した変形例として実施することもできる。

[0171] 指部 12, 13 について

・前記電動義手は、指部 12, 13 を 3 本以上有するものにも適用可能である。指部 12, 13 の本数が多くなるに従い、把持対象物を安定して把持することが可能となる。

[0172] ・前記電動義手は、指部 12, 13 が、第 1 ～第 3 実施形態とは異なる数の可動部 14 及び関節部 15 を有するものにも適用可能である。可動部 14 及び関節部 15 の数が多くなるに従い、指部 12, 13 を把持対象物の形状に沿って屈曲させることができ、より安定した把持が可能となる。

[0173] なお、各指部における可動部及び関節部の数の最小値は「1」である。この場合でも、上述した(1)の効果をを得ることができる。

[0174] ただし、指部を大きく変位させることのできるモータの利点を活かしつつ、把持対象物を安定して把持するといった効果は、複数の指部の少なくとも 1 つが複数の関節部を有している場合に、より大きなものとなる。関節部の数が多くなるに従い、指部を関節部毎に屈曲させるために必要なワイヤの引っ張り量が多くなるからである。この場合、ワイヤをモータによって多く引っ張ることで、複数の指部を把持対象物に接近する位置まで屈曲または変位させることができる。その後に、ワイヤを高分子アクチュエータによって引っ張ることで、複数の指部によって把持対象物を把持することができる。

[0175] 高分子アクチュエータ 25 について

・高分子アクチュエータ 25 としては、上述した誘電方式に代え、イオン

方式が採用されてもよい。

[0176] イオン方式の高分子アクチュエータは、イオン交換樹脂と電極との接合体からなる。このタイプの高分子アクチュエータとしては、フッ素系イオン交換樹脂膜の両面に、金、白金等の貴金属によって形成された電極を、無電解メッキにより接合したものが代表的である。この高分子アクチュエータでは、電極間に数ボルトの電圧が印加されることで、イオン交換樹脂の内部でイオンの移動が起こり、例えば、陽イオンが陰極側へ移動する。このイオンの移動により、高分子アクチュエータの表裏で膨潤に差が生じて、同高分子アクチュエータが弾性変形する。電圧印加が停止されると、弾性復元力により高分子アクチュエータは元の形状に復元する。これらの弾性変形及び復元により、高分子アクチュエータを伸縮動作させる。

[0177] 指部 12, 13 が把持対象物を把持する力について

- ・この力は、次の要素を調整することで変更可能である。

[0178] (i) 高分子アクチュエータ 25 毎の電極 27, 28 に印加する電圧。この電圧が高くなるに従い、上記把持力が増大する。

[0179] (ii) 高分子アクチュエータ 25 の直径。この直径が大きくなるに従い、上記把持力が増大する。

[0180] (iii) 伸縮動作する高分子アクチュエータ 25 の本数。この本数が多くなるに従い、上記把持力が増大する。

[0181] この場合、電動義手に装着される高分子アクチュエータ 25 の本数が変更されてもよいし、電圧印加の対象となる高分子アクチュエータ 25 の本数が状況に応じて、制御により、又は操作により変更されてもよい。

[0182] モータ 22 について

- ・モータ 22 は、指部 12, 13 毎に設けられてもよい。

[0183] ・第 3 実施形態において、モータ 22、ロック機構 A（ウォームギヤ機構 40）、プーリ 16 等は、各高分子アクチュエータ 25 から分離した状態で、義手本体 11 に対し、ワイヤ 21 の長さ方向に沿って移動可能に設けられてもよい。この場合には、モータ 22 等は、各高分子アクチュエータ 25 の

可動端 2 5 B 及び取付け部 3 5 の近傍に配置される。これは、伸長する各高分子アクチュエータ 2 5 によってモータ 2 2 等を移動させるためである。

[0184] ロック機構 A について

・モータ 2 2 によるワイヤ 2 1 の巻取り後に、同モータ 2 2 及び高分子アクチュエータ 2 5 の一方と、ワイヤ 2 1 との相対移動を規制することができるものであることを条件に、上記ウォームギヤ機構 4 0 及びコレットチャック 5 0 とは異なるものによってロック機構 A を構成してもよい。

符号の説明

[0185] 1 2, 1 3…指部、1 5…関節部、2 1…ワイヤ、2 2…モータ、2 5…高分子アクチュエータ、2 5 A…端部（固定端）、2 5 B…端部（可動端）、2 6…誘電体層、2 7, 2 8…電極、3 5…取付け部、4 0…ウォームギヤ（ロック機構）、5 0…コレットチャック（ロック機構）、A…ロック機構。

請求の範囲

- [請求項1] それぞれ関節部を支点として屈曲及び伸展する複数の指部と、
前記関節部を経由した状態で前記各指部に沿って配置されたワイヤと、
前記ワイヤを巻き取ることで、同ワイヤを、その長さ方向に沿い、屈曲方向へ引っ張って前記指部を屈曲させるモータと、
高分子材料により長尺状に形成されて前記ワイヤの途中に配置され、電圧印加に応じて弾性変形するとともに、電圧印加の停止に応じて元の形状に復元することにより軸方向に沿って伸縮動作する高分子アクチュエータと、
前記モータによる前記ワイヤの巻取り後に、同モータ及び前記高分子アクチュエータの一方と前記ワイヤとの相対移動を規制するロック機構と
を備え、前記高分子アクチュエータは、前記ロック機構により前記相対移動が規制された状態で伸縮動作することで、前記ワイヤを前記屈曲方向へ引っ張るものであることを特徴とする電動義手。
- [請求項2] 前記ロック機構は、前記モータによる前記ワイヤの巻取り時に、巻取り方向への前記モータの回転を許容する一方、前記モータによる前記ワイヤの巻取り後に、巻取り方向とは逆方向への前記モータの回転を規制することで、前記ワイヤの前記モータとの相対移動を規制するものであり、
前記高分子アクチュエータは前記ワイヤに固定されており、前記モータによる前記ワイヤの巻取り時には伸長させられ、前記ロック機構により前記相対移動が規制された状態で収縮させられるものである請求項1に記載の電動義手。
- [請求項3] 前記ワイヤは、前記高分子アクチュエータに対し、同ワイヤの長さ方向に沿って移動可能に設けられており、
前記高分子アクチュエータは、前記軸方向についての前記指部に近

い端部に固定端を備え、前記モータに近い端部に可動端を備え、

前記ロック機構は、前記モータによる前記ワイヤの巻取り時に、同ワイヤを前記可動端に係止せず、同ワイヤと前記高分子アクチュエータとの相対移動を許容する一方、前記モータによる前記ワイヤの巻取り後に、同ワイヤを前記可動端に係止することで、同ワイヤと前記高分子アクチュエータとの相対移動を規制するものであり、

前記高分子アクチュエータは、前記モータによる前記ワイヤの巻取り時に収縮させられ、前記ロック機構により前記相対移動が規制された状態で伸長させられるものである請求項 1 に記載の電動義手。

[請求項4]

前記ワイヤは前記高分子アクチュエータに対し、同ワイヤの長さ方向に沿って移動可能に設けられ、前記モータは前記ワイヤの長さ方向に沿って移動可能に設けられており、

前記高分子アクチュエータは、軸方向についての前記指部に近い端部に固定端を備え、前記モータに近い端部に可動端を備え、

前記ロック機構は、前記モータによる前記ワイヤの巻取り時に、巻取り方向への前記モータの回転を許容する一方、前記モータによる前記ワイヤの巻取り後に、巻取り方向とは逆方向への前記モータの回転を規制することで、前記ワイヤの前記モータとの相対移動を規制するものであり、

前記高分子アクチュエータは、前記モータによる前記ワイヤの巻取り時に収縮させられ、前記ロック機構により前記相対移動が規制された状態で伸長させられ、その伸長により、前記屈曲方向へ前記モータを移動させるものである請求項 1 に記載の電動義手。

[請求項5]

前記高分子アクチュエータは、弾性を有する絶縁性高分子材料により形成された誘電体層と、弾性を有する導電性高分子材料により形成されて前記誘電体層を両側から挟む一对の電極とを備え、前記両電極間への電圧印加に応じ、前記誘電体層をその表面に沿う方向へ伸長させ、前記電圧印加の停止に応じ、前記誘電体層を収縮させて元の形状に

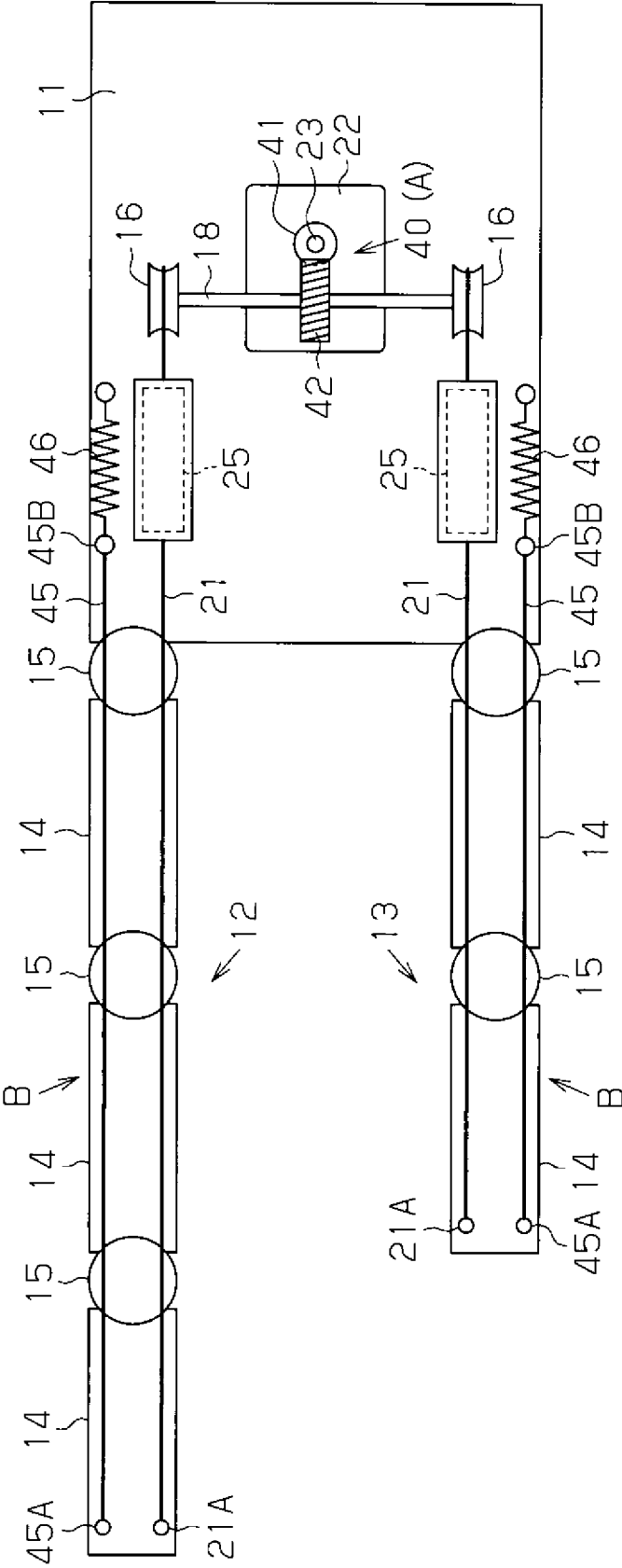
復元させることにより伸縮動作するものである請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の電動義手。

[請求項6] 前記高分子アクチュエータは、前記誘電体層及び前記両電極が渦巻き状に巻かれることにより円筒状に形成されており、前記両電極間への電圧印加に応じ軸方向へ伸長し、電圧印加の停止に応じ軸方向へ収縮して元の形状に復元するものである請求項 5 に記載の電動義手。

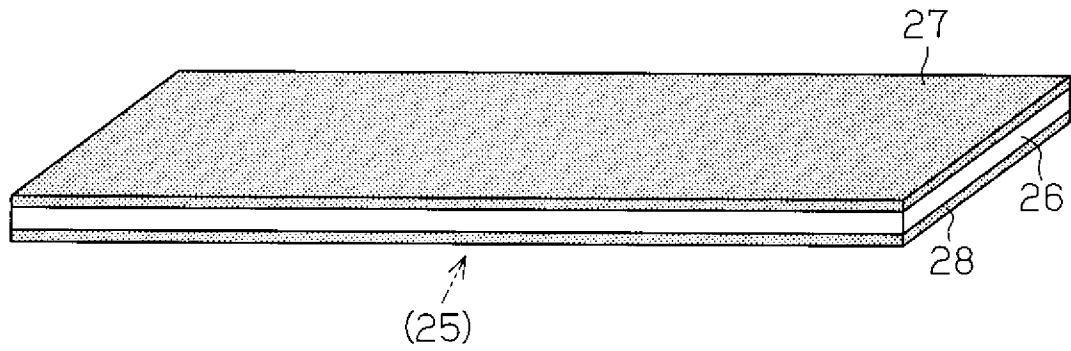
[請求項7] 前記高分子アクチュエータは複数本用いられており、
前記高分子アクチュエータ毎の可動端は、共通の取付け部に取付けられている請求項 6 に記載の電動義手。

[請求項8] 前記複数の指部の少なくとも 1 つは複数の関節部を有しており、前記複数の関節部を有する指部には、前記モータ及び前記高分子アクチュエータにより駆動される前記ワイヤが、前記複数の関節部を経由した状態で配置されている請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の電動義手。
。

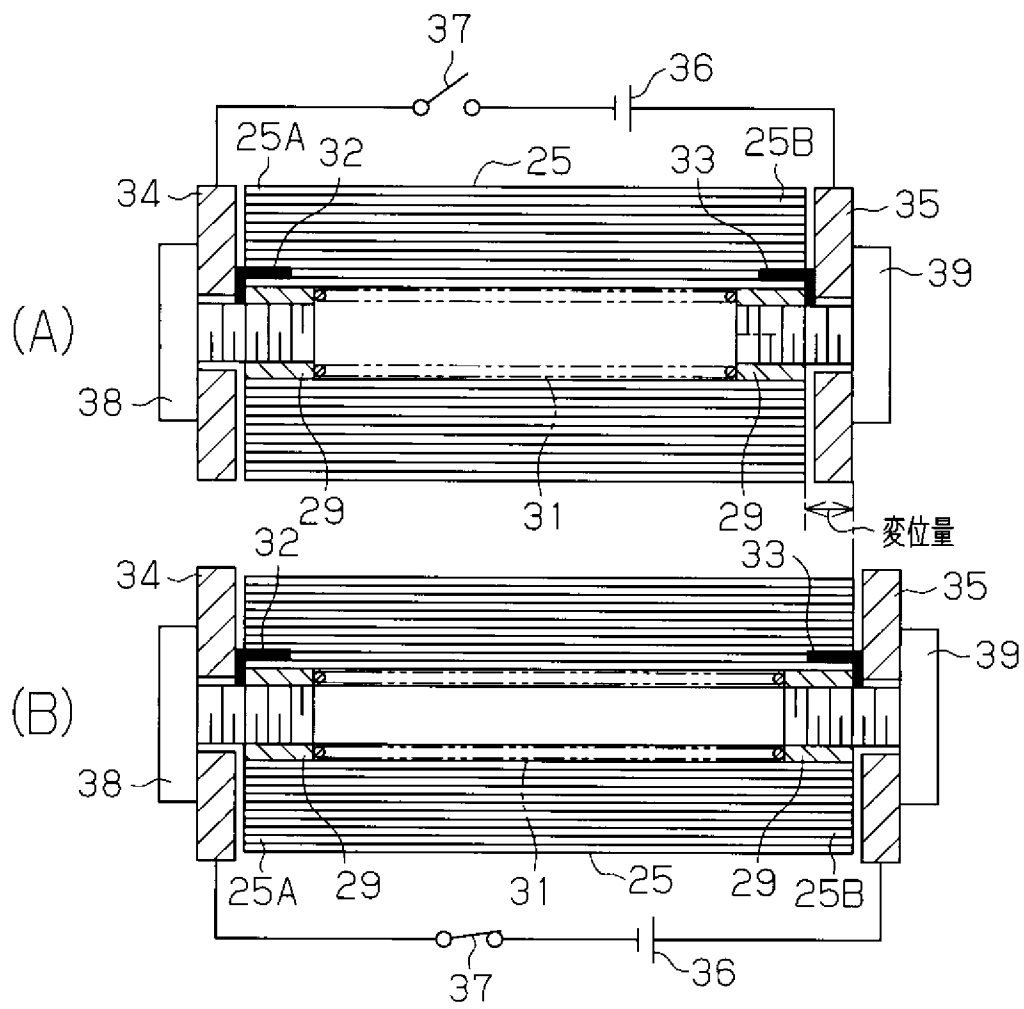
[図1]



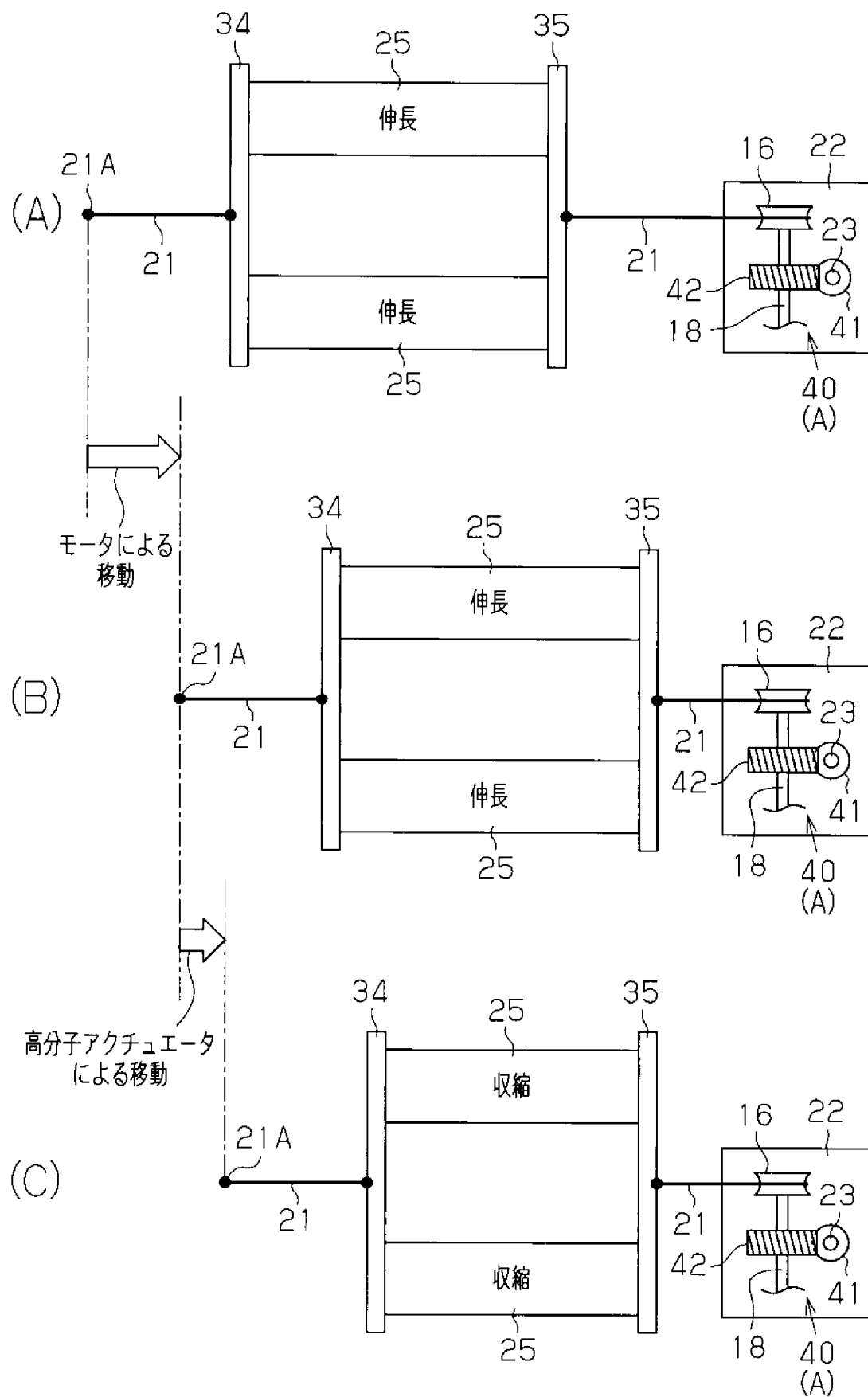
[図2]



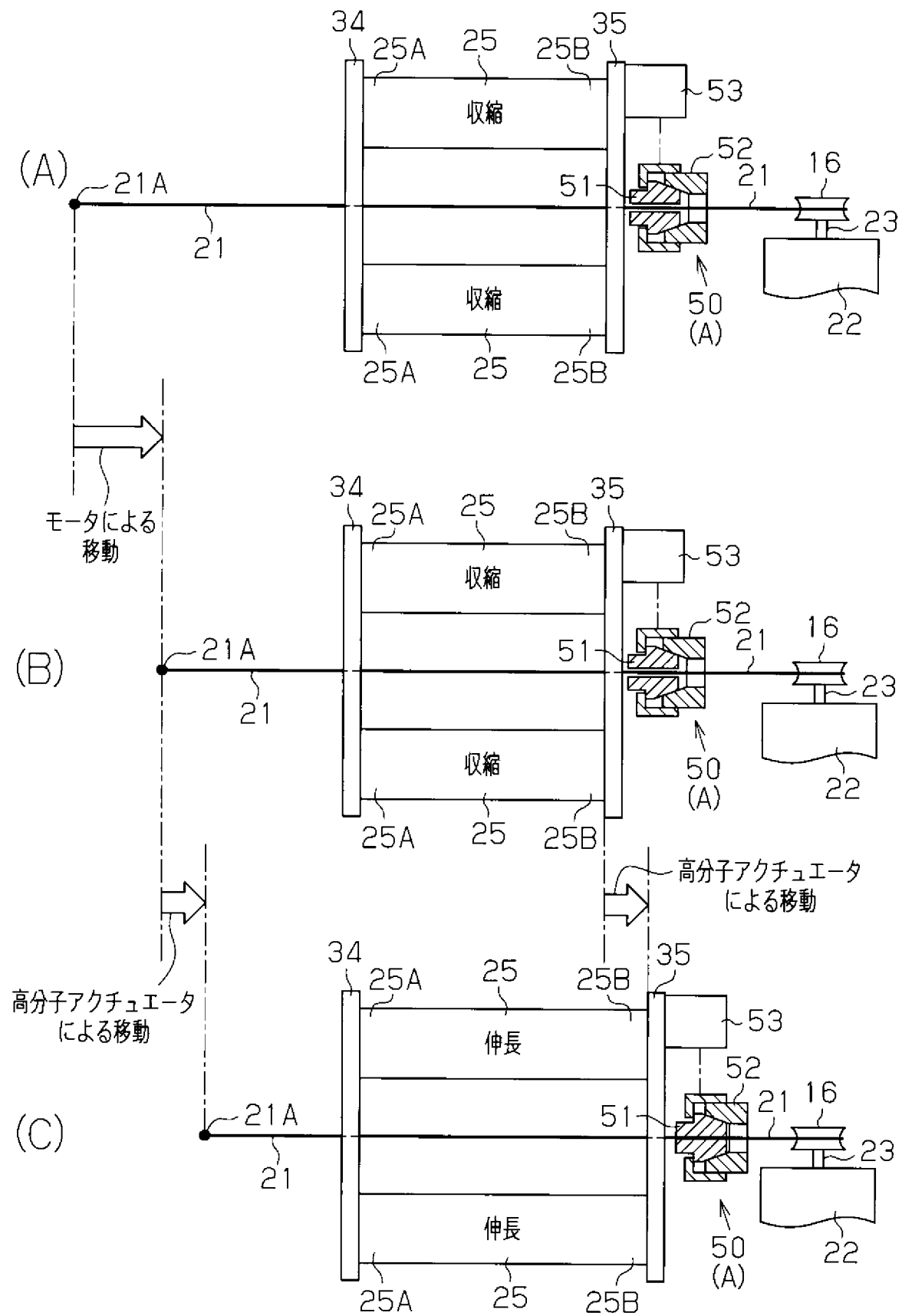
[図3]



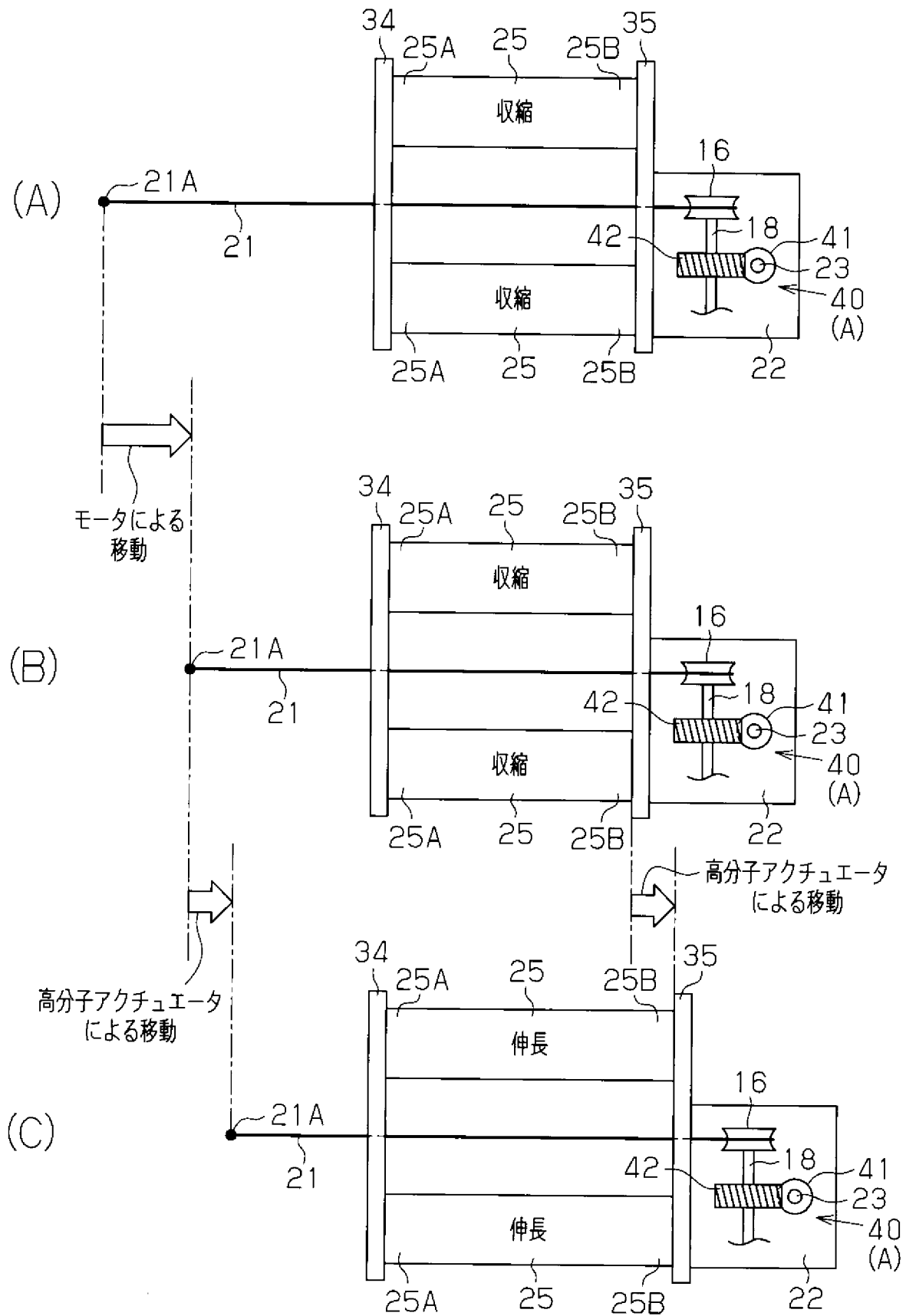
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/077762

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61F2/70(2006.01)i, A61F2/56(2006.01)i, B25J15/08(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)

A61F2/70, A61F2/56, B25J15/08, H02N11/00

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
Y A	JP 2011-152620 A (Yaskawa Electric Corp.), 11 August 2011 (11.08.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-2, 5-8 3-4
Y A	JP 2009-83020 A (Hiroshima-Ken, Yugen Kaisha M Engineering, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), 23 April 2009 (23.04.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-2, 5-8 3-4
Y	JP 2009-124875 A (Toyoda Gosei Co., Ltd., Advanced Softmaterials Inc.), 04 June 2009 (04.06.2009), entire text; all drawings & US 2009/0127979 A1	5-7

☐ 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
06 December, 2013 (06.12.13)

Date of mailing of the international search report
17 December, 2013 (17.12.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. A61F2/70(2006.01)i, A61F2/56(2006.01)i, B25J15/08(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（I P C））

Int.Cl. A61F2/70, A61F2/56, B25J15/08, 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	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 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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
Y A	JP 2011-152620 A（株式会社安川電機）2011.08.11, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-2, 5-8 3-4
Y A	JP 2009-83020 A（広島県, 有限会社エムエンジニアリング, 独立行政法人産業技術総合研究所）2009.04.23, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-2, 5-8 3-4
Y	JP 2009-124875 A（豊田合成株式会社, アドバンスト・ソフトマテリアルズ株式会社）2009.06.04, 全文, 全図 & US 2009/0127979 A1	5-7

☐ 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

0 6 . 1 2 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 7 . 1 2 . 2 0 1 3

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 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

寺澤 忠司

3 I

9 6 2 3

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 4 6