

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-151362
(P2020-151362A)

(43) 公開日 令和2年9月24日(2020.9.24)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 F 2/56 (2006.01)	A 6 1 F 2/56	3 C 7 0 7
B 2 5 J 15/00 (2006.01)	B 2 5 J 15/00	F 4 C 0 9 7
B 2 5 J 15/08 (2006.01)	B 2 5 J 15/08	S

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2019-55195 (P2019-55195)	(71) 出願人	504133110 国立大学法人電気通信大学 東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1
(22) 出願日	平成31年3月22日 (2019.3.22)	(74) 代理人	100107766 弁理士 伊東 忠重
		(74) 代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
		(72) 発明者	横井 浩史 東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内
		(72) 発明者	矢吹 佳子 東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内

最終頁に続く

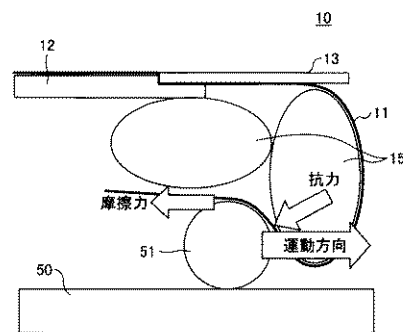
(54) 【発明の名称】 グリッパ構造、人工アーム、及びグリッパ装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 義手、ロボットアーム等を含む人工手指の把持機能として、物体把持力が向上し、滑りやすい物体あるいは脆弱な物体をより安定して柔軟に把持することができグリッパ構造を提供する。

【解決手段】 グリッパ構造 10 は、支持フレーム 12 と、支持フレームを覆う外皮 11 と、外皮の内部に充填される粘弾性体 15 と、外皮の外側で、支持フレームの先端に相当する位置から延びる爪 13 とを有する。外皮の可撓性または伸縮性は、粘弾性体の可撓性または伸縮性よりも小さい。また、外皮の硬度は、爪の硬度よりも小さい。

【選択図】 図 4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

支持フレームと、
前記支持フレームを覆う外皮と、
前記外皮の内部に充填される粘弾性体と、
前記外皮の外側で、前記支持フレームの先端に相当する位置から延びる爪と、
を有するグリッパ構造。

【請求項 2】

前記外皮の伸縮性は、前記粘弾性体の伸縮性よりも小さいことを特徴とする請求項 1 に記載のグリッパ構造。

10

【請求項 3】

前記爪の硬度は前記外皮の硬度よりも大きいことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のグリッパ構造。

【請求項 4】

前記粘弾性体は、前記外皮の内部で前記支持フレームの背面側よりも、把持対象の物体との接触面側で厚くなっていることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のグリッパ構造。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のグリッパ構造を有する人工アーム。

【請求項 6】

前記支持フレームは、ヒトの指骨を模擬した形状であることを特徴とする請求項 5 に記載の人工アーム。

20

【請求項 7】

互いに対向する一対の支持フレームと、
前記一対の支持フレームを覆う外皮と、
前記外皮の内部に充填される粘弾性体と、
前記外皮の外側で、前記一対の支持フレームの先端部に相当する位置から延びる爪と、
を有するグリッパ装置。

【請求項 8】

前記外皮の伸縮性は、前記粘弾性体の伸縮性よりも小さいことを特徴とする請求項 7 に記載のグリッパ装置。

30

【請求項 9】

前記爪の硬度は前記外皮の硬度よりも高いことを特徴とする請求項 7 または 8 に記載のグリッパ装置。

【請求項 10】

前記外皮は、前記一対の支持フレームの背面側に位置する背部と、対向面側に位置する腹部を有し、

前記粘弾性体は、前記背部での厚さよりも前記腹部での厚さの方が厚いことを特徴とする請求項 7 ~ 9 のいずれか 1 項に記載のグリッパ装置。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】**【0001】**

本発明は、グリッパ構造と、これを用いた人工アーム及びグリッパ装置に関し、特にフォームクロージャ (form closure) 機能を有するグリッパ構造に関する。

【背景技術】**【0002】**

ロボットハンドの物体把持性能は、指先と物体の親和性によって左右される。物体把持の様子は、2 種類の握り方に分類される。ひとつはフォースクロージャ (force closure) であり、もうひとつはフォームクロージャ (form closure) である。フォースクロージャは、指先と物体表面の間の摩擦力によって物体を固定する握り方である。フォームクロ

50

ージャは、物体を包み込むように固定する握り方である。

【 0 0 0 3 】

フォームクロージャでは、摩擦に頼らずに幾何学的に物体を保持するため、引張り方向の抗力は、フォースクロージャよりもフォームクロージャの方が大きく、保持力の安定性が高い。

【 0 0 0 4 】

現在のロボット技術では、制御の精密さを優先することから、ほとんどの指先は硬い材質で製造され、物体との間の摩擦力を確保するために、指腹部に薄いゴム等の摩擦部材を張り付けている（たとえば、特許文献 1 参照）。摩擦部材としては、硬質ゴムが利用されており、指先で物体を把持する場合はフォースクロージャの握り方となる。その理由は、柔らかい材質を用いると、物体からの引張り力によってゴムが変形し、摩擦面が離れやすくなって摩擦抵抗力が低下するからである。

【 0 0 0 5 】

柔らかい空気圧式指を持つポータブルな義手が提案されている（たとえば、特許文献 2 参照）。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特表 2 0 1 8 - 5 3 1 0 6 3 号 公 報

【 特許文献 2 】 特表 2 0 1 7 - 5 1 2 5 2 1 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

義手、ロボットアーム等を含む人工肢の把持機能として、より小さく脆弱な物体を正確につまむことのできる手指の動きが求められている。これまでは、精密な動作のために硬質の材料が一般的に用いられてきたが、把持の態様や把持対象によっては、硬質な人工肢では対応しきれない場合がある。

【 0 0 0 8 】

本発明は、より柔軟な把持性能を実現するグリッパ構造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 】

【 0 0 0 9 】

発明者らは、義手、ロボットアーム等の物体把持性能は、フォームクロージャの場合、柔らかい組織を用いる方が優れていることを見いだした。実際、ヒトの指先は柔らかい組織でできていることから、グリッパ構造にヒトの手指を模擬する構造を適用することを着想した。

【 0 0 1 0 】

本発明の一態様では、グリッパ構造は、

支持フレームと、

前記支持フレームを覆う外皮と、

前記外皮の内部に充填される粘弾性体と、

前記外皮の外側で、前記支持フレームの先端に相当する位置から延びる爪と、

を有する。

【 0 0 1 1 】

このグリッパ構造は、義手、ロボットアーム等の人工肢だけでなく、産業用または一般用のグリッパにも適用可能である。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 2 】

上記の構成により、物体把持力が向上し、滑りやすい物体あるいは脆弱な物体をより安定して把持することができる。

【 図面の簡単な説明 】

10

20

30

40

50

【 0 0 1 3 】

【図 1】硬質ゴムを用いたロボットの指構造の模式図である。

【図 2】実施形態に至る過程で考えられた粘弾性体を用いる指構造の模式図である。

【図 3】ヒトの指先の構造を示す図である。

【図 4】実施形態のグリッパ構造の模式図である。

【図 5】実施形態のグリッパ構造が適用される義手の図である。

【図 6】筋電義手におけるフォームクロージャを説明する図である。

【図 7】平板の引き抜きに対する実施形態のグリッパ構造の挙動を説明する図である。

【図 8】丸棒の引き抜きに対する実施形態のグリッパ構造の挙動を説明する図である。

【図 9】実施形態のグリッパ構造を適用したグリッパの模式図である。

10

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 4 】

図 1 は、硬質ゴムを用いたロボットの指構造の模式図である。一般的なロボットアームにヒトの手指の構造を適用する場合、指骨を模擬する支持フレームを袋状の外皮で覆い、外皮の中に硬質ゴムを充填して手指を構成ことが考えられる。外皮は、その面積は大きく変化しないが変形が可能な伸縮しにくい材料で形成される。図中、硬質ゴムは 2 個の円として描かれているが、図示と説明を簡単にするため 2 個にしたものであり、個数に制限はない。指腹の形状に成形された単一の硬質ゴムや、細分化された多数の硬質ゴムを用いてもよい。

【 0 0 1 5 】

20

図 1 の手指構成で物体をつまむ場合、指先で物体を抑えたときに硬質ゴムに変形はほとんど起こらず、物体との間に摩擦力のみが働く。この状態で物体をつまみ上げると、フォームクロージャの持ち方になる。

【 0 0 1 6 】

2 本の指部で物体を挟んで持ち上げるとき、各指から物体に係る力を F 、最大の静止摩擦係数を μ 、物体にかかる重力を Mg とすると、物体を落とさずにフォームクロージャで安定して保持するための条件は、 $2 \mu F > Mg$ である。

【 0 0 1 7 】

各指から物体に $Mg / 2 \mu$ よりも大きい力をかけることで、物体は把持される。静止摩擦係数が小さく、滑りやすい物体を保持するときは、より大きな力が必要になる。しかし、ガラスのように滑りやすい物体や、卵のように脆弱な物体を把持するときは、物体にかかる力が大きくなると物体が破損するおそれがある。

30

【 0 0 1 8 】

そこで、図 2 のように、硬質ゴムに替えて、粘弾性体を用いることが考えられる。粘弾性体とは、弾性体と粘性体との性質を持つ。粘性体とは、力が加えられたときにその力に抵抗する性質をもつ物体である。100%の粘性体では、印加された力で粘性体に変形するときに抗力が生じるが、変形後に力の印加が除去されても元の形状に戻らない。弾性体は、外力の印加により変形したときに元の形状に戻ろうとする復元力が働く物体。弾性体と粘性体の性質を併せ持つ粘弾性体は、力が加えられたときにその力に対する抗力を生じさせ、外力の印加が取り除かれたときに弾性体よりもゆっくりと元の形状に復帰する。

40

【 0 0 1 9 】

図 2 でも、図示と説明と便宜上、2 個の楕円で粘弾性体が描かれているが、粘弾性体の個数に限定はない。内部に粘弾性体を含む模擬の指先で物体を抑えると、粘弾性体に変形して粘弾性体の隣り合う部位を押圧する。これにより、隣接する部位の粘弾性体に変形して、指先が把持物体を包むように変形する。物体には、粘弾性体からの抗力と、外皮との間の摩擦力がかかり、図 1 と比較して大きな抵抗力を生じる。これにより、フォームクロージャによる把持力を持たせることができる。

【 0 0 2 0 】

しかしながら、図 2 の場合、指の先端部で、粘弾性体は把持物体と逆の方向、すなわち紙面の上方向にも変形する。粘弾性体が物体と反対側に逃げるため、粘弾性体の物体側へ

50

の張り出し量が減少し、物体に生じる抵抗力も不十分になる可能性がある。そこで、グリッパの構造を、よりヒトの手指の構成に近づける。

【 0 0 2 1 】

図 3 は、ヒトの指先の構成を示す。人の指は、表皮につつまれており、内部に指骨が延びている。具体的には、最も先端部の末節骨が関節によって次の指骨と接続されている。親指の場合は、末節骨が第 1 関節（ I P 関節）により基節骨に接続されており、親指以外の四指では、末節骨が第 1 関節（ D I P 関節）により中節骨に接続されている。

【 0 0 2 2 】

表皮は、皮膚の最も外側にある厚さ 0 . 2 m m 程度の層である。表皮の最外層は角層または角質層と呼ばれている。表皮の内側に真皮と皮下組織がある。図 2 の粘弾性体は、真皮と皮下組織の柔らかさに着目して用いられているものである。

【 0 0 2 3 】

図 3 で、指先の末節骨の位置には、爪が存在する。爪は、末節骨の先端からさらに指の先へと延びており、末節骨のない部分では、指にかかる力を爪で支えている。すなわち、爪の存在により指先で小さなものをつまむことができる。そこで、爪の構成をグリッパ構造に適用する。

【 0 0 2 4 】

図 4 は、実施形態のグリッパ構造 1 0 の模式図である。グリッパ構造 1 0 は、支持フレーム 1 2 と、支持フレーム 1 2 を覆う外皮 1 1 と、外皮 1 1 の内部に充填される粘弾性体 1 5 と、外皮 1 1 の外側で支持フレーム 1 2 の先端から延びる爪 1 3 とを有する。外皮 1 1 の可撓性または伸縮性は、粘弾性体 1 5 の可撓性または伸縮性よりも小さい。また、外皮 1 1 の硬度は、爪 1 3 の硬度よりも小さい。

【 0 0 2 5 】

外皮 1 1 は、粘弾性体 1 5 に比べて伸縮しにくく、その表面積の変化は小さいが、ヒトの手の動作に伴う皮膚の変位を可能にする程度の伸縮性は備えている。

【 0 0 2 6 】

図示の便宜上、粘弾性体 1 5 は 2 個の楕円で描かれているが、粘弾性体の個数に制限はない。指腹の形状に成形された単一の粘弾性体を用いてもよいし、細分化された多数の粘弾性体を用いてもよい。

【 0 0 2 7 】

グリッパ構造 1 0 で支持面 5 0 の上の物体 5 1 をつかむ場合、特に、親指とその他の指の間に挟み込んで把持する場合、物体 5 1 と爪 1 3 の間、または物体 5 1 と支持フレーム 1 2 の間に圧縮力を受ける。圧縮力を受けることにより、物体 5 1 の表面に摺動抵抗力が生じると同時に、粘弾性体 1 5 は周囲に押し出される。粘弾性体 1 5 は、伸縮性の比較的小さい外皮 1 1 で包まれているため、圧縮力の小さいところに集まろうとして、膨らみを生じる。

【 0 0 2 8 】

図 2 と異なり、外皮 1 1 の外側で、支持フレーム 1 2 の先端に相当する位置から先端に向かって爪 1 3 が設けられていることにより、粘性弾性体 1 5 は物体 5 1 の反対側（紙面上側）に逃げることができず、物体 5 1 の表面に沿って変形する。また、粘弾性体 1 5 は、伸縮しにくい外皮 1 1 に包まれているため、物体 5 1 の表面に沿って変形し、結果として、粘弾性体 1 5 に膨らみが生じる。

【 0 0 2 9 】

この状態で、物体 5 1 を引き抜く力、すなわち、支持面 5 0 から物体 5 1 を上側に持ち上げようとする力が働くと、粘弾性体 1 5 のふくらみが物体 5 1 の運動を阻害する抗力を発生することにより、フォームクロージャ（包み込みによる把持）の機能が発現する。摺動抵抗力に加えて、フォームクロージャの抗力を得ることで、物体 5 1 に対する把持性能が向上する。

【 0 0 3 0 】

図 4 のグリッパ構造 1 0 の第 1 の特徴は、粘弾性体 1 5 を伸縮しにくい外皮 1 1 で包み

10

20

30

40

50

込むことである。外皮 1 1 の表面積は大きく変化しないが一定程度の伸縮は可能であり、ヒトの手の動作に伴う変形を模擬することができる。

【 0 0 3 1 】

グリップ構造 1 0 の第 2 の特徴は、支持フレーム 1 2 の先端部で、外皮 1 1 を外側から爪 1 3 で抑えることである。爪 1 3 は、物体 5 1 を把持する際に、粘弾性体 1 5 が物体 5 1 と反対側へ逃げることを抑制する。爪 1 3 は、指の外形に沿う円筒の最外面にあり、粘弾性体 1 5 を円筒の中心に向かって押し出す力が働くからである。

【 0 0 3 2 】

グリップ構造 1 0 の第 3 の特徴は、上記の第 1 と第 2 の構成により、受動的にフォームクロージャの把持形態に遷移し、物体 5 1 を包み込むように把持することができる。第 1 の特徴により、外皮 1 1 の内部の体積はほぼ一定に保たれ、第 2 の特徴により粘弾性体 1 5 が物体 5 1 の表面に沿って張り出すことで、自動的にフォームクロージャの状態が創出される。

10

【 0 0 3 3 】

グリップ構造 1 0 の第 4 の特徴は、外皮 1 1 の膨らみ（指の腹に相当）でのフォースクロージャによる摺動抵抗と、フォームクロージャの包み込みにより作用する抗力との 2 種類の力が働き、安定した力で物体 5 1 を把持することができる。

【 0 0 3 4 】

外皮 1 1 と粘弾性体 1 5 では、硬度は外皮 1 1 の方が大きい。表面摩擦係数は、同じであっても異なってもよい。粘弾性体 1 5 は外皮 1 1 の内部に充填されており、直接物体 5 1 に働く摺動抵抗には、主として外皮 1 1 の表面摩擦係数が影響するからである。

20

【 0 0 3 5 】

爪 1 3 の硬度は外皮 1 1 よりも大きく、爪 1 3 の方向への粘弾性体 1 5 の変形を抑えることができる。爪 1 3 の硬度は、支持フレーム 1 2 の硬度と同程度であってもよい。

【 0 0 3 6 】

粘弾性体 1 5 として、たとえば、不凍性のゲル、水ゲル、オルガノゲル等のゲルを用いることができる。ゲルの柔軟性は、ヒトの真皮または皮下組織の柔軟度に模擬されていることが望ましい。

【 0 0 3 7 】

外皮 1 1 として、粘弾性体 1 5 よりも伸縮性が小さい可撓性の材料、たとえばエラストマー、スチレン系樹脂、塩化ビニル、シリコンゴムなどを用いることができる。爪 1 3 として、外皮 1 1 よりも硬いプラスチック材料を用いることができる。たとえば、ポリアクリレート、ポリカーボネート等で爪 1 3 を形成してもよい。

30

【 0 0 3 8 】

図 5 は、図 4 のグリップ構造 1 0 を筋電義手 1 0 0 に適用するときの構成例である。図 5 の (A) は、ヒトの手の骨格を模擬した支持フレーム 1 2 を示す。図 5 の (B) は、図 1 の支持フレーム 1 2 を、人間の手の形状を模擬した外皮 1 1 で覆った状態を示す。筋電義手 1 0 0 は、親指 1 2 0 と、親指以外の指 1 1 0 を有する。

【 0 0 3 9 】

支持フレーム 1 2 は、親指に対応する第 1 フレーム 1 2 1 と、他の四指に対応する第 2 フレーム 1 2 2 ~ 第 5 フレーム 1 2 5 を有する。支持フレーム 1 2 には、第 1 フレーム 1 2 1 ~ 第 5 フレーム 1 2 5 を筋電駆動するモータ等の駆動装置と、駆動制御のためのマイクロプロセッサ等が設けられていてもよい。

40

【 0 0 4 0 】

物体 5 1 をつかむときは、物体 5 1 の大きさや形状にもよるが、第 2 フレーム 1 2 2 ~ 第 5 フレーム 1 2 5 の中の少なくとも一本と、親指の第 1 フレーム 1 2 1 とによって物体 5 1 に把持力が印加される。筋電制御は、親指 1 2 0 に対する制御と、親指以外の指 1 1 0 の各々に対する制御を個別に行ってもよいし、親指以外の 4 つの指 1 1 0 については一括制御としてもよい。

【 0 0 4 1 】

50

支持フレーム 1 2 と外皮 1 1 の間には粘弾性体 1 5 (図 4 参照) が充填され、親指 1 2 0 と親指以外の指 1 1 0 のそれぞれに、外皮 1 1 よりも硬質の爪 1 3 が設けられている。粘弾性体 1 5 は、支持フレーム 1 2 の一方の側で薄く、他方の側で厚くなるように充填される。粘弾性体 1 5 の層が薄い部分は指の背となり、粘弾性体 1 5 の層が厚い部分は指の腹となる。筋電義手 1 0 0 の指の腹で物体を把持するとき、粘弾性体 1 5 は、支持フレーム 1 2 と爪 1 3 によって指の背側への変形が抑制され、腹側で物体に沿って変形して、受動的にフォームクローザに遷移する。

【 0 0 4 2 】

図 6 は、筋電義手におけるフォームクローザを説明する図である。図 6 の (A) は、物体を把持していないときの支持フレーム 1 2 の平面図、図 6 の (B) はフォームクローザのときの支持フレーム 1 2 の状態を示す斜視図である。

10

【 0 0 4 3 】

親指を模擬する第 1 フレーム 1 2 1 は、掌を支持するフレーム本体 1 2 0 の基部の近傍から延びている。四指を模擬する第 2 フレーム 1 2 2 ~ 第 5 フレーム 1 2 5 は、フレーム本体 1 2 0 の端部から延びている。この例は、四指を一体的に駆動する例である。

【 0 0 4 4 】

物体を把持するとき、四指の支持フレーム 1 2 2 ~ 1 2 5 は、第 1 関節に相当する位置と、第 2 関節に相当する位置で曲がるように制御される。これにより、図 6 の (B) に示すように、親指と、四指のうちの少なくとも一本 (典型的には中指または人差指) で物体をつまむことができる。

20

【 0 0 4 5 】

図 7 は、平板の引き抜きに対する実施形態のグリッパ構造の挙動を説明する図である。把持対象の物体 5 1 が平板 5 1 A の場合、親指 1 2 0 と、親指以外の指 1 1 0 で平板 5 1 A の両面を把持する。親指 1 2 0 の腹と、親指以外の指 1 1 0 の腹で、平板 5 1 A が挟まれる。

【 0 0 4 6 】

親指 1 2 0 の外皮 1 2 1 の内部で、粘弾性体 1 2 5 の先端部は平板 5 1 A の裏面に向かって変形する。このとき、爪 1 2 3 と支持フレーム 1 2 2 によって、粘弾性体 1 2 5 は紙面の下側 (平板 5 1 A と反対の方向) への変形が抑制される。

【 0 0 4 7 】

親指以外の指 1 1 0 の外皮 1 1 1 の内部で、粘弾性体 1 1 5 の先端部は平板 5 1 A の表面に向かって変形する。このとき、爪 1 1 3 と支持フレーム 1 1 2 によって、粘弾性体 1 1 5 は紙面の上側 (平板 5 1 A と反対の方向) への変形が抑制される。

30

【 0 0 4 8 】

引き抜き力は、平板 5 1 A の面内方向に働き、摩擦力は引き抜き力と反対方向に働く。引き抜き力によって、粘弾性体 1 1 5 と 1 2 5 が引きずられて、平板 5 1 A の表面と裏面に押し付けられ、強い把持力を発揮する。

【 0 0 4 9 】

図 8 は、丸棒の引き抜きに対する実施形態のグリッパ構造の挙動を説明する図である。把持対象の物体 5 1 が丸棒 5 1 B の場合、親指 1 2 0 と、親指以外の指 1 1 0 で丸棒 5 1 B の外周を把持する。親指 1 2 0 の腹と、親指以外の指 1 1 0 の腹で、丸棒 5 1 B が挟まれる。

40

【 0 0 5 0 】

親指 1 2 0 の外皮 1 2 1 の内部で、粘弾性体 1 2 5 の先端部は丸棒 5 1 B の外面に沿って変形する。このとき、爪 1 2 3 と支持フレーム 1 2 2 によって、粘弾性体 1 2 5 は紙面の下側 (丸棒 5 1 B と反対の方向) への変形が抑制される。

【 0 0 5 1 】

親指以外の指 1 1 0 の外皮 1 1 1 の内部で、粘弾性体 1 1 5 の先端部は丸棒 5 1 B の外面に向かって変形する。このとき、爪 1 1 3 と支持フレーム 1 1 2 によって、粘弾性体 1 1 5 は紙面の下側 (丸棒 5 1 B と反対の方向) への変形が抑制される。

50

【 0 0 5 2 】

引き抜き力は、丸棒 5 1 B の中心軸と直交する方向であって、2 本の指と水平な方向に働く。摩擦力は引き抜き力と反対方向に働く。引き抜き力によって、粘弾性体 1 1 5 と 1 2 5 が引きずられて、丸棒 5 1 B の外表面を包み込むように押し付けられ、強い把持力を発揮する。

【 0 0 5 3 】

義手 1 1 0 の外皮を熱可塑性のスチレン系エラストマーと、塩化ビニルと、シリコーンゴムで作製して、多種の物体を把持して引き抜き実験を行った。外皮は親指 1 2 0 と親指以外の指 1 1 0 を一体的に包む 5 本指の手袋の形状に加工されている。外皮の材料に用いたシリコーンゴムは、中に充填する粘弾性体よりは伸縮性が小さいが、爪 1 1 3 , 1 2 3 よりも柔らかく伸縮しやすいように、その硬度が調整されている。

10

【 0 0 5 4 】

把持対象の物体は、ガラス板、木板、ゴムマット、アクリル板、アルミ板、ポリエチレン袋、樹脂ミラー、タオル、紙、スポンジである。A & D 社製のフォーステスター M C T - 2 1 5 0 を用いて、引っ張り速度 1 0 0 m m / 分、サンプリング間隔 1 0 μ m で物体が指の間から引き抜かれるまでの力を計測する。計測の結果、塩化ビニル、エラストマー、シリコーンゴムのいずれも外皮 1 1 として使用可能であるが、塩化ビニルとエラストマーが特に好ましいことがわかった。

【 0 0 5 5 】

より具体的には、塩化ビニルは把持してから最大荷重に至るまでの時間が短く、即応性に優れ、取扱いも容易である。エラストマーとシリコーンゴムの即応性は同程度であり、塩化ビニルと比較して最大荷重に至るまでの時間が若干長い。

20

【 0 0 5 6 】

引き抜かれるまでに要する消費エネルギーはシリコーンゴムが最も高いが、すべての物体に対して安定した把持力を示す。エラストマーの消費エネルギーは小さく省エネルギーであるが、物体に対する最大抵抗力が、塩化ビニル及びシリコーンゴムと比較してやや小さい。塩化ビニルとシリコーンの最大抵抗力は同程度であり、強い力で物体を把持することができる。

【 0 0 5 7 】

なお、マジックペン、ボールペン、乾電池、ペットボトル、湯呑み茶碗を含む多種の物体を 3 0 秒間把持して、5 0 c m 離れた位置まで運搬する実験も行った。運搬の成功率をみると、塩化ビニルの外皮の成功率は、シリコーンゴムの外皮の成功率の約 1 . 2 倍、エラストマーの外皮の成功率はシリコーンゴムの外皮の成功率の約 1 . 1 7 倍であることから、外皮としては塩化ビニルとエラストマーが優位である。

30

【 0 0 5 8 】

爪 1 3 の素材としては、外皮 1 1 よりも硬く、外皮 1 1 の内部の粘弾性体 1 5 の変形を物体側へ促進させることのできる材料であればよく、この条件を満たす限り、爪 1 3 の素材の違いによる影響は少ない。

【 0 0 5 9 】

上述したグリップ構造は、義手やロボットアームだけではなく、一般的なグリップにも適用可能である。

40

【 0 0 6 0 】

図 9 は、実施形態のグリップ構造を適用したグリップ装置 2 0 の概略図である。グリップ装置 2 0 は、一对の支持フレーム 2 2 と、一对の支持フレーム 2 2 を覆う外皮 2 1 と、外皮 2 1 の内部に充填される粘弾性体 2 5 と、各支持フレーム 2 2 の先端で外皮 2 1 の外側に設けられる爪 2 3 を有する。

【 0 0 6 1 】

支持フレーム 2 2 は、たとえばフレーム本体 2 4 の先端に設けられている。外皮 2 1 は支持フレーム 2 2 を覆っており、内部に粘弾性体 2 5 が充填されている。外皮 2 1 は、一对の支持フレーム 2 2 の対向面側に位置する腹部 2 1 p と、支持フレーム 2 2 の背面側に

50

位置する背部 2 1 b を有する。背部 2 1 b での粘弾性体 2 5 の層は薄く、腹部 2 1 p での粘弾性体 2 5 の層は厚い。

【 0 0 6 2 】

爪 2 3 は、外皮 2 1 の外側から背部 2 1 b を抑えて、粘弾性体 2 5 の変形が背部 2 1 b の側へ逃げることを抑制している。これにより、一对の支持フレーム 2 2 から把持対象の物体 5 5 (たとえば試験管) に把持力が印加されると、粘弾性体 2 5 は把持対象の物体 5 5 の外表面に沿って変形し、フォームクロージャへと遷移する。

【 0 0 6 3 】

外皮 2 1 を粘弾性体 2 5 よりも伸縮性の小さいエラストマー、塩化ビニル、硬度が調整されたシリコンゴム等で形成し、外皮 2 1 よりも硬い素材で爪 2 3 を形成することで、摺動抵抗に加えてフォームクロージャの抗力を得ることができる。これにより、ガラス製の滑りやすい物体でも安定して把持することができる。

10

【 0 0 6 4 】

グリップ装置 2 0 の構成は、2 本指型のロボットアーム、5 本指型のロボットアームのいずれにも適用可能である。5 本指型のロボットアームに適用する場合は、各指の支持フレームを外皮で覆って、外皮の中に粘弾性体を充填し、指の背部で外皮の外側を爪で抑えて背部側への粘弾性体の変形を抑制すればよい。これによりロボットアームの把持力を向上することができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 5 】

20

1 0 グリップ構造

1 1 外皮

1 2 支持フレーム

1 3 爪

1 5 粘弾性体

2 0 グリップ装置

2 1 外皮

2 2 支持フレーム

2 3 爪

2 5 粘弾性体

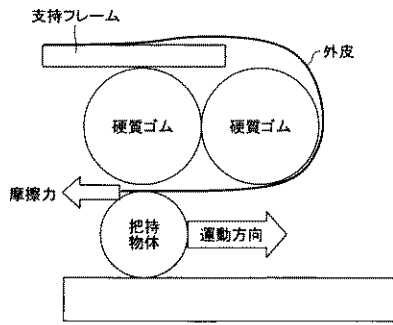
30

1 0 0 義手

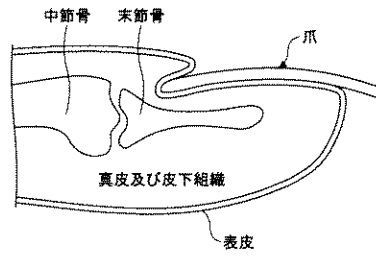
1 1 0 親指以外の指

1 2 0 親指

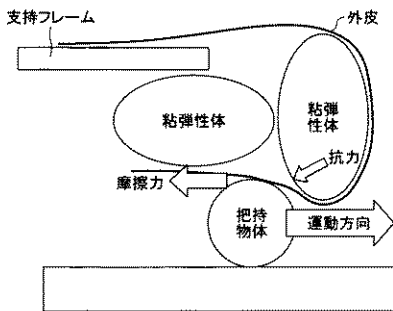
【図1】



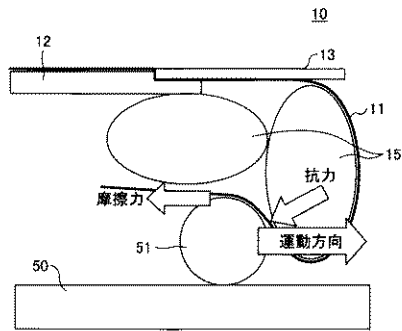
【図3】



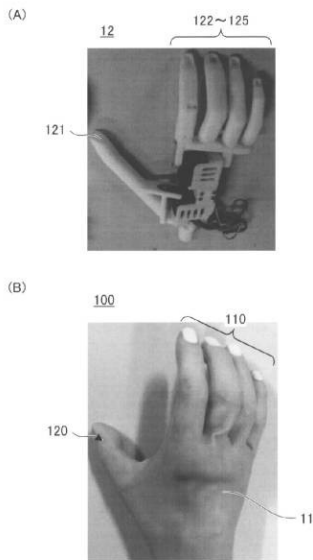
【図2】



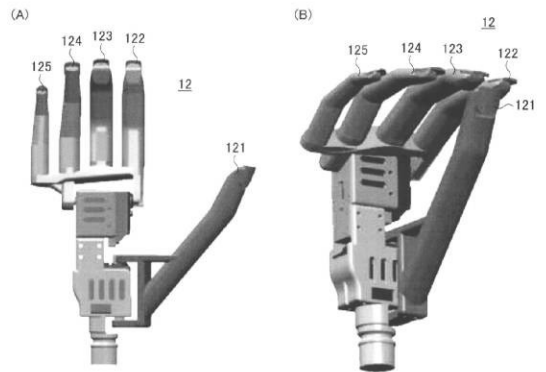
【図4】



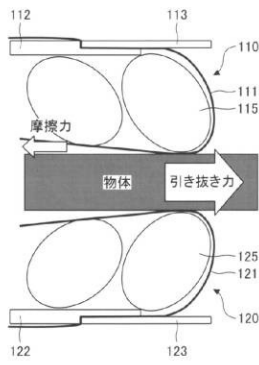
【図5】



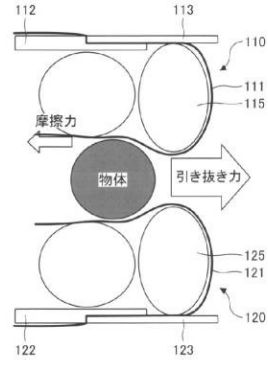
【図6】



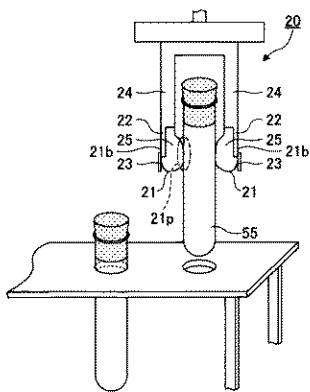
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 東郷 俊太

東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内

(72)発明者 姜 銀来

東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内

Fターム(参考) 3C707 AS35 ES06 ES10 EV14

4C097 AA11 BB02 BB03 CC01 CC03 CC16 DD04 EE03 EE13 TA02

TB01