

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2021-502530

(P2021-502530A)

(43) 公表日 令和3年1月28日(2021.1.28)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F 1 6 B 35/00 (2006.01)	F 1 6 B 35/00	Q 3 C 7 0 7
F 1 6 B 43/00 (2006.01)	F 1 6 B 43/00	C 3 J 0 3 4
B 2 5 J 15/12 (2006.01)	F 1 6 B 35/00	P
	B 2 5 J 15/12	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2020-525942 (P2020-525942)	(71) 出願人	517091414
(86) (22) 出願日	平成30年11月13日 (2018.11.13)		ソフト ロボティクス, インコーポレイ
(85) 翻訳文提出日	令和2年7月2日 (2020.7.2)		テッド
(86) 国際出願番号	PCT/US2018/060821		アメリカ合衆国 マサチューセッツ オ 1
(87) 国際公開番号	W02019/094964		7 3 0, ベドフォード, クロスビー
(87) 国際公開日	令和1年5月16日 (2019.5.16)		ドライブ 3 2, スイート 1 0 1
(31) 優先権主張番号	62/584, 399	(74) 代理人	100078282
(32) 優先日	平成29年11月10日 (2017.11.10)		弁理士 山本 秀策
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)	(74) 代理人	100113413
			弁理士 森下 夏樹
		(74) 代理人	100181674
			弁理士 飯田 貴敏
		(74) 代理人	100181641
			弁理士 石川 大輔

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低減された細菌貯留点、シール能力、および構成要素保護特徴を伴う締結具

(57) 【要約】

例示的实施形態は、産業タスクに好適な締結具（200）に関する。いくつかの実施形態は、シールリング（202）の外面が、締結具ヘッドとほぼ同一の直径に位置し、したがって、外来汚染物質に関する進入リスクを低減させるようにサイズ決めされる、シール表面（208）を含む。さらなる実施形態は、シールの一貫性および品質を改良するための、センタリングパイロット（210）を提供する。いくつかの実施形態は、締結具が適用されている表面から緊締工具を離れるように持ち上げ、容易に液体を排出するための、角度付けられたフランジ（206）を締結具ヘッド上に提供する。緊締工具を收容するヘッドの部分は、比較的小さく（締結具のねじ山付きシャフトとほぼ同一の直径）、過トルク印加のリスクを低減させ得る。

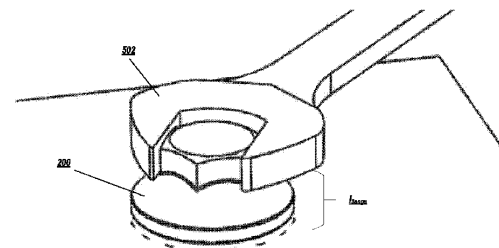


FIG. 5

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

外径 $d_{\text{sealing_ring}}$ を有するシールリングと併用されるように構成される締結具であって、前記締結具は、

最大径 d_{head} を有するヘッドと、

ねじ山付きシャフトと、

前記ヘッドと前記ねじ山付きシャフトとの間に配置される凹面形シール表面であって、前記凹面形シール表面は、前記シールリングを受容し、前記シールリングが前記シール表面内に配置されると、前記シールリングの外径 $d_{\text{sealing_ring}}$ を実質的に前記直径 d_{head} に設置するために十分な量だけ、前記直径 d_{head} を下回る直径 $d_{\text{sealing_surface}}$ を有するようにサイズ決めおよび成形される、凹面形シール表面と

を備える、締結具。

【請求項 2】

前記締結具が適用されている物体の表面に接触するように構成される軸受表面をさらに備え、前記軸受表面は、前記シール表面の内部に配置される、請求項 1 に記載の締結具。

【請求項 3】

前記ヘッド上のフランジをさらに備え、前記フランジは、前記締結具の半径方向に対して少なくとも 45 度に角度付けられる、請求項 1 に記載の締結具。

【請求項 4】

前記フランジは、前記締結具の縦方向に延在し、前記フランジの前記縦方向の長さは、前記締結具のヘッドの長さの少なくとも半分である、請求項 3 に記載の締結具。

【請求項 5】

前記ヘッドは、ある直径を有する工具受容突出部を備え、前記フランジは、前記工具受容突出部の直径より大きい直径を有する、請求項 3 に記載の締結具。

【請求項 6】

前記フランジの直径は、前記工具受容突出部の直径の少なくとも 2 倍である、請求項 5 に記載の締結具。

【請求項 7】

前記ヘッドは、工具受容突出部を備え、前記工具受容突出部は、内部ソケットを欠いている、請求項 1 に記載の締結具。

【請求項 8】

前記工具受容突出部は、前記ねじ山付きシャフトの直径に実質的に等しい直径を有する、請求項 7 に記載の締結具。

【請求項 9】

前記ヘッドと前記ねじ山付きシャフトとの間に配置されるセンタリングパイロットをさらに備え、前記センタリングパイロットは、ねじ山付き孔に対して一貫してセンタリングされた位置に前記締結具を誘導するようにサイズ決めおよび成形される、請求項 1 に記載の締結具。

【請求項 10】

請求項 1 に記載の締結具と、前記シールリングとを備えるアセンブリであって、前記シールリングは、前記締結具とは離散した要素である、アセンブリ。

【請求項 11】

上端部から下端部まで縦方向に延在する締結具であって、前記締結具は、

前記締結具の上端部に配置されるヘッドであって、前記ヘッドは、最上端部において提供される工具受容突出部と、前記工具受容突出部の下方に配置されるフランジとを有し、前記フランジは、前記工具受容突出部の少なくとも 2 倍の大きさの直径を有する、ヘッドと、

前記締結具の下端部に配置されるねじ山付きシャフトと

を備える、締結具。

10

20

30

40

50

【請求項 12】

前記フランジは、前記ヘッドの長さの少なくとも半分である前記縦方向の長さを有する、請求項 11 に記載の締結具。

【請求項 13】

前記フランジは、前記締結具の半径方向に対して少なくとも 45 度に角度付けられる、請求項 11 に記載の締結具。

【請求項 14】

前記工具受容突出部は、内部ソケットを欠いている、請求項 21 に記載の締結具。

【請求項 15】

前記工具受容突出部は、前記ねじ山付きシャフトの直径に実質的に等しい直径を有する、請求項 11 に記載の締結具。

10

【請求項 16】

前記ヘッドと前記ねじ山付きシャフトとの間に配置されるセンタリングパイロットをさらに備え、前記センタリングパイロットは、ねじ山付き孔に対して一貫してセンタリングされた位置に前記締結具を誘導するようにサイズ決めおよび成形される、請求項 11 に記載の締結具。

【請求項 17】

前記フランジと前記ねじ山付きシャフトとの間に配置される凹面形シール表面をさらに備える、請求項 11 に記載の締結具。

【請求項 18】

前記凹面形シール表面は、シールリングを受容し、かつ前記シールリングが前記シール表面内に配置されると、前記シールリングの外径 $od_{sealing_ring}$ を実質的に直径 d_{head} に設置するために十分な量だけ、前記ヘッドの直径 d_{head} を下回る直径 $d_{sealing_surface}$ を有するようにサイズ決めおよび成形される、請求項 17 に記載の締結具。

20

【請求項 19】

前記締結具が適用されている物体の表面に接触するように構成される軸受表面をさらに備え、前記軸受表面は、前記シール表面の内部に配置される、請求項 17 に記載の締結具。

【請求項 20】

請求項 11 に記載の締結具と、前記シールリングとを備えるアセンブリであって、前記シールリングは、前記締結具とは離散した要素である、アセンブリ。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願)

本願は、2017年11月10日に出願された米国仮特許出願第62/584,399号の優先権を主張する。前述の出願の内容は、参照することによって本明細書に組み込まれる。

【0002】

本開示は、概して、締結具の分野に関し、特に、ロボットのアームの端部ツール、空気圧式シール、および高振動環境を含む、産業用途における使用に好適な締結具に関する。

40

【背景技術】

【0003】

ロボットシステムが、いくつかの異なる状況において採用され、多種多様な異なるタスクを実施するために要求され得る。ロボットは、典型的には、個々のアクチュエータ、グリッパ、またはエンドエフェクタ等のロボットマニピュレータを使用して、それらの周囲の物体を操作する。

【0004】

ソフトロボットアクチュエータは、近年、従来のハードアクチュエータが不適切であり

50

得る、または欠陥を被り得る状況において採用されている。例えば、食品取扱において、握持されている物品に共形化し、したがって、食品が損なわれることまたは傷つけられることを防止するためのソフトロボットアクチュエータの改良された能力のため、それらを使用することが、有利であり得る。同様の理由のために、ソフトアクチュエータが、医療環境においても使用され得る。

【0005】

ハードロボットアクチュエータまたはソフトロボットアクチュエータのいずれが採用されているかにかかわらず、ある生体または化学物質の取扱は、特有の問題をもたらし得る。ハードおよびソフトロボットシステムは、生体または化学物質が蓄積し、細菌を繁殖させる、または潜在的に有毒な物質を他の製品に拡散させ得る、多数の間隙、面粗度、窪み、締結具、および他の面積を含み得る。従来から、蓄積された生体または化学物質を除去することは困難であり、したがって、汚染の危険をもたらし得る。

10

【0006】

汚染リスクは、他の用途にも同様に存在する。多くの状況において、物体の外表面は、化学汚染物質、生物源、または有害物質に暴露され得る。暴露される表面が、完全に均一であろうことは、稀であり、典型的には、表面は、表面が他の表面または物体に付着されることを可能にする、いくつかの締結具を含む。異物が、締結具と表面との間の隙間の中に進入し得る。また、締結具自体が、汚染物質を貯留させ得る間隙（ねじ頭上のスロット等）を有している場合がある。

20

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0007】

例示的实施形態は、外来汚染物質に対する締結具のシール能力を改良し、締結具上または締結具と締結具が添着される表面との間の汚染物質貯留点を低減させ、工具取扱を改良し、工具が締結具を過緊締し得るリスクまたは締結具が添着される物体の表面を損なわせ得るリスクを低減させる、1つ以上の特徴を有する、締結具に関する。

【0008】

一実施形態では、締結具は、外径 $d_{\text{sealing_ring}}$ を有するシールリングと併用されるように構成されてもよい。締結具は、最大径 d_{head} を有する、ヘッドと、ねじ山付きシャフトと、凹面形シール表面とを含んでもよい。凹面形シール表面は、ヘッドとねじ山付きシャフトとの間に配置されてもよく、シールリングを受容し、シールリングがシール表面内に配置されると、シールリングの外径 $d_{\text{sealing_ring}}$ を実質的に直径 d_{head} に設置するために十分な量だけ、直径 d_{head} を下回る直径 $d_{\text{sealing_surface}}$ を有するようにサイズ決めおよび成形されてもよい。本構成では、外来汚染物質が締結具のヘッドの下に進入する可能性が、低減される。

30

【0009】

いくつかの実施形態では、締結具は、締結具が適用されている物体の表面に接触するように構成される、軸受表面を含んでもよい。軸受表面は、シール表面の内部（例えば、シール表面と締結具の底部との間、またはそれを通して締結具がシール表面に対して挿入される開口部の内側）に配置されてもよい。本構成では、物体に接触する軸受表面は、締結具によって維持されるシールされた面積の内側にあり、そのため、物体の表面上に生じるいかなる損傷も、汚染物質に対して遮蔽されるであろう。

40

【0010】

いくつかの実施形態では、締結具のヘッドは、フランジを含んでもよい。フランジは、締結具の半径方向に対して少なくとも45度に角度付けられてもよい。本構成では、液体が、比較的容易に締結具の上面から流出し、したがって、外来汚染物質が締結具に膠着するであろう可能性を低減させ、締結具が洗い流され、存在するいかなる汚染物質も排除することを可能にし得る。

【0011】

いくつかの実施形態では、フランジは、締結具の縦方向に延在する、ある長さを有し、

50

フランジの長さは、締結具のヘッドの全長の少なくとも半分であってもよい。本構成では、締結具の上部を把持するために使用される工具は、締結具が適用されている物体の表面から離れるように持ち上げられ、工具が、締結具を緊締させる間、物体の表面と接触し、それを損なわせるであろうリスクを低減させる。

【0012】

いくつかの実施形態では、ヘッドは、ある直径を有する、工具受容突出部を含んでもよい。フランジは、工具受容突出部の直径より大きい直径を有してもよい（例えば、フランジの直径は、工具受容突出部の直径の少なくとも2倍であってもよい）。本構成では、物体が適用されている表面は、フランジが、工具から表面を遮蔽するため、工具からの接触に対してさらに保護される。

10

【0013】

いくつかの実施形態では、工具受容突出部は、内部ソケット等の陥凹部を欠いてもよい。これは、液体が、締結具から完全に排水し、汚染物質貯留点を低減させることを可能にする。

【0014】

いくつかの実施形態では、工具受容突出部は、締結具の最大径と比較して直径が比較的小さくてもよい。例えば、工具受容突出部は、ねじ山付きシャフトの直径に対して、直径が実質的に等しい、または直径がより小さくてもよい。本構成は、締結具に過トルクを印加する機会を低減させる、より小さい緊締工具の使用を促進または要求する。これは、ひいては、シール要素が適用されるときシールの品質を改良し、構成要素のねじ山の寿命を向上させる。

20

【0015】

いくつかの実施形態では、締結具は、ヘッドとねじ山付きシャフトとの間に配置される、センタリングパイロットを含んでもよい。センタリングパイロットは、ねじ山付き孔に対して一貫してセンタリングされた位置に締結具を誘導してもよい。本構成は、シールリングの均一な半径方向圧縮を提供する役割を果たし、全体的なシール品質を改良する。これはまた、再現性を改良し、締結具が、シール品質を変化させることなく、除去され、再度取り付けられることを可能にする。さらに、これは、締結される構成要素が、所望されるように精密に位置付けられるように、構成要素をアセンブリ内のねじ山付き特徴に整合させるために使用されることができる。

30

【0016】

上記に記載されるように、締結具は、シールリングの有無にかかわらず、使用されてもよい。シールリングと併用されるとき、シールリングは、シールリングが除去可能であり、必要に応じて取り付けられ得るように、締結具とは離散した、かつ別個の要素であってもよい。本構成では、損傷されたシールリングは、締結具を交換する必要なく、容易に交換されることができる。同様に、異なるタイプのシールリングが、用途またはシールされている材料に応じて、同一の締結具と併用されてもよい。

【0017】

上記で説明される特徴はそれぞれ、分離して、または他の特徴と組み合わせて利点を提供し得るため、これらの特徴のうちのいずれかまたは全てが、別個にまたは相互との任意の組み合わせにおいて使用され得ることが、想定される。

40

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1A】図1A-1Gは、例示的締結具が適用され得るソフトロボットアクチュエータの種々の実施例を描写する。

【図1B】図1A-1Gは、例示的締結具が適用され得るソフトロボットアクチュエータの種々の実施例を描写する。

【図1C】図1A-1Gは、例示的締結具が適用され得るソフトロボットアクチュエータの種々の実施例を描写する。

【図1D】図1A-1Gは、例示的締結具が適用され得るソフトロボットアクチュエータ

50

の種々の実施例を描写する。

【図 1 E】図 1 A－1 G は、例示的締結具が適用され得るソフトロボットアクチュエータの種々の実施例を描写する。

【図 1 F】図 1 A－1 G は、例示的締結具が適用され得るソフトロボットアクチュエータの種々の実施例を描写する。

【図 1 G】図 1 A－1 G は、例示的締結具が適用され得るソフトロボットアクチュエータの種々の実施例を描写する。

【0019】

【図 2 A】図 2 A－2 C は、開示される実施形態による、例示的締結具を描写する。

【図 2 B】図 2 A－2 C は、開示される実施形態による、例示的締結具を描写する。

【図 2 C】図 2 A－2 C は、開示される実施形態による、例示的締結具を描写する。

【0020】

【図 3】図 3 A－3 B は、例示的締結具の種々の利点を描写する。

【0021】

【図 4】図 4 は、例示的締結具上での例示的センタリングパイロットの使用を描写する。

【0022】

【図 5】図 5 は、例示的締結具の例示的な取付または除去を描写する。

【0023】

【図 6】図 6 は、例示の実施形態による締結具を使用するための例示的方法を説明する、フローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0024】

本発明は、ここで、本発明の好ましい実施形態が示される、付随の図面を参照してさらに説明されるであろう。しかしながら、本発明は、多くの異なる形態で具現化され得、本明細書に記載される実施形態に限定されるものとして解釈されるべきではない。むしろ、これらの実施形態は、本開示が徹底的かつ完全となり、本発明の範囲を当業者に完全に伝達するであろうように提供される。図面では、同一の番号は、全体を通して同一の要素を指す。

【0025】

(ソフトロボットグリッパに関する背景技術)

従来のロボットアクチュエータは、高価であり、取り扱われている物体の重量、サイズ、および形状の不確実性および多様性が、これまで自動解決策が機能することを妨げていた、ある環境で動作することが不可能であり得る。本願は、適応的、安価、軽量、カスタマイズ可能、かつ使用することが単純である、新規のソフトロボットアクチュエータの用途を説明する。

【0026】

ソフトロボットアクチュエータは、ゴム、コーティングされたファブリック、または圧力下で広がる、伸張する、捻転する、屈曲する、延在する、および／または収縮するように構成される、アコーディオン構造に配列されるプラスチックの薄い壁等のエラストマ材料、または他の好適な比較的軟質の材料から形成されてもよい。アコーディオン構造の代替として、またはそれに加えて、エラストマ材料を採用するソフトアクチュエータの他のタイプまたは構成が、利用されてもよい。それらは、例えば、エラストマ材料の 1 つ以上の部片を所望の形状に成型または接合することによって作成されてもよい。代替として、または加えて、エラストマ材料の異なる部片が、熱的に接合または縫着されてもよい。ソフトロボットアクチュエータは、アクチュエータを加圧する、膨張させる、および／または作動させるように、空気、水、または生理食塩水等の流体で充填され得る、中空内部を含んでもよい。作動に応じて、アクチュエータの形状または外形は、変化する。アコーディオン式アクチュエータ（下記でより詳細に説明される）の場合、作動は、アクチュエータを所定の標的形状に湾曲または直線化させてもよい。完全な未作動形状と完全な作動形状との間の 1 つ以上の中間標的形状は、アクチュエータを部分的に膨張させることによ

10

20

30

40

50

って達成され得る。代替として、または加えて、アクチュエータは、アクチュエータから膨張流体を除去し、それによって、アクチュエータが屈曲、捻転、および／または延在する程度を変化させるように、真空を使用して作動されてもよい。

【0027】

作動はまた、アクチュエータが握持または押動されている物体等の物体に力を及ぼすことも可能にし得る。しかしながら、従来のハードロボットアクチュエータと異なり、ソフトアクチュエータは、ソフトアクチュエータが握持されている物体の形状に部分的または完全に共形化し得るように作動されると、適応性質を維持する。それらはまた、アクチュエータが握持標的ではない積み重ねの中の隣接物体または容器の側面と衝突する可能性が高いため、積み重ねから物体を取り上げる、または容器から物体を取り出すときに特に関連性があり得る、物体との衝突に応じて偏向し得る。さらに、印加される力の量は、材料が容易に変形し得るため、制御された様式でより広い表面積にわたって拡散されることができる。このようにして、ソフトロボットアクチュエータは、物体を損傷することなく、それらを把持することができる。

10

【0028】

なおもさらに、ソフトアクチュエータは、適応的であり、故に、単一の固定具が、複数の種類の物体を把持することができる。ソフトアクチュエータの外表面は、比較的繊細であるため、容易に傷つけられる、または損傷されるアイテム（例えば、トマト）用のリダイレクト等の役割を果たすことができる一方で、硬質固定具が、より頑丈なアイテム（例えば、真鍮弁）を操作することに限定され得る。

20

【0029】

さらに、ソフトアクチュエータは、典型的には、把持されている表面に跡を付けないであろう。典型的には、容易に跡をつけられる表面（例えば、ベニヤ）が硬質固定具によって把持されるであろうときに、保護コーティングまたはフィルムが、部品が跡をつけられることを防止するために適用され得、これは、製造の費用を増加させる。ソフトアクチュエータを用いると、本ステップは、省略され得、部品は、特殊コーティングまたはフィルムを用いずに保護され得る。

【0030】

また、ソフトロボットアクチュエータは、従来のハードロボットアクチュエータを用いて達成することが困難であり得る、運動のタイプまたは運動の組み合わせ（屈曲、捻転、延在、および収縮を含む）を可能にする。

30

【0031】

従来のロボットグリッパまたはアクチュエータは、高価であり、取り扱われている物体の重量、サイズ、および形状の不確実性および多様性が、これまで自動解決策が機能することを妨げていた、ある環境で動作することが不可能であり得る。本願は、適応的、安価、軽量、カスタマイズ可能、かつ使用することが単純である、新規のソフトロボットアクチュエータの用途を説明する。

【0032】

ソフトロボットアクチュエータは、ゴム、または圧力下で広がる、伸張する、および／または屈曲するように構成される、アコーディオン構造に配列されるプラスチックの薄い壁等のエラストマ材料、または他の好適な比較的軟質の材料から形成されてもよい。それらは、例えば、エラストマ材料の1つ以上の部片を所望の形状に成型することによって作成されてもよい。ソフトロボットアクチュエータは、アクチュエータを加圧する、膨張させる、および／または作動させるように、空気、水、または生理食塩水等の流体で充填され得る、中空内部を含んでもよい。作動に応じて、アクチュエータの形状または外形は、変化する。アコーディオン式アクチュエータ（下記でより詳細に説明される）の場合、作動は、アクチュエータを所定の標的形状に湾曲または直線化させてもよい。完全な未作動形状と完全な作動形状との間の1つ以上の中間標的形状が、アクチュエータを部分的に膨張させることによって達成され得る。代替として、または加えて、アクチュエータは、アクチュエータから膨張流体を除去し、それによって、アクチュエータが屈曲、捻転、お

40

50

よび／または延在する程度を変化させるように、真空を使用して作動されてもよい。

【0033】

作動はまた、アクチュエータが握持または押動されている物体等の物体に力を及ぼすことも可能にし得る。しかしながら、従来のハードロボットアクチュエータと異なり、ソフトアクチュエータは、ソフトアクチュエータが握持されている物体の形状に部分的または完全に共形化し得るように作動されると、適応性質を維持する。それらはまた、アクチュエータが握持標的ではない積み重ねの中の隣接物体または容器の側面と衝突する可能性が高いため、積み重ねから物体を取り上げる、または容器から物体を取り出すときに特に関連性があり得る、物体との衝突に応じて偏向し得る。さらに、印加される力の量は、材料が容易に変形し得るため、制御された様式でより広い表面積にわたって拡散されることができる。このようにして、ソフトロボットアクチュエータは、物体を損傷することなく、それらを把持することができる。

10

【0034】

なおもさらに、ソフトアクチュエータは、適応的であり、故に、単一の固定具が、複数の種類の物体を把持することができる。ソフトアクチュエータの外表面は、比較的繊細であるため、容易に傷つけられる、または損傷されるアイテム（例えば、トマト）用のリダイレクタ等の役割を果たすことができる一方で、硬質固定具が、より頑丈なアイテム（例えば、真鍮弁）を操作することに限定され得る。

【0035】

さらに、ソフトアクチュエータは、典型的には、把持されている表面に跡を付けないであろう。典型的には、容易に跡をつけられる表面（例えば、ベニヤ）が硬質固定具によって把持されるであろうときに、保護コーティングまたはフィルムが、部品が跡をつけられることを防止するために適用され得、これは、製造の費用を増加させる。ソフトアクチュエータを用いると、本ステップは、省略され得、部品は、特殊コーティングまたはフィルムを用いずに保護され得る。

20

【0036】

また、ソフトロボットアクチュエータは、従来のハードロボットアクチュエータを用いて達成することが困難であり得る、運動のタイプまたは運動の組み合わせ（屈曲、捻転、延在、および収縮を含む）を可能にする。

【0037】

図1A-1Dは、例示的ソフトロボットアクチュエータを描写する。より具体的には、図1Aは、ソフトロボットアクチュエータの一部の側面図を描写する。図1Bは、上部から図1Aからの一部を描写する。図1Cは、ユーザによって操作され得るポンプを含む、ソフトロボットアクチュエータの一部の側面図を描写する。図1Dは、図1Cに描写される一部の代替実施形態を描写する。

30

【0038】

アクチュエータは、空気、水、生理食塩水、または任意の好適な液体、ガス、ゲル、発泡体等の膨張流体を用いて膨張可能である、図1Aに描写されるようなソフトロボットアクチュエータ100であってもよい。膨張流体は、流体接続118を通して膨張デバイス120を介して提供されてもよい。

40

【0039】

アクチュエータ100は、膨張流体の限定された量が周囲環境と実質的に同一の圧力においてアクチュエータ100の中に存在する、未膨張状態であってもよい。アクチュエータ100はまた、所定量の膨張流体がアクチュエータ100の中に存在する、完全膨張状態であってもよい（所定量は、アクチュエータ100によって印加される所定の最大力、または膨張流体によってアクチュエータ100上に印加される所定の最大圧力に対応する）。アクチュエータ100はまた、全ての流体がアクチュエータ100から除去される、完全真空状態、またはある程度の流体がアクチュエータ100の中に存在するが、周囲圧力未満である圧力にある、部分真空状態であってもよい。さらに、アクチュエータ100は、アクチュエータ100が完全膨張状態で存在する所定量の膨張流体未満であるが、ゼ

50

ロの（または非常に限定された）膨張流体を上回る量を含む、部分膨張状態であってもよい。

【0040】

膨張状態では、アクチュエータ100は、図1Aに示されるように中心軸の周囲で湾曲する傾向を呈し得る。議論を容易にするために、いくつかの方向が、本明細書に定義される。軸方向は、図1Bに示されるように、その周囲でアクチュエータ100が湾曲する、中心軸を通過する。半径方向は、膨張したアクチュエータ100によって形成される部分的な円の半径の方向に、軸方向に対して垂直な方向に延在する。円周方向は、膨張したアクチュエータ100の円周に沿って延在する。

【0041】

膨張状態では、アクチュエータ100は、アクチュエータ100の内側円周縁に沿って半径方向に力を及ぼし得る。例えば、アクチュエータ100の遠位先端の内側は、中心軸に向かって内向きに力を及ぼし、これは、アクチュエータ100が（潜在的に1つ以上の付加的アクチュエータ100と併せて）物体を握持することを可能にするために活用されてもよい。ソフトロボットアクチュエータ100は、使用される材料およびアクチュエータ100の一般的構造に起因して、膨張されると、比較的に共形性のままであり得る。

【0042】

アクチュエータ100は、比較的柔軟または共形構造を可能にする、1つ以上のエラストマ材料から作製されてもよい。用途に応じて、エラストマ材料は、食品安全性、生体適合性、または医学的に安全な、FDA承認材料の群から選択されてもよい。アクチュエータ100は、適正製造プロセス（「GMP」）対応設備で製造されてもよい。

【0043】

アクチュエータ100は、略扁平である基部102を含んでもよい（但し、種々の修正または付属器が、アクチュエータの把持および／または屈曲能力を改良するために基部102に追加されてもよい）。基部102は、標的物体を握持する、把持表面を形成してもよい。

【0044】

アクチュエータ100は、1つ以上のアコーディオン延在部104を含んでもよい。アコーディオン延在部104は、アクチュエータ100が膨張または収縮されると屈曲または撓曲することを可能にし、膨張または収縮状態であるときにアクチュエータ100の形状を画定することに役立つ。アコーディオン延在部104は、一連の隆起106と、溝108とを含む。アコーディオン延在部104のサイズおよび隆起106および溝108の設置は、異なる形状または延在外形を取得するために変動されることができる。

【0045】

図1A-1Dの例示的アクチュエータは、展開されたときの「C」字または卵形で描写されるが、当業者は、本発明がそのように限定されないことを認識するであろう。アクチュエータ100の本体の形状、またはアコーディオン延在部104のサイズ、位置、または構成を変化させることによって、異なるサイズ、形状、および構成が、達成され得る。また、アクチュエータ100に提供される膨張流体の量を変動させることは、アクチュエータ100が、未膨張状態と膨張状態との間の1つ以上の中間サイズまたは形状をとることを可能にする。したがって、個々のアクチュエータ100は、膨張量を変動させることによってサイズおよび形状が拡張可能であり得、アクチュエータは、1つのアクチュエータ100を、異なるサイズ、形状、または構成を有する別のアクチュエータ100と置換することによって、サイズおよび形状がさらに拡張可能であり得る。

【0046】

アクチュエータ100は、近位端112から遠位端110まで延在する。近位端112は、インターフェース114に接続する。インターフェース114は、アクチュエータ100が他の部品に解放可能に結合されることを可能にする。インターフェース114は、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリカーボネート、ポリエーテルエーテルケトン、アクリロニトリルブタジエンスチレン（「ABS」）、またはアセタールホモポリマー等の食

10

20

30

40

50

品安全性または医学的に安全な材料から作製されてもよい。インターフェース 114 は、アクチュエータ 100 および可撓性管類 118 の一方または両方に解放可能に結合されてもよい。インターフェース 114 は、アクチュエータ 100 に接続するためのポートを有してもよい。異なるインターフェース 114 が、より大型またはより小型のアクチュエータ、異なる数のアクチュエータ、または異なる構成におけるアクチュエータに適應するために、アクチュエータポートの異なるサイズ、数、または構成を有してもよい。

【0047】

アクチュエータ 100 は、可撓性管類 118 等の流体接続を通して膨張デバイス 120 から供給される膨張流体で膨張されてもよい。インターフェース 114 は、流体がアクチュエータ 100 に進入することを可能にするが、（弁が開放されない限り）流体がアクチュエータから退出することを防止するための弁 116 を含んでもよい、またはそれに取り付けられてもよい。可撓性管類 118 はまた、または代替として、膨張デバイス 120 の場所における膨張流体の供給を調整するための膨張デバイス 120 におけるインフレータ弁 124 に取り付けられてもよい。

10

【0048】

可撓性管類 118 はまた、一方の端部においてインターフェース 114 に、かつ他方の端部において膨張デバイス 120 に解放可能に接続するためのアクチュエータ接続インターフェース 122 を含んでもよい。アクチュエータ接続インターフェース 122 の 2 つの部品を分離することによって、異なる膨張デバイス 120 が、異なるインターフェース 114 および／またはアクチュエータ 100 に接続されてもよい。

20

【0049】

膨張流体は、例えば、空気または生理食塩水であってもよい。空気の場合、膨張デバイス 120 は、周囲空気を供給するための手動バルブまたは蛇腹部を含んでもよい。生理食塩水の場合、膨張デバイス 120 は、シリンジまたは他の適切な流体送達システムを含んでもよい。代替として、または加えて、膨張デバイス 120 は、膨張流体を供給するための圧縮器またはポンプを含んでもよい。

【0050】

膨張デバイス 120 は、膨張流体を供給するための流体供給源 126 を含んでもよい。例えば、流体供給源 126 は、圧縮空気、液化または圧縮二酸化炭素、液化または圧縮窒素または生理食塩水を貯蔵するためのリザーバであってもよい、または周囲空気を可撓性管類 118 に供給するための通気孔であってもよい。

30

【0051】

膨張デバイス 120 はさらに、可撓性管類 118 を通して流体供給源 126 からアクチュエータ 100 に膨張流体を供給するためのポンプまたは圧縮器等の流体送達デバイス 128 を含む。流体送達デバイス 128 は、流体をアクチュエータ 100 に供給すること、またはアクチュエータ 100 から流体を引き出すことが可能であり得る。流体送達デバイス 128 は、電気によって動力供給されてもよい。電気を供給するために、膨張デバイス 120 は、バッテリーまたは電気コンセントへのインターフェース等の電力供給源 130 を含んでもよい。

【0052】

電力供給源 130 はまた、電力を制御デバイス 132 に供給してもよい。制御デバイス 132 は、ユーザが、例えば、1 つ以上の作動ボタン 134（またはスイッチ、インターフェース、タッチディスプレイ等の代替デバイス）を通して、アクチュエータの膨張または収縮を制御することを可能にし得る。制御デバイス 132 は、制御信号を流体送達デバイス 128 に送信し、流体送達デバイス 128 に膨張流体を供給させる、またはアクチュエータ 100 から膨張流体を引き出させるためのコントローラ 136 を含んでもよい。

40

【0053】

ソフトロボットアクチュエータは、ハードアクチュエータが望ましくない、多くの事例で有用であり得る。例えば、限定ではないが、ソフトアクチュエータは、包装ブランクまたはプリフォームを取り上げ、それをブロー成型機に提供してもよく、その後、ブロー成

50

型機は、金型に基づいて、ブランクを所望の形態に再成形してもよい。成形された後、成型された部品は、典型的には、非常に熱く、変形可能であろう。成型された部品は、成型された部品を損傷または変形させることなく、ソフトアクチュエータによって回収されてもよい。アクチュエータは、次いで、洗浄、標識、充填、および／または冠着されている間に、成型された部品を保持してもよい。他のソフトアクチュエータは、予防接種、分析、または手術のため等に、生きた動物を優しく保持してもよい。

【0054】

従来のブロー成型動作における1つの問題は、握持されている物体が、ブロー成型の前および後に異なる形状を有する（包装ブランクから最終形成製品に遷移する）ことである。ハードグリッパが、変化する形状に適応する困難を有し得る（したがって、おそらく、単一のブロー成型動作のために2つの異なるタイプのグリッパを要求する）一方で、ソフトアクチュエータは、同一のグリッパを使用して、両方の物体形状を握持するために十分に適応可能であり得る。

【0055】

ソフトロボットアクチュエータは、所定量の膨張流体で（または所定の圧力まで）膨張されてもよく、アクチュエータの流入／流出量および／またはアクチュエータの内圧が、測定されてもよい。物体と接触することに応じて、アクチュエータは、偏向されてもよく、結果として、膨張流体は、アクチュエータから流出（またはそれに流入）してもよい。本膨張流体流は、ある位置における、または、概してアクチュエータと接触している、物体の存在を示す、検出器としての役割を果たしてもよい。代替として、アクチュエータは、タッチセンサ、屈曲センサ、または物体との接触を位置合わせするための他のタイプの検出デバイスを含んでもよい。

【0056】

図1Eは、グリッパハブ202がロボットアームRAに取り付けられ、作動のための流体供給源が外部流体ライン118を介して提供される、複数のフィンガを伴うソフトロボットアクチュエータ100を描写する。フィンガ100は、逆に丸められた位置で、方向604に丸められて示される。

【0057】

図1Fおよび1Gは、本明細書に議論される任意の実施形態と併用され得る、ソフトロボットアクチュエータフィンガ100を描写する。各フィンガ100またはアクチュエータ100は、内部空隙3004を囲繞するエラストマ外面3005を含み、膨張流体が内部空隙3004に供給されるときに丸まるように構成される。歪み限定側2003が、延在に抵抗する一方、拡張側3001は、流体圧力の変化に応じて、延在および収縮を助長するための蛇腹特徴を含み、延在または収縮のいずれかは、1つまたは別の方向に丸まることを引き起こす。補強リブ3003が、主に丸まる方向に沿って生じるように拡張および収縮を制約し、また、握持のためのいくつかのテクスチャ加工または隆起も提供する。

【0058】

図1A-1Gは、時として、アコーディオン式ソフトアクチュエータと称される、特定のタイプのソフトロボットアクチュエータを描写する。しかしながら、多数の他のタイプのソフトアクチュエータも、存在し、そのうちのいくつかは、下記の特定の実施形態に関連して説明される。ソフトアクチュエータは、軟質または応柔性材料から部分的または完全に形成されるアクチュエータを含み、より従来のハードアクチュエータ材料を組み込む、または囲繞してもよい。

【0059】

ソフトアクチュエータは、種々の方法で移動してもよい。例えば、ソフトアクチュエータは、上記に示されるように屈曲してもよい、または「Flexible Robotic Actuators」と題され、2014年9月8日に出願された、米国特許出願第14/480,106号に説明される、ソフト触手アクチュエータの実施例におけるように捻転してもよい。別の実施例では、ソフトアクチュエータは、「Soft Actuators and Soft Actuating Devices」と題され、201

10

20

30

40

50

5年7月17日に出願された、米国特許出願第14/801,961号に説明されるような線形アクチュエータであってもよい。なおもさらに、ソフトアクチュエータは、「Flexible Robotic Actuators」と題され、2014年7月11日に出願された、米国特許出願第14/329,506号におけるように、シート材料から形成されてもよい。さらに別の実施例では、ソフトアクチュエータは、「Apparatus, System, and Method for Providing Fabric Elastomer Composites as Pneumatic Actuators」と題され、2014年8月25日に出願された、米国特許出願第14/467,758号におけるように、複雑な形状を形成するように組み込み繊維構造を伴う複合材料で構成されてもよい。

10

【0060】

当業者は、ソフトアクチュエータの他の構成および設計もまた、可能として考えられ、本明細書に説明される例示的实施形態とともに採用され得ることを認識するであろう。

【0061】

(エンドエフェクタ)

エンドエフェクタは、環境と相互作用するように設計される、ロボットアームの端部におけるデバイスであってもよい、および／またはロボットの最後のリンク（または終点）であってもよい。終点において、ツールが、取り付けられてもよい、またはエンドエフェクタは、それ自体がツールとして作用してもよい。エンドエフェクタは、グリップまたはツールの一方または両方を含んでもよい。グリップは、物体を保持する、持ち上げる、輸送する、および／または操作する傾向があるが、ツール機能は、多くの場合、収縮機能を有し、作業物体を把持または保持するのではなく、その特性を変化させてもよい。ツール機能は、溶接または融合、噴霧、分注、フライス、ねじまたはナットの駆動、平坦化、切断、およびこれらの組み合わせを含んでもよい。

20

【0062】

エンドエフェクタの少なくとも4つのカテゴリは、衝突型（例えば、保持摩擦を含む直接衝突によって作業物体を握持する、ジョー、爪）、進入型（例えば、針、ピン、ハックルを用いて作業物体を貫通する）、収斂型（例えば、ベルヌーイ揚力、吸引力、真空力、磁気、静電、ファン・デル・ワールス力、定在超音波、レーザピンセット等の本質的に引力または場の力）、および連続型（例えば、毛管作用、糊、表面張力、凍結、化学反応を介した本質的に接着力）を含む。

30

【0063】

ハードロボットでは、把持は、把持表面（例えば、丸い物体を持ち上げるための凹面状カップ）で形態に従う静的形状を使用することによって、またはハードフィンガ、ジョー、または爪を閉鎖することによって増加される摩擦力によって実施され得る。ソフトロボットエンドエフェクタは、グリップ機能性を含んでもよく、また、または代替として、あるツール機能性を含んでもよい。ソフトロボットグリップは、衝突型であってもよく、加えて、特定のグリップ／作動形態または構成を介して、またはソフトロボットグリップ内に、またはそれに沿って、またはその反対に付属ツールを追加することによって、進入型、収斂型、および／または連続型にされてもよい。

40

【0064】

ソフトロボットグリップは、長さおよび作動アプローチに応じて、フィンガ、アーム、テール、または主要部の器質的な掴むのに適した役割を担い得る、1つ以上のソフトロボット部材を含んでもよい。ソフトロボット部材を膨張および／または収縮させる場合において、2つ以上の部材が、ハブから延在してもよく、ハブは、流体（ガスまたは液体）をグリップ部材に分散するためのマニホールド、および／またはマニホールドおよび／またはグリップ部材への流体圧力を安定させるためのプレナムを含んでもよい。部材は、ソフトロボット部材が、丸められたときに、それに対して物体が指部によって保持される、「パーム」に面する指部として作用するように、手のように配列されてもよい、および／または部材はまた、ソフトロボット部材が付加的な中心ハブアクチュエータを圍繞するアーム

50

として作用する（吸引、把持、または同等物）ように、頭足動物のように配列されてもよい。概して、排他的ではないが、本明細書で使用されるように、用語「基部プレート」、「パームプレート」、「バンパプレート」、または「ハブプレート」は、2つ以上のソフトロボット部材に隣接する基準表面を指し得、それに対して、例えば、「閉鎖」方向に丸められたときに、ソフトロボット部材が作業物体を保持してもよく、そこから、作業物体上のソフトロボット部材の把持が、例えば、ソフトロボット部材が「開放」方向に丸められる、または再び丸められるときに解放されてもよい。「プレート」の使用は、部材が完全に平面状であることを示唆せず、「プレート」は、別様に説明されない限り、表面起伏、輪郭、湾曲、頂点および谷部、テクスチャ加工、または同等物を有し得る、または「プレート」は、別様に説明されない限り、プレート様エンベロープまたは縦横比内に適合する部材を説明する。

10

【0065】

ソフトロボットグリッパ部材は、ゴム、および／または圧力下で広がる、伸張する、および／または屈曲するように構成される、アコーディオン構造に配列されるプラスチックの薄い壁等のエラストマ材料、または他の好適な比較的軟質の材料から形成されてもよい。ソフトロボットグリッパ部材は、グリッパ部材を加圧する、膨張させる、および／または作動させるように、空気、水、または生理食塩水等の流体で充填され得る、チャンネルおよび／または中空内部を含んでもよい。作動に応じて、グリッパ部材の形状または外形は、例えば、可変的に湾曲する、（反対方向も含めて）丸まる、または直線化することによって変化する。代替として、または加えて、グリッパ部材は、グリッパ部材から膨張流体を除去し、それによって、グリッパ部材が屈曲、捻転、および／または延在する程度を変化させるように、真空を使用して作動されてもよい。

20

【0066】

作動はまた、グリッパ部材が、握持または押動されているワークピース等のワークピースに力を及ぼし、かつ握持されているワークピースの形状に部分的または完全に共形化することも可能にし得る。ソフトロボットグリッパ部材はまた、ワークピースまたは作業環境との衝突に応じて、無害に偏向することもできる。

【0067】

（例示的締結具）

上記に説明されるアクチュエータおよびエンドエフェクタは、有害物質、外来汚染物質、または生体物質が取り扱われている環境において使用され得る。これらの用途では、当該物質がエンドエフェクタの間隙の中に膠着するリスクを低減させることが、重要である。

30

【0068】

例えば、米国特許出願第15／482,050号および第15／194,283号は、ソフトロボットグリッパが、食品または有害物質を取り扱うように構成される、いくつかの実施形態を描写する。描写される実施例のうちのいくつかでは、締結具が、ロボットEOATまたはグリッパハブの種々の部分を締結するために使用される。

【0069】

例示的实施形態は、これら等の用途における使用に好適な締結具に関する。しかしながら、本明細書に説明される実施形態は、ロボットエンドエフェクタにおける使用に限定されるものではない。むしろ、それらは、表面が締結具を要求するが、表面を物質に対してシールする、または表面が損なわれることまたは損傷されることを防止する、またはその中に物質が寄せ集まり得る対応可能な間隙を低減させることが望ましい、いかなる状況においても有用であり得る。

40

【0070】

図2A-2Cは、締結具が異物による進入に対して挿入される開口部をシールするために有用である、締結具200およびシールリング202の種々の図を描写する。

【0071】

締結具200は、そのシール、センタリング、取付、清浄、および他の能力を改良する

50

、いくつかの特徴を含む。図 2 A に示されるように、締結具 200 は、上端部から下端部まで、軸方向または縦方向に延在し、締結具 200 の種々の構成要素の長さを画定する。半径方向は、軸方向に対して垂直に延在し、締結具 200 の種々の構成要素の直径を画定する。

【0072】

締結具 200 は、随意に、シールリング 202 と併用されてもよい。図 2 B に示されるように、シールリング 202 は、例えば、エラストマまたは圧縮可能な材料から形成される、Oリングであってもよい。シールリング 202 は、ゴム、プラスチック、ネオプレン、シリコン、PTFE、ポリウレタン、または任意の他の好適な材料から作製されてもよい。使用される具体的なタイプの材料は、用途（例えば、シールリング 202 がシールしている材料、およびシールをもたらすために必要とされる圧縮量）に依存し得、異なるタイプのシールリング 202 が、単一の締結具 200 とともに採用されてもよい。

10

【0073】

図 2 C に目を向けると、締結具 200 は、締結具 200 が緊締されるかまたは緩められることを可能にする工具を収容する、工具受容突出部 204 を含んでもよい（例えば、図 5 参照）。工具受容突出部 204 の形状は、締結具上で使用される工具のタイプに依存し得、例えば、締結具 200 が六角レンチを用いて取り付けおよび除去されることが望ましい場合、工具受容突出部 204 は、六角形状を有してもよい。

【0074】

好ましくは、工具受容突出部 204 は、締結具 200 の延在部であり、（例えば、マイナスまたはプラスドライバを用いて取り付けられるように構成される締結具のためのねじスロットの中に存在し得るような）いかなる陥凹部または間隙も含まない。そのような陥凹部または間隙を伴わない場合、細菌または他の物質が寄せ集まり得る点は、殆どない。また、いかなる内部ソケットも伴わない場合、締結具 200 は、洗浄され得、陥凹部のない状態が、より完全な液体の排水を提供する。

20

【0075】

工具受容突出部 204 は、直径 $d_{\text{protrusion}}$ を有してもよい。工具受容突出部 204 の直径は、締結具 200 の最大径と比較して比較的小さくてもよい。例えば、工具受容突出部 204 の直径は、（ねじ山の最大範囲または直径において測定されるような）締結具のねじ山付きシャフト 214 の直径 $d_{\text{threading}}$ に等しい、またはそれ未満であってもよい。比較的小さい直径の工具受容突出部 204 を提供することは、締結具 200 を緊締するためのより小さい工具の使用を促進し、これは、締結具が過トルクが印加されるであろうリスクを低減させる。採用されるシールリング 202 に応じて、締結具 200 に過トルクを印加することは、シールの品質を劣化させる、またはシールリング 202 の寿命を低減させ得る。また、締結具 200 に過トルクを印加することは、締結具 200 および／または締結具 200 が挿入されるねじ山付き孔のねじ山の寿命を向上させ得る。

30

【0076】

（工具受容部分 204 が締結具 200 の上部にあり、ねじ山 214 の底部が締結具 200 の底部にある、縦方向において）工具受容突出部 204 の下方に、フランジ 206 が、提供されてもよい。フランジは、フランジ 206 の直径（ d_{flange} ）が、工具受容突出部 204 の直径 $d_{\text{protrusion}}$ より広くなるような、延在部であってもよい。例えば、フランジ 206 の直径は、工具受容突出部 204 の直径の少なくとも 2 倍であってもよい。フランジ 206 の直径は、工具受容突出部 204 の直径より広いため、締結具 200 下の表面は、締結具 200 を緊締するかまたは緩めるために使用されている工具に対して保護される。フランジ 206 は、締結具が適用される物体の表面が損なわれることまたは別様に損傷されることのないように、工具に対する遮蔽部としての役割を果たす（図 5 参照）。

40

【0077】

フランジ 206 は、角度付きフランジ本体 206-a および／または角度付けられてい

50

ないフランジ本体 206-b を含んでもよい。角度付きフランジ本体 206-a が、採用される場合、角度付きフランジ本体 206-a の外面は、締結具 200 の半径方向に対して角度 α で延在してもよい。角度 α は、液体または他の物質が締結具から排出され（締結具が汚染液体を排出することを可能にし、小さい水貯留部を維持することなく締結具が洗浄されることを可能にし）得るような、任意の好適な角度であってもよい。例えば、角度 α は、少なくとも 30 度、より好ましくは、少なくとも 45 度であってもよい。

【0078】

フランジ 206 および工具受容突出部 204 は、集合的に締結具 200 のヘッドを形成し得る。締結具のヘッドは、縦方向にある長さを有し得る。好ましくは、フランジ 206 の長さは、締結具ヘッドの長さの少なくとも半分を構成する。図 5 に示されるように、比較的
10 高いフランジ 206 を提供することによって、工具受容突出部 204 を使用して締結具 200 を緊締するために使用される任意の工具 502 が、締結具が取り付けられている物体の表面から少なくともフランジの長さ l_{flange} だけ離れるように持ち上げられるであろう。結果として、工具 502 が、表面を損傷させる、または損なわせ得る、物体の表面と接触するであろう低減された可能性が存在する。表面が腐食性物質に暴露されると、表面への損傷が、その寿命を低減させ得る。また、表面内の傷または他の跡が、付加的な細菌貯留点、または他の外来汚染物質が寄せ集まり得る点を提供し得る。

【0079】

図 2C に目を向けると、凹面形シール表面 208 が、フランジ 206 の下方に提供されてもよい。凹面形シール表面 208 は、シールリング 202 を受容するようにサイズ決め
20 および成形されてもよい。凹面形シール表面 208 は、凹面形表面上の最も内側の点から測定される、直径 $d_{sealing_surface}$ を有し得る。好ましくは、直径 $d_{sealing_surface}$ は、シール表面 208 上で展開されるシールリングの外面が、実質的に締結具の最も広い部分の直径まで延在するように、締結具 200 の最も広い部分（本実施例では、フランジ 206 である）の直径に対して画定される。

【0080】

本特徴は、締結具 200 が取り付けられるときに汚染物質に暴露される、間隙または他の進入源を低減させる。例えば、図 3A は、ヘッド 302 と、ねじ山付きシャフト 304 とを有する、典型的なボルトを示す。この場合では、シールリングが、ねじ山付き
30 シャフト 304 にわたって挿入されてもよい。したがって、シールリングの内径は、ねじ山付きシャフト 304 を収容するように選択されなければならないが、シールリングは、典型的には、断面直径が比較的狭小であるため、シールリングが、締結具のヘッド 302 の全直径に延在する可能性は低い。事実上、シールリングの外径は、ヘッドのものよりねじ山の直径に近接している可能性が高い。

【0081】

結果として、汚染物質による進入を可能にする、間隙 308 が、作成される。生体物質が、間隙 308 の中に捕捉される場合、これは、細菌を発生させ得る。

【0082】

対照的に、図 3B は、本開示に従って構成されるシール表面 208 を有する、締結具を描写する。凹面形シール表面 208 は、断面直径 310 を有するシールリングがシール表面 208 にわたって嵌合されると、シールリングの外径 ($od_{sealing_ring}$) が、フランジ 206 の直径と実質的に同一になるようにサイズ決めおよび構成される。故に、間隙 312 のサイズは、大いに低減される。これは、フランジ 206 の直径 (d_{flange}) - $2 \times$ (シールリング 202 の断面直径 310) に対応するようなシール表面 208 の直径 ($d_{sealing_surface}$) を画定することによって遂行され得る。シールリング 202 の断面直径は、シールリング 202 が採用される用途に依存し得、したがって、異なるシールリング 202 に関して変動し得るが、それにもかかわらず、シールリングの断面直径の範囲は、典型的には、締結具 200 のサイズに対して非常に狭小になるであろう。

【0083】

10

20

30

40

50

間隙 3 1 2 のサイズもまた、図 3 B および 4 に示されるもの等の階段状の表面の中に締結具 2 0 0 を挿入することによって低減され得る。（下記により詳細に説明されるような）カスタマイズされたアセンブリが、本目的のために使用されてもよい。

【0084】

本明細書で使用されるように、用語「実質的に締結具の最も広い部分の直径まで延在する」は、シールリングの外面が、汚染物質または細菌の貯留を容認可能な閾値を下回るように低減させる目標を遂行するために、締結具 2 0 0 の最も広い部分の直径まで、またはほぼそこまで延在することを意味する。閾値は、用途に依存し得、例えば、締結されている表面が、特に、化学物質の残存量が許容され得ないような、致命的な化学物質との併用を意図されている場合、シールリングの外面は、表面およびフランジ 2 0 6 と同一平面状であってもよい（締結された状態にあるとき、これは、シールリングを若干圧縮させ得る）。しかしながら、典型的には、ある少量の汚染物質または細菌の貯留が、許容され得る。これは、許容可能である間隙のサイズに基づいて定義され得る、または蓄積することが許容され得る許容可能な細菌の量に基づいて定義され得る。例えば、細菌または別の汚染物質が、安全である、またはある閾値未満で許容可能であると決定された場合、シールリング 2 0 2 は、表面およびフランジ 2 0 6 と完全に同一平面状である必要はなく、シールリング 2 0 2 は、間隙の中で暴露される総面積が、細菌または汚染物質の閾値量を上回るものが蓄積することを許容しないであろう限り、小さい間隙を許容し得る。

【0085】

シール表面 2 0 8 の下方では、締結具 2 0 0 は、ねじ山付きシャフト 2 1 4 のものを上回る直径を有する（が、好ましくは、その中に外来汚染物質が収容され得る間隙または開口部を作成し得る、シール要素の外径ほど大きくない）締結具 2 0 0 の一部を表す、センタリングパイロット 2 1 0 を含んでもよい。また、センタリングパイロット 2 1 0 は、好ましくは、シールリングが、シール表面上に着座されるべきセンタリングパイロット 2 1 0 にわたって通過することを可能にするようにサイズ決めされる。

【0086】

従来の締結具では、締結具は、ねじ山付き孔の中にある角度で挿入され得る、または過緊締され得る。締結具をある角度で挿入することは、締結具のヘッドの異なる部分がシールリングを異なる程度に圧縮し、したがって、非均一なシールおよび低いシール品質をもたらすであろうことを意味する。締結具を過緊締することは、シール要素を過度に圧縮し得、ねじ山付きシャフトまたはねじ山付き孔上に過度の摩耗を引き起こし得る。

【0087】

例示的实施形態では、図 4 に示されるように、センタリングパイロット 2 1 0 は、締結具を受容するように構成される孔の中の陥凹部の中に嵌入させるようにサイズ決めおよび成形される。好ましくは、孔は、センタリングパイロット 2 1 0 を受容するように構成される段を伴う、階段状である。本目的のために、ねじ山付き孔を有する表面 4 0 4 の上に嵌合される、アセンブリ 4 0 2 が、提供され得る。アセンブリ 4 0 2 は、部分的にねじ山付きであってもよい。締結具 2 0 0 が、アセンブリ 4 0 2 の中に挿入され、緊締されると、センタリングパイロット 2 1 0 のための対応する段の存在が、締結具 2 0 0 がセンタリングされた状態で、かつ一直線に取り付けられることを確実にする。さらに、センタリングパイロット 2 1 0 の下側表面は、アセンブリ 2 0 2 内の段に対するハード停止部を提供し、これは、締結具 2 0 0 が過緊締されることを防止する。

【0088】

さらに好ましくは、アセンブリ 4 0 2 は、シール要素 2 0 2 を受容するように構成される、第 2 の段を含んでもよい。段の高さおよび幅は、シール要素 2 0 2 の断面直径の半分に対応してもよく、これは、シール要素がシール表面 2 0 8 内に適切に着座し、さらに、外部環境に最小限の間隙をもたらすことを可能にする。

【0089】

センタリングパイロット 2 1 0 はまた、2つの構成要素を整合させるために使用されてもよい。例えば、表面 2 0 4 およびアセンブリ 2 0 2 が、ともに締結されている2つの部

品を表す場合、センタリングパイロット 210 は、アセンブリ 202 内の段の中に嵌入し、したがって、アセンブリ 202 および表面 204 が所定の構成の中で整合されることを可能にし得る。

【0090】

図 2C に戻ると、軸受表面 212 が、センタリングパイロット 210 の底部上に（またはより一般には、ねじの内部部分上に（「内部」は、シール要素が、外部環境に対して締結具をシールするとき、軸受表面 212 がシールされる内側部分上に存在するように、縦方向においてシール表面 208 より低いことを意味する））提供され得る。

【0091】

軸受表面 212 は、概して、締結具が適用される表面と接触する締結具の部分を説明する。例えば、従来のボルトでは、ボルトの六角ヘッドの内部側は、それに対してボルトが緊締される表面に接触する。

【0092】

軸受表面 212 が、シールリング 202 によって作成されるシールの外側に提供される場合、軸受表面 212 は、シールされていない表面を搔爬し、したがって、それを損なわせる、または別様に損傷させ得る。表面が、腐食剤または他の外来汚染物質に暴露された場合、表面は、本面積において損傷され得る、または細菌を貯留し始め得る。シールリング 202 の内部に軸受表面 212 を提供することによって、軸受表面 212 は、締結具が適用される、汚染物質に対してシールされる表面の一部 314 と接触する。これは、異物進入のリスクを低減させ、腐食および他の問題に対して保護する。

【0093】

（例示的方法）

図 6 は、上記に説明されるような締結具を展開および使用するための手順を説明する。

【0094】

ブロック 602 では、（図 4 のアセンブリ 402 等の）アセンブリが、随意に、提供され、締結具が挿入され得る表面内のねじ山付き孔にわたって定位置に設置され得る。

【0095】

ブロック 604 では、シールリングは、締結具のねじ山付きシャフトにわたって挿入され得る。シールリングは、特定の用途に基づいて選択され得る。シールリングは、締結具のシール表面の中に着座され得る。

【0096】

ブロック 606 では、締結具は、アセンブリ内の孔（ねじ山なし、部分的にねじ山付き、または完全にねじ山付きであり得る）の中に挿入され得る。

【0097】

ブロック 608 では、締結具は、緊締され得る。締結具が、緊締されるにつれて、締結具のねじ山付きシャフトは、アセンブリを通して締結されるべき表面の中に通過し得る。センタリングパイロットが、アセンブリ内の段に到達すると、締結具は、完全に緊締され得、さらなる緊締を許容し得ない。

【0098】

（用語についての一般的注記）

いくつかの実施形態は、それらの派生語とともに、表現「一実施形態」または「ある実施形態」を使用して説明され得る。これらの用語は、実施形態に関連して説明される特定の特徴、構造、または特性が、少なくとも 1 つの実施形態に含まれることを意味する。本明細書の中の種々の場所における語句「一実施形態では」の表出は、必ずしも全て同一の実施形態を指しているわけではない。また、別様に注記されない限り、上記で説明される特徴は、任意の組み合わせにおいてともに使用可能であると認識される。したがって、別個に議論される任意の特徴は、特徴が相互と非互換性であると注記されない限り、相互と組み合わせられて採用され得る。

【0099】

本明細書で使用される表記および専門用語を全般的に参照して、本明細書における詳細

10

20

30

40

50

な説明は、コンピュータまたはコンピュータネットワーク上で実行されるプログラムプロシージャの観点から提示され得る。これらのプロシージャの記述および表現は、それらの研究の内容を他の当業者に最も効果的に伝達するために、当業者によって使用される。

【0100】

プロシージャは、ここでは、概して、所望の結果につながる、動作の首尾一貫したシーケンスであると考えられる。これらの動作は、物理的数量の物理的操作を要求するものである。通常、必ずしもではないが、これらの数量は、貯蔵、転送、組み合わせ、比較、および別様に操作されることが可能な電気、磁気、または光学信号の形態をとる。時として、主に、一般的使用の理由のために、これらの信号をビット、値、要素、記号、文字、用語、番号、または同等物として参照することが、便宜的であることが証明されている。しかしながら、これらおよび類似の用語の全ては、適切な物理的数量と関連付けられるべきであり、それらの数量に適用される便宜的な標識にすぎないことに留意されたい。

10

【0101】

さらに、実施される操作は、多くの場合、一般に人間オペレータによって実施される知的動作と関連付けられる、追加する、または比較する等の用語で称される。人間のオペレータのそのような能力は、1つ以上の実施形態の一部を形成する、本明細書に説明される動作のうちのいずれかにおいて、必要ではない、または殆どの場合において望ましくない。むしろ、動作は、機械動作である。種々の実施形態の動作を実施するための有用な機械は、汎用デジタルコンピュータまたは類似デバイスを含む。

【0102】

いくつかの実施形態は、それらの派生語とともに、表現「結合される」および「接続される」を使用して説明され得る。これらの用語は、必ずしも相互の同義語として意図されていない。例えば、いくつかの実施形態は、2つ以上の要素が相互と直接物理的または電氣的に接触していることを示すために、用語「接続される」および／または「結合される」を使用して説明され得る。しかしながら、用語「結合される」はまた、2つ以上の要素が相互と直接接触していないが、なおもさらに、相互と協働または相互作用することも意味し得る。

20

【0103】

種々の実施形態はまた、これらの動作を実施するための装置またはシステムに関する。本装置は、要求される目的のために特別に構築されてもよい、またはコンピュータの中に記憶されたコンピュータプログラムによって選択的にアクティブ化または再構成されるような汎用コンピュータを備えてもよい。本明細書に提示されるプロシージャは、本質的に特定のコンピュータまたは他の装置に関連していない。種々の汎用機械が、本明細書の教示に従って書き込まれるプログラムと併用されてもよい、または要求される方法ステップを実施するように、より特殊な装置を構築することが便宜的であることが証明され得る。種々のこれらの機械のために要求される構造は、所与の説明から表出するであろう。

30

【0104】

前述の説明では、種々の特徴は、本開示を簡潔にする目的のために単一の実施形態の中でともに群化されることが理解され得る。本開示の方法は、請求される実施形態が各請求項に明示的に列挙されるものより多くの特徴を要求するという意図を反映するものとして解釈されるべきではない。むしろ、以下の請求項が反映するように、本発明の主題は、単一の開示される実施形態の全ての特徴より少ない特徴にある。したがって、以下の請求項は、本明細書では詳細な説明の中に組み込まれ、各請求項は、それ自体で別個の実施形態としての役割を果たす。添付の請求項では、用語「including（～を含む）」および「in which（その中で）」は、それぞれ、個別の用語「comprising（～を備える）」および「wherein（その中で）」の平易な英語の均等物として使用される。また、用語「第1の」、「第2の」、「第3の」等は、標識として使用されているにすぎず、それらの物体に数値的要件を課することを意図するものではない。

40

【0105】

上記で説明されているものは、開示されるアーキテクチャの実施例を含む。当然ながら

50

、構成要素および／または方法論のあらゆる想定可能な組み合わせを説明することは不可能であるが、当業者は、多くのさらなる組み合わせおよび順列が可能性として考えられることを認識し得る。故に、新規のアーキテクチャは、添付の請求項の精神および範囲内にある、全てのそのような改変、修正、および変形例を包含することが意図される。

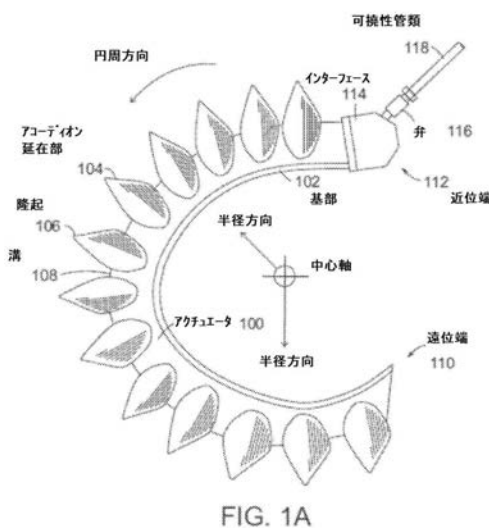
【 0 1 0 6 】

上記で説明される技法のうちのいずれかまたは全ては、空気圧、油圧、機械、電気、磁気等のハードウェアを含む、好適なハードウェアによって実装されてもよい。いくつかの実施形態は、非一過性コンピュータ可読媒体上に記憶された論理を利用してもよい。1つ以上のプロセッサによって実行されると、論理は、プロセッサに、上記に識別される技法を実施させてもよい。論理は、完全または部分的にハードウェア内で実装されてもよい。論理は、グリッパ配列の中で1つ以上のアクチュエータを採用する、ソフトロボットアクチュエータおよび／またはソフトロボットシステムの作動、作動解除、移動、位置付け等を制御するためのコントローラの一部として含まれてもよい。

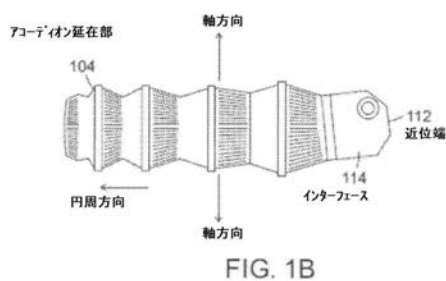
【 0 1 0 7 】

本明細書で使用されるように、構造、作用、ステップ、および機能は、種々の名称または標識を与えられる。本段落は、代替として、ある場合には、同義的に、ある場合には、同等に使用される、用語を説明する。概して、当業者は、平易な技術的意味を有する代替専門用語および／または言葉の間の同一性、同等性、および類似性、および差異を認識および理解するであろう。本明細書で使用されるように、エンドエフェクタは、E O A T 2 0 2 および同等物を含む、ツールまたはツールが搭載され得るものを含む、エフェクタを含んでもよい。屈曲可能部材は、ソフトロボットアクチュエータ 1 0 0 等のソフトロボット部材を含んでもよい。

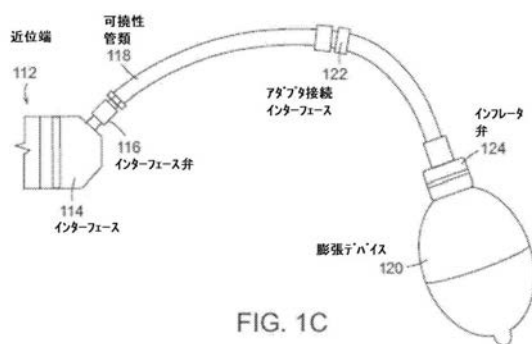
【図 1 A】



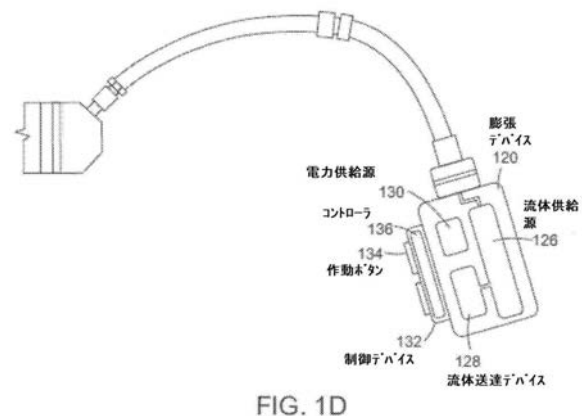
【図 1 B】



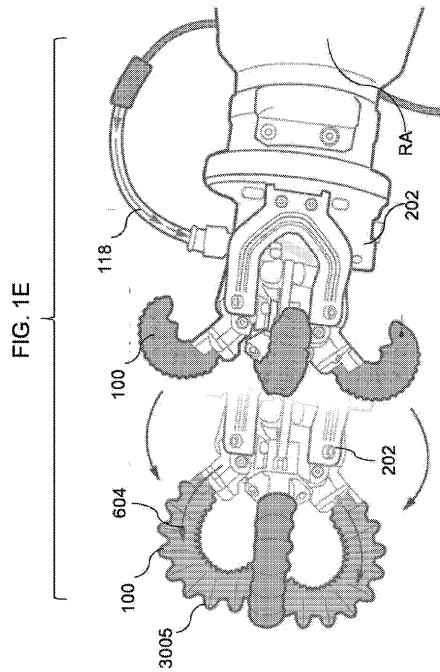
【図 1 C】



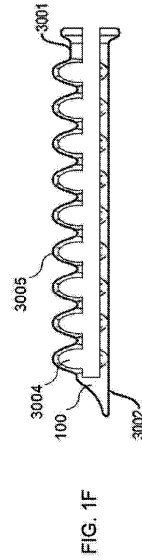
【図 1 D】



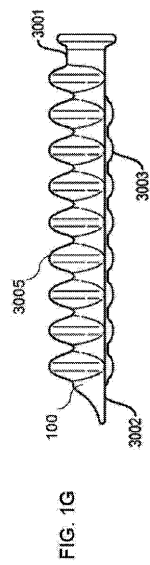
【図 1 E】



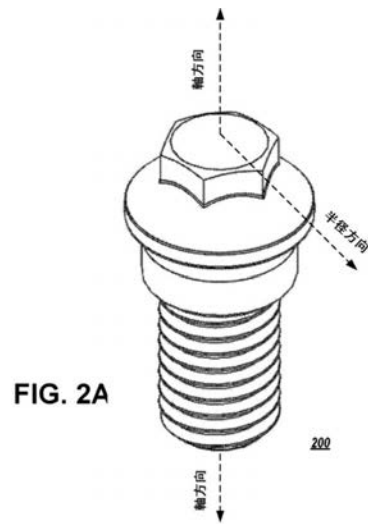
【図 1 F】



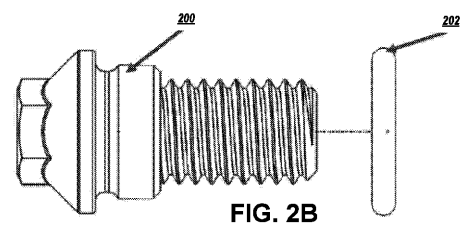
【図 1 G】



【図 2 A】



【図 2 B】



【図 2 C】

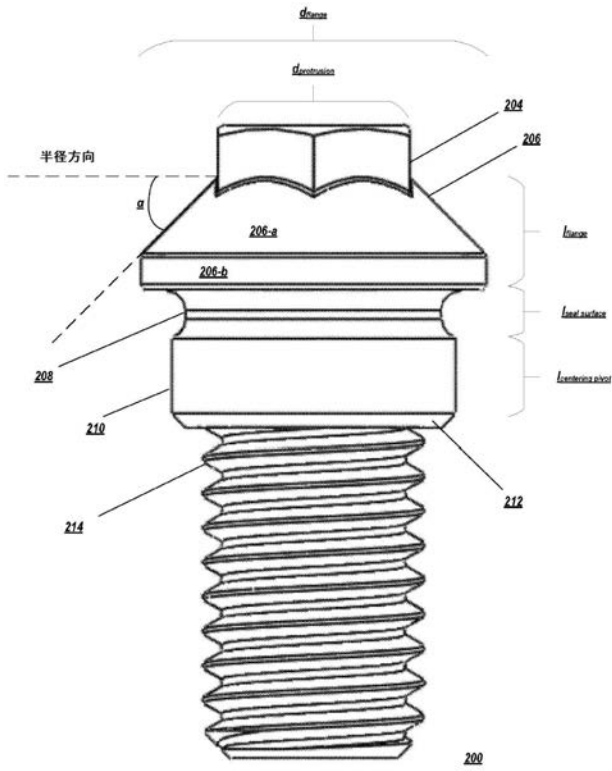


FIG. 2C

【図 3 A】

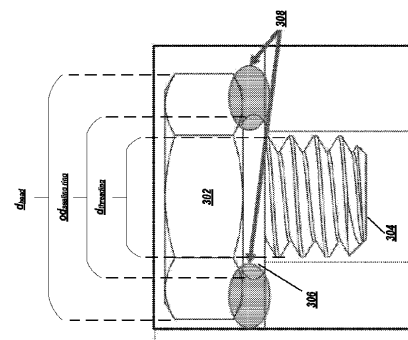


FIG. 3A

【図 3 B】

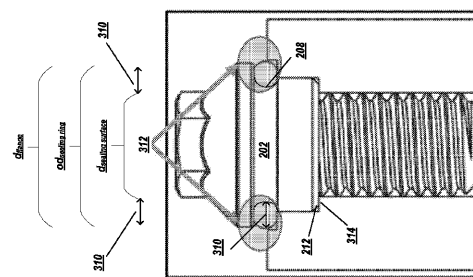


FIG. 3B

【図 4】

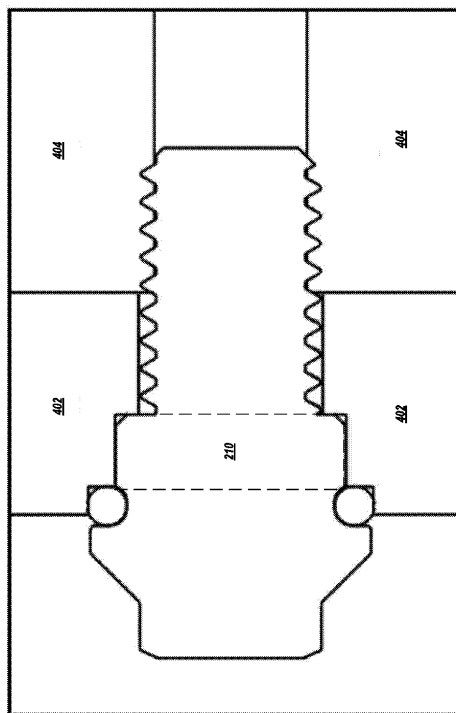


FIG. 4

【図 5】

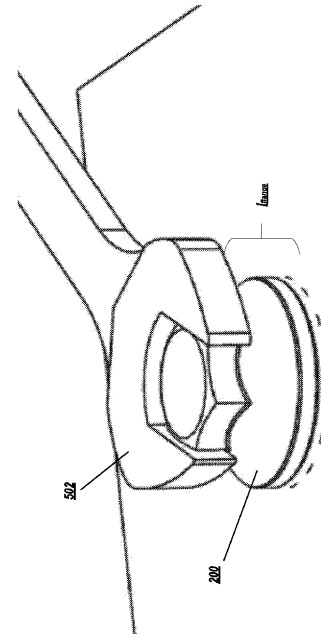


FIG. 5

【図 6】

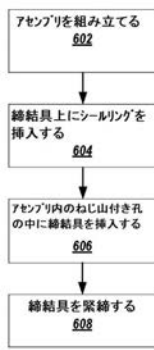


FIG. 6

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2018/060821

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
INV.	B25J15/00 B25J15/12 F16B33/00	B25J9/14 B25J9/10 F16L55/11 F16L15/00
ADD.	B25J15/02 F01M11/04	
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)		
B25J F16L F01M F16B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 198 27 896 A1 (WANDER STEFFEN [DE]) 30 December 1999 (1999-12-30) claim 8	1-8,10
Y		9,18
A		14
X	EP 2 679 838 A1 (WEBER MASCHB GMBH [DE]) 1 January 2014 (2014-01-01) paragraphs [0001] - [0069]; figure 3b	1-8,10
Y		9,18
A		14
Y	DE 20 2009 003471 U1 (ACUMENT GMBH & CO OHG [DE]) 20 May 2009 (2009-05-20) paragraph [0018]; figure 2	9,16
A		1
X	US 6 244 807 B1 (GARCIA JOE A [US]) 12 June 2001 (2001-06-12) column 1, line 5 - column 3, line 28; figures 1-3	11-15, 17,19,20
Y		16,18
A		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		Date of mailing of the international search report
1 March 2019		19/03/2019
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Sisinni, Giovanni

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2018/060821

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 107 002 737 A (EATON ELECTRICAL IP GMBH & CO) 1 August 2017 (2017-08-01) abstract; figure 1 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2018/060821

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19827896	A1	30-12-1999	NONE
EP 2679838	A1	01-01-2014	DE 102012210700 A1 02-01-2014 EP 2679838 A1 01-01-2014
DE 202009003471	U1	20-05-2009	NONE
US 6244807	B1	12-06-2001	NONE
CN 107002737	A	01-08-2017	CN 107002737 A 01-08-2017 DE 102014118513 A1 16-06-2016 EP 3230605 A1 18-10-2017 US 2017343030 A1 30-11-2017 WO 2016091863 A1 16-06-2016

フロントページの続き

(81)指定国・地域 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(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), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 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, JP, 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, 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

(74)代理人 230113332

弁護士 山本 健策

(72)発明者 カーハン, ジェフリー

アメリカ合衆国 ロードアイランド 02887, ウォーウィック, ピーオー ボックス 7246

(72)発明者 デメロ, クレイグ

アメリカ合衆国 ニューハンプシャー 03856, ニューフィールズ, ピスカチック ロード 146

(72)発明者 ウォーマズリー, トーマス

アメリカ合衆国 マサチューセッツ 02458, ニュートン, エマーソン ストリート 17, フロント アpartment

(72)発明者 ガナー, ウィリアム

アメリカ合衆国 マサチューセッツ 02171, クインシー, ダブリュー スクアンタム ストリート 95, アpartment 901

Fターム(参考) 3C707 CY27 DS01 ES10 EV12 HS11

3J034 AA04 BD01 CA01 EA01