(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7612586号
(P7612586)

(45)発行日　令和7年1月14日(2025.1.14)

(24)登録日　令和6年12月27日(2024.12.27)

(51)国際特許分類

Ｂ２５Ｊ　15/06　(2006.01)	Ｂ２５Ｊ	15/06	Ｓ
Ｂ２５Ｊ　15/08　(2006.01)	Ｂ２５Ｊ	15/08	Ｄ

ＦＩ

請求項の数　29　（全16頁）

(21)出願番号　特願2021-538197(P2021-538197)
(86)(22)出願日　令和1年12月30日(2019.12.30)
(65)公表番号　特表2022-516507(P2022-516507A)
(43)公表日　令和4年2月28日(2022.2.28)
(86)国際出願番号　PCT/US2019/069004
(87)国際公開番号　WO2020/142464
(87)国際公開日　令和2年7月9日(2020.7.9)
審査請求日　令和4年10月19日(2022.10.19)
(31)優先権主張番号　16/237,619
(32)優先日　平成30年12月31日(2018.12.31)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
早期審査対象出願
前置審査

(73)特許権者　518429137
サーコス コーポレイション
アメリカ合衆国 ユタ州 ８４１０８，ソルト レイク シティ，サウス ５００ ウエスト ６５０，スイート １５０
(74)代理人　110004381
弁理士法人ＩＴＯＨ
(72)発明者　スミス，フレイザー エム.
アメリカ合衆国 ユタ州 ８４１０８，ソルト レイク シティ，ワカラ ウェイ ３６０
審査官　稲垣 浩司

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　ハイブリッドロボットエンドエフェクタ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

掌と、

前記掌に連結される２つ以上の磁石と、

前記掌に枢動的に連結される少なくとも１つの指と、を含み、

前記２つ以上の磁石は、互いに離間する一対の磁石を含み、前記一対の磁石の各々は、同一平面上にあり、強磁性物体に磁気的に付着するように構成される、磁石面を有し、前記一対の磁石の各磁石の前記磁石面は、磁気係合面を協働して画定し、前記掌は、前記磁気係合面の近位側に配置され、

前記少なくとも１つの指は、前記強磁性物体又は他の物体を掴むように構成され、前記少なくとも１つの指は、

前記少なくとも１つの指が、前記磁気係合面に対して遠位に配置され、前記掌又は前記磁石面に対向し、前記少なくとも１つの指と前記掌又は前記磁石面との間で前記強磁性物体又は前記他の物体を掴むように構成される、展開構成と、

前記少なくとも１つの指が、前記２つ以上の磁石及び前記掌と共に前記磁気係合面に対して近位に配置され、前記磁石面は、最外側の接触面を形成する、引込構成とを含む、

少なくとも２つの構成を有し、

前記少なくとも１つの指の少なくとも一部が、前記一対の磁石の間に移動可能に配置可能である、

ロボットエンドエフェクタ。

【請求項２】
前記少なくとも１つの指は、一対の指を含み、該一対の指は、前記２つ以上の磁石の両側に位置付けられる、請求項１に記載のロボットエンドエフェクタ。
【請求項３】
前記一対の指は、前記展開構成において互いに対向する、請求項２に記載のロボットエンドエフェクタ。
【請求項４】
前記２つ以上の磁石は、互いに離間する磁石のアレイを含み、前記磁石のアレイは、同一平面上にあり且つ磁気係合面を画定する、磁石面を有し、前記少なくとも１つの指は、指のアレイを含み、前記磁石のアレイ及び前記指のアレイは、順次式に交互になる、請求項１に記載のロボットエンドエフェクタ。
【請求項５】
前記磁石のアレイは、線形である、請求項４に記載のロボットエンドエフェクタ。
【請求項６】
前記磁石のアレイは、前記展開構成において、前記指のアレイから離れて配置される、請求項５に記載のロボットエンドエフェクタ。
【請求項７】
前記掌は、隣接する磁石の間に配置されるフレームを含み、各指は、それぞれのフレームに枢動的に連結される、請求項４に記載のロボットエンドエフェクタ。
【請求項８】
前記磁石のアレイは、非線形の行列において配列される、請求項４に記載のロボットエンドエフェクタ。
【請求項９】
前記指のアレイは、前記展開構成において、前記磁石の行列から離れて配置される、請求項８に記載のロボットエンドエフェクタ。
【請求項１０】
各指は、磁石と対にされ、前記掌は、フレームを含み、前記磁石は、前記フレームに取り付けられ、前記指は、前記フレームに枢動的に付着される、請求項４に記載のロボットエンドエフェクタ。
【請求項１１】
前記少なくとも１つの指は、
近位ピボットで前記掌に枢動的に連結される近位セグメントと、
遠位ピボットで前記近位セグメントに枢動的に連結される遠位セグメントと、を含み、
前記少なくとも１つの指の前記近位セグメント及び前記遠位セグメントは、
前記少なくとも１つの指の前記展開構成に対応し、前記近位セグメント及び前記遠位セグメントが互いに対して横方向に方向付けられる、傾斜構成と、
前記少なくとも１つの指の前記引込構成に対応し、前記近位セグメント及び前記遠位セグメントが互いに対して真っ直ぐ又は実質的に真っ直ぐのうちの少なくとも１つに方向付けられる、直線構成と、を含む、
少なくとも２つの構成を有する、
請求項１に記載のロボットエンドエフェクタ。
【請求項１２】
前記少なくとも１つの指は、指関節を更に含み、該指関節は、
前記近位ピボットで前記掌に枢動的に連結され、前記近位セグメントと共に前記掌に対して枢動的であり、前記近位セグメントに対して横方向に前記掌から延びる、近位ベルクランクと、
前記遠位セグメントに対して横方向に、前記遠位ピボットで前記遠位セグメントから延びる、タブと、
前記近位ベルクランク及び前記タブに並びに前記近位ベルクランクと前記タブとの間に枢動的に連結され、前記近位セグメントから離間する、近位リンクと、

前記掌に連結され、前記近位ベルクランクに枢動的に連結される、アクチュエータと、を含み、
前記タブ及び前記遠位セグメントは、遠位ベルクランクを画定する、
請求項１１に記載のロボットエンドエフェクタ。
【請求項１３】
前記掌は、ウェブによって相互連結される一対の離間したフランジを含み、前記少なくとも１つの指は、前記一対の離間したフランジの間に枢動的に連結される、請求項１に記載のロボットエンドエフェクタ。
【請求項１４】
前記掌に連結され、前記掌をロボットアームに連結するように構成される、カプラを更に含む、請求項１に記載のロボットエンドエフェクタ。
【請求項１５】
前記２つ以上の磁石は、１つ以上の可変強度磁石を含む、請求項１に記載のロボットエンドエフェクタ。
【請求項１６】
前記２つ以上の磁石は、１つ以上の電磁石を含む、請求項１に記載のロボットエンドエフェクタ。
【請求項１７】
掌と、
前記掌に連結され、強磁性物体に磁気的に付着するように構成される磁石面を有する、複数の磁石と、
前記掌に枢動的に連結され、前記強磁性物体又は他の物体を掴むように構成される、一対の指と、を含み、
前記複数の磁石は、磁気係合面を協働して画定し、前記掌及び前記複数の磁石は、前記磁気係合面の近位側に配置され、
前記一対の指の各々は、前記掌の反対側に配置され、前記一対の指の各々は、互いに対向することができ、
前記指は、
前記指が、前記磁気係合面に対して遠位に配置され、前記掌又は磁石面に対向し、前記指と前記掌又は前記磁石面との間で前記強磁性物体又は前記他の物体を掴むように構成される、展開構成と、
前記一対の指が、前記複数の磁石及び前記掌と共に前記磁気係合面に対して近位に配置され、前記磁石面は、最外側の接触面を形成する、引込構成とを含む、
少なくとも２つの構成を有し、
前記複数の磁石及び前記一対の指は、順次式に交互になる、
ロボットエンドエフェクタ。
【請求項１８】
前記複数の磁石は、線形アレイにおいて配置される磁石のアレイを含む、請求項１７に記載のロボットエンドエフェクタ。
【請求項１９】
前記磁石のアレイは、前記展開構成において、前記一対の指から離れて配置される、請求項１８に記載のロボットエンドエフェクタ。
【請求項２０】
前記掌は、隣接する磁石の間に配置されるフレームを含み、各指は、それぞれのフレームに枢動的に連結される、請求項１７に記載のロボットエンドエフェクタ。
【請求項２１】
前記複数の磁石は、非線形の行列において配置される磁石のアレイを含む、請求項１７に記載のロボットエンドエフェクタ。
【請求項２２】
前記一対の指は、前記展開構成において、前記複数の磁石の行列から離れて配置される

、請求項２１に記載のロボットエンドエフェクタ。
【請求項２３】
各指は、磁石と対にされ、前記掌は、フレームを含み、前記磁石は、前記フレームに取り付けられ、前記指は、前記フレームに枢動的に付着される、請求項１７に記載のロボットエンドエフェクタ。
【請求項２４】
前記一対の指の各々は、
近位ピボットで前記掌に枢動的に連結される少なくとも近位セグメントと、
遠位ピボットで前記近位セグメントに枢動的に連結される遠位セグメントと、を含み、
前記一対の指の前記近位セグメント及び前記遠位セグメントは、
前記一対の指の前記展開構成に対応し、前記近位セグメント及び前記遠位セグメントが互いに対して横方向に方向付けられる、傾斜構成と、
前記一対の指の前記引込構成に対応し、前記近位セグメント及び前記遠位セグメントが互いに対して真っ直ぐ又は実質的に真っ直ぐのうちの少なくとも１つに方向付けられる、直線構成と、を含む、
少なくとも２つの構成を有する、
請求項１７に記載のロボットエンドエフェクタ。
【請求項２５】
前記一対の指の各々は、指関節を更に含み、該指関節は、
前記近位ピボットで前記掌に枢動的に連結され、前記近位セグメントと共に前記掌に対して枢動的であり、前記近位セグメントに対して横方向に前記掌から延びる、近位ベルクランクと、
前記遠位セグメントに対して横方向に、前記遠位ピボットで前記遠位セグメントから延びる、タブと、
前記近位ベルクランク及び前記タブに並びに前記近位ベルクランクと前記タブとの間に枢動的に連結され、前記近位セグメントから離間する、近位リンクと、
前記掌に連結され、前記近位ベルクランクに枢動的に連結される、アクチュエータと、を含み、
前記タブ及び前記遠位セグメントは、遠位ベルクランクを画定する、
請求項２４に記載のロボットエンドエフェクタ。
【請求項２６】
前記掌は、ウェブによって相互連結される一対の離間したフランジを含み、前記一対の指の各々は、前記一対の離間したフランジの間に枢動的に連結される、請求項１７に記載のロボットエンドエフェクタ。
【請求項２７】
前記掌に連結され、前記掌をロボットアームに連結するように構成される、カプラを更に含む、請求項１７に記載のロボットエンドエフェクタ。
【請求項２８】
強磁性物体及び他の物体の両方を把持するように構成されるロボットエンドエフェクタであって、
ロボットアームに連結されるように構成される掌と、
前記掌に連結され、強磁性物体に磁気的に付着するように構成される磁石面を有する、一連の磁石と、
前記掌に枢動的に連結され、前記強磁性物体又は他の物体を掴むように構成される、一連の指と、を含み、
前記一連の磁石は、磁気係合面を協働して画定し、前記掌は、前記磁気係合面の近位側に配置され、
前記一連の指は、ギャップを形成し得る行列において配置され、少なくとも１つの指は、前記ギャップに亘って別の指に対向し、
前記一連の磁石及び前記一連の指は、順次式に交互になり、

前記一連の指は、
前記一連の指が、前記磁石面及び前記掌に対向して前記磁気係合面に対して遠位に配置される、展開構成と、
前記一連の指が、前記一連の磁石及び前記掌と共に前記磁気係合面に対して近位に配置され、前記磁石面は、最外側の接触面を形成する、引込構成とを含む、
少なくとも２つの構成を有する、
ロボットエンドエフェクタ。
【請求項２９】
掌と、
前記掌に連結され、互いに離間する、磁石のアレイであって、同一平面上にあり、強磁性物体に磁気的に付着するように構成される、磁石面を有し、磁気係合面を協働して画定し、前記掌は、前記磁気係合面の近位側に配置される、磁石のアレイと、
前記掌に連結され、前記強磁性物体又は他の物体を掴むように構成される、指のアレイであって、前記磁石のアレイと順次式に交互になり、少なくとも２つの構成を有する、指のアレイと、を含み、前記少なくとも２つの構成は、
前記指のアレイが、前記磁気係合面に対して遠位に配置され、前記掌又は磁石面に対向し、前記強磁性物体又は前記他の物体を前記指のアレイと前記掌又は前記磁石面との間で掴むように構成される、展開構成と、
前記指のアレイが、前記磁石のアレイ及び前記掌と共に前記磁気係合面に対して近位に配置され、前記磁石面は、最外側の接触面を形成する、引込構成と、を含む、
ロボットエンドエフェクタ。
【発明の詳細な説明】
【背景技術】
【０００１】
異なる活動又は予想される使用のために、異なるロボット手(ロボットハンド)(robotics hands)又はグリッパ(grippers)が開発されている。例えば、磁気グリッパは、シートメタル(板金)のような強磁性物体のために開発されている。同様に、ツール(工具)のような他の物体のために、指付き(フィンガ付き)(fingered)グリッパが開発されている。磁気グリッパは、ツールを効果的に把持する(grasp)ことができない一方で、指付きグリッパは、シートメタルのような幾つかの物体を効果的に取り扱うことができない。ロボットハンド又はグリッパの開発は、継続的な努力である。
【発明の概要】
【０００２】
本発明の構成及び利点は、添付の図面と関連して理解されるときに、後続の詳細な説明から明らかであり、添付の図面は、共に、一例として、本発明の構成を図示している。
【図面の簡単な説明】
【０００３】
【図１】ある例に従った磁気グリッパ及び指グリッパの両方を備えるロボットエンドエフェクタの斜視図であり、引込構成における指グリッパと磁気構成におけるエンドエフェクタと共に示されている。
【０００４】
【図２】展開又はグリップ構成における指グリッパ及び指又は機械的グリップ構成におけるエンドエフェクタと共に示された図１のロボットエンドエフェクタの斜視図である。
【０００５】
【図３】図１のロボットエンドエフェクタを利用するロボットの斜視図である。
【０００６】
【図４】ある例に従った磁気グリッパ及び指グリッパの両方を備える別のロボットエンドエフェクタの斜視図であり、引込構成における指グリッパ及び磁気構成におけるエンドエフェクタと共に示されている。
【０００７】

【図５】展開又はグリップ構成における指グリッパ及び指又は機械的グリップ構成におけるエンドエフェクタと共に示された図４のロボットエンドエフェクタの斜視図である。
【発明を実施するための形態】
【０００８】
次に、図示の例示的な実施形態が参照され、例示的な実施形態を記述するために本明細書では特定の言語が使用される。それにも拘わらず、本発明の範囲の限定はそれによって意図されていないことが理解されるであろう。
【０００９】
本明細書において使用するとき、「実質的に(substantially)」という用語は、行為、特徴、特性、状態、構造、項目、又は結果の完全又はほぼ完全な範囲又は程度を意味する。例えば、「実質的に」囲まれた物体は、その物体が完全に囲まれているか或いはほぼ完全に囲まれていることを意味する。絶対的な完全性からの正確な許容可能な逸脱の程度は、幾つかの場合には、特定の文脈に依存することがある。しかしながら、一般的に言えば、完了の近さは、絶対的及び完全な完了が得られたかのように、同じ全体的な結果をもたらすようなものである。「実質的に」の使用は、作用、特徴、特性、状態、構造、項目、又は結果の完全な又はほぼ完全な欠如を指すために、否定的な意味で使用されるときにも、等しく当て嵌まる。
【００１０】
本明細書において使用するとき、「隣接(adjacent)」とは、２つの構造又は要素の近接を意味する。特に、「隣接」していると特定される要素は、当接しているか或いは接続されているかのいずれかである。そのような要素、必ずしも互いに接触することなく、互いに近いか或いは近接してもよい。正確な近接の程度は、幾つかの場合には、特定の脈絡に依存することがある。
【００１１】
本明細書において使用するとき、「強磁性(ferromagnetic)」とは、１つの強磁性材料又は要素が他の強磁性材料又は要素に磁気的に引き付けられるように、磁気的であること又は（例えば、鉄を含むことによって）磁石に磁気的に引き付けられることによって、磁気的に連結(結合)する能力及び／又は磁気的特性を有する材料又は要素を意味する。よって、強磁性物体は、例えば、鉄を含むことによって、磁石に引き付けられるか、或いは、永久磁石のように、磁石であるか或いは磁気的である。本明細書において使用するとき、「磁気的(magnetic)」とは、例えば、永久磁石のように固有に、或いは、例えば、電磁石のように誘導されて、磁気的特性を有する、材料又は要素を意味する。磁気的とは、更に、例えば、可変強度磁石(variable strength magnet)のように、磁石の強度(strength)が可変である、磁石又は磁石システム又は機構を更に意味することができる。
【００１２】
技術実施形態の初期的な概観が以下に提供し、次に、特定の技術実施形態を後に更に詳細に記載する。この初期的な概要は、読者が技術をより迅速に理解するのを助けることを意図するものであるが、技術の鍵となる構成又は本質的な構成を特定することを意図するものでなく、特許請求される主題事項の範囲を限定することを意図するものでもない。
【００１３】
本明細書に開示されているのは、エンドエフェクタ又はロボットを変更する必要なく、異なるタイプのワークピース又は物体をより効率的に取り扱う(handle)或いは把持する(grasp)ために、複数の異なるタイプのグリッパ（ハイブリッドグリッパ）を備えるロボットエンドエフェクタである。例えば、ロボットエンドエフェクタは、磁石に引き付けられない通常の物体、又はシートメタルもしくは鋼板のような強磁性物体、及び強磁性であってもなくてもよいツールのような他の物体を取り扱う或いは把持することができる。よって、エンドエフェクタは、そのグリッパアセンブリを用いて物体を把持するために、並びに、エンドエフェクタの磁気的特性を利用して磁石に引き付けられる物体を掴むこと(gripping)又は把持することを補助するために、使用されることがでる。グリッパ及び磁石は、捕把持されるべき物体に依存して、同時に或いは互いに別個に使用されることができる

。ロボットエンドエフェクタは、ロボットアーム又はロボットに取り付け可能なカプラ(連結器)(結合器)(coupler)を備える掌(パーム)(palm)、ベース(base)又はフレーム(frame)を有することができる。１つの態様において、カプラは、掌がカプラ、よって、ロボットアームの周りを枢動する或いは回転することができるように、関節作動させられる(articulated)ことができる。別の態様において、カプラは、エンドエフェクタを作動させる電気的、液圧的及び／又は空圧的なカプリング(連結)(結合)(coupling)又はライン(線)(lines)のような、電力カプリング(electric coupling)を含むこともできる。

【００１４】

ロボットエンドエフェクタは、強磁性物体に係合する磁気面を備える、掌（例えば、鋼又は他の金属製の掌）に連結される（直接的又は間接的に連結されることを意味する）少なくとも１つの磁石（又は１つ以上の磁石システム又は機構）を有することができる。加えて、１つ以上の磁気学(magnetics)は、磁気係合面を画定することができる。磁石、掌及びカプラは、磁気面が最外側の接触面を形成するよう、磁気係合面の近位側に配置される。よって、磁気面は、最外側の接触面であり、干渉なしにプレート(板)又は平坦な物体に接触することができる。

【００１５】

加えて、ロボットエンドエフェクタは、掌に枢動的に連結される少なくとも１つの指(フィンガ)(finger)を有することができる。指は、物体又は強磁性物体又はツールのような他の物体を掴むためのギャップを形成するために、掌又は他の指に対向するように掌に対して枢動することができる。更に、指は、展開グリップ又は拡張構成(grip or extended configuration)及び引込構成(retracted configuration)を含む少なくとも２つの構成を有することができる。引込構成において、指は、磁石及び掌と共に磁気係合面に対して近位側に配置される。よって、磁気面は、指が磁石及び強磁性物体の作動又は係合と干渉することなく、強磁性物体に係合する最外側の接触面を形成する。展開構成において、指は、磁気係合面に対して遠位に配置され、掌又は磁気面に対向して、指及び掌又は磁気面及び別の指の間で強磁性物体又は他の物体を掴む。

【００１６】

図１及び図２は、磁石１４及び指１８の両方を備える、よって、さもなければハイブリッドエンドエフェクタとして知られる、ロボットエンドエフェクタ１０の例を示しており、「ハイブリッド」とは、物体を把持する、掴む、持ち上げる、或いは他の方法で固定する或いは移動するために選択される或いは使用されることができる、複数の異なるタイプの把持、掴み又は持ち上げ構成要素を有する、単一エンドエフェクタを意味し或いは画定することを意図している。図１は、指１８が引っ込められた状態にある、主に磁石１４を使用して強磁性物体を掴むための磁気構成において、エンドエフェクタ１０を描いている一方で、図２は、指が展開グリップ又は拡張構成にある、主に指１８を使用して物体を把持するための指又は機械的グリップ構成において、エンドエフェクタ１０を描いている。図３は、１つ以上のエンドエフェクタ１０を利用するロボットを描いている。エンドエフェクタ１０は、掌、ベース又はフレーム２２を有することができる。掌２２は、ロボット３２のロボットアーム３０に取り付け可能なカプラ２６を有することができる。カプラ２６は、掌２２がカプラ２６、よって、ロボットアーム３０の周りで枢動又は回転することができるように、関節作動させられることができる。別の態様において、カプラ２６は、エンドエフェクタを作動させるための電気的、液圧的及び／又は空圧的なカプリング又はラインのような、電力カプリングを含むこともできる。

【００１７】

１つの態様において、エンドエフェクタ１０は、少なくとも１つの磁石１４を有することができる。別の態様において、エンドエフェクタ１０は、一対の磁石又はアレイもしくは一連の磁石（例えば、３つ以上の磁石）のような、複数の磁石１４を有することができる。例えば、エンドエフェクタは、図示のように、一連の４つの磁石１４又は４つの磁石１４のアレイを有することができる。各磁石１４は、強磁性物体に当接し且つ磁気的に付着する磁石面３４又は表面を有することができる。磁石１４は、磁気係合面３８を画定す

ることができ、磁気係合面は、直線平面又は場合によっては湾曲平面を含むことができ、画定することができ、且つその周囲に形成されることができる。１つの態様において、磁石１４のアレイは、同一平面にある磁気面３４を有することができ、磁石１４のアレイは、磁気係合面３８を共に画定することができる。（複数の）磁石１４、掌２２及びカプラ２６は、磁気係合面３８に対して近位に配置されることができる。よって、（複数の）磁石面３４は、露出されて、遮られないことができ、シートメタル又はプレートのような強磁性物体と係合するための最外側の接触面を形成することができる。磁石１４は、参照により本明細書に援用する特許文献１に記載されているものと類似することができる。一対の磁石又は磁石のアレイの磁石１４は、より大きな最外側の接触面を作り出すために並びに磁石１４と強磁性物体との間のモーメントを減少させるために、互いに離間させられることができる。加えて、磁石１４のアレイは、図示のように、線形に又は線形アレイにおいて位置付けられることができる。そのような線形構成は、より狭い物体又はパイプを扱うために磁石１４を整列させることができる。磁石１４又はその磁石面３４は、掌２２又はその掌面の少なくとも一部を形成することができるか或いは形成するのを助けることができる。

【００１８】

１つの態様において、エンドエフェクタ１０は、少なくとも１つの指１８を有することができる。別の態様において、エンドエフェクタ１０は、指のペア(対)、３つ以上の指のアレイ又は一連の３つ以上の指のような、複数の指１８を有することができる。例えば、エンドエフェクタは、図示のように、３つの指１８のアレイ又は一連の３つの指１８を有することができる。指のアレイ１８は、非線形行列(マトリクス)において位置付けられることができる。各指１８は、掌２２に枢動的に連結されることができ、互いに及び／又は掌２２もしくは磁石１４に対向して枢動して、指１８及び／又は掌２２又は磁石１４の間のギャップ４２内で強磁性物体又は他の物体を掴むことができる。指１８は、それらが互いに対してオフセットされるとしても、互いに対向していると考えられる。よって、１つの指１８は、ギャップ４２に亘って別の指１８に対して対向し且つオフセットされることができる。

【００１９】

１つの態様では、指１８及び磁石１４が順次式に(sequentially)交互になる(alternate)ように或いは交互のシーケンス(順序)(sequence)になることができるように、少なくとも１つの指１８の少なくとも一部を一対の離間した磁石１４の間に移動可能に配置することができ、或いは一対の磁石１４の間に直線的に整列させることができる。別の態様では、１対の指１８を少なくとも１つの磁石１４の反対側に位置付けることができる。やはり、指１８及び磁石１４は、順次式に交互になることができ、或いは交互のシーケンスになることができる。加えて、一対の指１８の各々は、掌２２の両側に配置されることができ、ギャップ４２に亘って互いに対向することができる。別の態様では、磁石１４のアレイ及び指１８のアレイは、順次式に交互になることができ、或いは交互のシーケンスに位置付けられることができる。よって、掌２２の構造を用いて、（複数の）指１８及び（複数の）磁石１４を支持し且つ相互接続することができる。１つの態様において、磁石１４のアレイは、図示のように線形であることができる。よって、磁石１４は、パイプのようなより狭い強磁性物体のために整列させられることができる。

【００２０】

（複数の）指１８及びエンドエフェクタ１０は、図２に示すような展開グリップ又は拡張構成(deployed grip or extended configuration)と、図１に示すような引込構成(retracted configuration)とを含む、少なくとも２つの構成を有することができる。展開構成において、（複数の）指１８は、磁気係合面３８に対して遠位に配置され、互いに或いは掌２２又は磁石面３４に対向する。エンドエフェクタ１０及び（複数の）指１８は、（複数の）指１８と掌２２又は磁気面３４との間の強磁性物体又は他の物体を掴むことができる。引込構成において、（複数の）指１８は、（複数の）磁石１４及び掌２２と共に磁気係合面３８に対して近位に配置される。（複数の）磁気面３４は、強磁性物体に当

接し且つ強磁性物体に磁気的に付着するための最外側の接触面を形成する。（複数の）指１８は、（複数の）指１８が大きな金属板のような強磁性物体と干渉しないように、引込構成において磁気係合面３８の背後及び（複数の）磁気面３４の背後に位置付けられる。よって、エンドエフェクタ１０は、強磁性物体を磁気的に掴むために並びに強磁性物体又は他の物体又はツールを機械的に掴むために使用されることができる。これは両方が任意の所与のときに同時に一緒に作用する状態で起こり得るか、或いはこれは任意の所与のときにいずれか一方が能動的であり他方が休止している状態で起こり得る。上述のように、磁石１４のアレイは、直線状であることができ、磁石１４のアレイは、図２に示すように、グリップ構成において指１８のアレイのプロファイルに配置されることができる。よって、指１８の全て及び磁石１４の全てを利用して物体を把持することができる。

【００２１】

１つの態様において、掌２２は、フレーム４６を含むことができる。フレーム４６は、隣接する磁石１４の間に配置されることができる。よって、磁石１４は、フレーム４６によって離間させられることができる。加えて、指１８は、磁石１４の間のそれぞれのフレーム４６に枢動的に連結されることができる。掌２２及びフレーム４６は、ウェブ５４によって相互連結された一対の離間されたフランジ５０を含むことができる。指１８は、一対の離間したフランジ５０の間に枢動的に連結されることができる。フレーム４６は、金属で形成されることができ、機械加工又は鋳造によって形成されることができる。他の材料又は材料の複合体も想定され、それは当業者に明らかであろう。

【００２２】

別の態様において、各指は、近位ピボット６２で、掌２２、フレーム４６又はフランジ５０に枢動的に連結される近位セグメント又は指節５８を含むことができる。遠位セグメント又は指骨６６が、遠位ピボット７０で、近位セグメント５８に枢動的に連結されることができる。よって、１つの態様において、各指１８は、２つのセグメント又は指骨を含むことができる。別の態様において、各指は、指骨の３つのセグメントを含むことができる。指１８、又はそのセグメント５８及び６６は、例えば、機械加工又は鋳造によって、金属で形成されることができ、或いは、例えば、射出成形又は３Ｄ印刷によって、プラスチックで形成されることでき、或いは、他の材料又は材料の複合体で形成されることができる。

【００２３】

（複数の）指１８の近位セグメント５８及び遠位セグメント６６は、図１に示すような直線構成(straight configuration)と、図２に示すような傾斜構成(cant configuration)とを含む、少なくとも２つの構成を有することができる。図２を参照すると、傾斜構成は、（複数の）指１８の展開構成に対応する。傾斜構成において、近位セグメント５８及び遠位セグメント６６は、物体の掴みを容易にするために互いに対して横断方向に方向付けられる。図１を参照すると、直線構成は、（複数の）指１８の引込構成に対応する。直線構成において、近位セグメント５８及び遠位セグメント６６は、互いに対して実質的に直線的又は一直線に方向付けられる。指のセグメント又は指骨は、真っ直ぐである必要はなく、鈍角を形成することができるが、図１に示すように、傾斜構成と比較して、直線構成において互いに対して比較的真っ直ぐに方向付けられることができる。

【００２４】

加えて、各指１８は、指を作動させるための指関節(finger articulation)を更に含むことができる。指関節は、近位ピボット６２で掌２２、フレーム４６又はフランジ５０に枢動可能に連結された近位ベルクランク７４(bellcrank)を含むことができる。近位ベルクランク７４は、近位セグメント５８と共に、掌２２に対して枢動することができる。加えて、ベルクランク７４は、近位セグメント５８に対して横方向に掌２２から延びることができる。タブ７８が、遠位ピボット７０で遠位セグメント６６から延びることができる。タブ７８は、遠位セグメント６６に対して横方向に延びることができる。１つの態様において、タブ７８及び遠位セグメント６６は、遠位ベルクランクを画定することができる。近位リンク８２が、近位ベルクランク７４とタブ７８との間に枢動的に連結される。加

えて、近位リンク８２は、近位セグメント５８から離間することができる。１つの態様において、近位セグメント５８、近位リンク８２、近位ベルクランク７４、及びタブ７８又は遠位ベルクランクは、４バーリンクを形成することができる。近位ベルクランク７４及び近位リンク８２は、例えば、機械加工又は鋳造によって、金属で、例えば、射出成形又は３Ｄ印刷によって、プラスチックで、或いは他の材料又は材料の複合材で形成されることができる。タブ７８は、一体の又はモノリシックな本体として、遠位セグメント６６と一体的に形成されることができる。

【００２５】

アクチュエータ８８が、掌２２、フレーム４６又はフランジ５０に連結され、掌２２、フレーム４６又はフランジ５０によって支持され、近位ベルクランク７４に枢動的に連結される。１つの態様において、アクチュエータ８８は、空圧シリンダであることができる。別の態様において、アクチュエータは、液圧シリンダであることができる。別の態様において、アクチュエータ８８は、電気モータであることができる。アクチュエータ８８は、近位ベルクランク７４を押したり引っ張ったりすることができ、次いで、近位ブルクランク７４は、近位リンク８２を押したり引っ張ったりすることができ、それによって、近位セグメント５８及び遠位セグメント６６をそれぞれ拡張させ且つ引っ込めることができる。

【００２６】

１つの態様において、近位セグメント５８は、真っ直ぐ又は実質的に真っ直ぐであることができる一方で、遠位セグメント６６は、角度付けられることができ、或いは、把持を容易にするために、互いに対して鈍角な２つの部分を有することができる。

【００２７】

エンドエフェクタ１０は、把持のために主として磁石１４に依存する磁気構成及び把持のために主として指１８に依存する機械構成を有するものとして記載されているが、磁気的及び機械的をそれぞれ独立して使用することができることに加えて、磁石１４及び指１８の両方を一緒に用いて、物体を磁気的及び機械的の両方で把持することができる。

【００２８】

図４及び図５は、磁石１４及び指１８の両方を備えるロボットエンドエフェクタ１０ｂの別の例を描いており、それは大部分の点で上述したものと類似しており、それは、当業者に認識されるように、適用可能な場合には、本明細書に援用される。図４は、指１８が引っ込められた状態の、強磁性物体を把持するために主として磁石１４を使用する磁気構成における、エンドエフェクタ１０ｂを描いている一方で、図５は、指１８が展開、グリップ又は拡張構成にある状態の、物体を把持するために主として指１８を使用する指構成における、エンドエフェクタ１０ｂを描いている。磁石１４のアレイは、非線形行列(マトリクス)に配列することができる。非線形行列は、磁石１４と強磁性物体との間のモーメントを低減することができる。指のアレイ１８は、展開構成において磁石１４の行列のプロファイルにおいて配置され、引込構成において磁石１４に隣接して及び／又は磁石１４の間に配置される。展開構成における指１８の外側の磁石１４の位置は、指１８で物体を把持するときに、磁石１４を保護することができる。引込構成における磁石１４に隣接する指１８の位置は、指１８を保護することができる。

【００２９】

やはり、掌２２ｂは、フレーム４６ｂを含むことができる。各指１８は、磁石１４とペア(対)にされ、フレーム４６ｂによって相互連結される(intercoupled)ことができる。よって、各磁石１４は、フレーム４６ｂに連結されることができ、各指１８は、フレーム４６ｂに枢動的に連結されることができる。ここでは、本明細書で使用するとき、「連結(結合)される(coupled)」は、直接的又は間接的のいずれかで連結(結合)されることを意味することを意図していることに留意のこと。掌２２ｂ及びフレーム４６ｂは、ウェブ５４ｂによって相互連結された一対の離間したフランジ５０ｂを含むことができる。指１８は、一対の離間したフランジ５０ｂの間に枢動的に連結されることができる。

【００３０】

本明細書に記載する磁石は、１つの態様において、参照により本明細書に援用する特許文献１に記載するもののような、可変強度磁石又は磁石システム又は機構を含むことができる。可変強度磁石は、（例えば、物体を把持するために）磁場をアクティブ化(活性化)するように作動させられることができ、（例えば、把持した物体の解放を容易にするために）磁場を除去するように非アクティブ化(不活性化)されることができる。可変強度磁石を用いるならば、磁気エンドエフェクタは、磁気エンドエフェクタによって出力される磁力の強度を選択的に変化させることによって細かいペイロード(discriminate payload)を除去(リフト)することができる。例えば、磁石の強度は、１つ以上の追加的な鋼シートの上に横たわる鋼の単一シートを把持するように選択されることができる。この強度は、如何なる他のシートも持ち上げることなく、単一シートを把持することを許容する。ひとたびシートがスタックから持ち上げられると、磁石の磁気強度は、シート上の把持を維持するために所望に増加させられることができる。アクチュエータは、可変強度磁石エンドエフェクタに動作的に連結されることができ、アクチュエータは、可変強度磁石の調整を制御するために選択的に作動可能である。アクチュエータは、ひとたび任意の所与の時間に亘って達成されると、可変強度磁石を所望の磁力出力強度に維持するように構成されてもよい。

【００３１】

可変強度磁気エンドエフェクタは、磁石、具体的には、磁石の強さ(intensity)を制御するように設計され且つ作動可能なマスタ制御ユニットと連通することができる。例えば、マスタ制御ユニットを使用して、磁石をアクティブ化(活性化)させ、連続的に調整することができる。磁石の強さ(magnet intensity)は、無限数の出力磁気強度(output magnetic strength)又は磁気強度出力レベル(magnetic strength output level)に調整されることができる。アクチュエータは、可変強度磁石の調整を制御するように、並びに可変強度磁石を所望の磁力出力強度に維持して物体をエンドエフェクタに固定するように、選択的に作動可能であることができる。磁力の強度(strength)又は強さ(intensity)は、全強度(full strength)と無強度(no strength)との間の範囲を通じて選択的かつ連続的に調整可能である。より具体的には、磁石の強度は、所与の範囲内で無限に調整可能であってよい。

【００３２】

１つの具体的な例において、磁石は、北極(Ｎ)領域と南極(Ｓ)領域とを有する永久磁石を含むことができる。磁石は、ハウジング内に位置付けられることができる。ハウジング内には、鉄(iron)のような鉄材料(ferrous material)の第１及び第２のブロックが配置されることができる。第１及び第２のブロックは、同様にハウジング内に配置される真鍮又はアルミニウムのような非鉄材料によって分離されることができる。ハウジングの内部内の平面の方向に沿って並びに鉄材料及び非鉄材料をそれぞれ通じて延びて、磁石を受け入れるようなサイズ及び構成にされたキャビティが形成されることができる。磁石の磁力の強度は、磁石の向き又は位置、特に北極領域及び南極領域に依存して可変であることができる。例えば、磁石の位置、特に北極領域及び南極領域は、北極領域及び南極領域が非鉄材料に一致して垂直向きに位置付けられるようなにされることができ、それは磁石をオフにするように機能する、この「完全オフ(full off)」位置では、磁力は磁石を通じて位置合わせされず、生成されない。逆に、北極領域及び南極領域が水平であり且つ鉄材料と一致し且つ接触するように磁石を方向付けることは、磁石に最大磁力又は強度出力を生成させる。この「完全オン(full on)」位置において磁石を方向付けることは、例えば、鉄材料の第１及び第２のブロックと接触するように磁石を回転させることによって達成されることができる。

【００３３】

上述のように、１つの態様において、永久磁石の回転を選択的に制御することを用いて、磁石の磁力の強度又は強さを選択的に増減させることができる。具体的には、永久磁石を「完全オン」位置と「完全オフ」位置との間の無限数の位置のうちの１つに位置させることは、永久磁石の「完全オン」位置又はフルパワー位置と比較して、より少ない程度の

磁力を可能にすることができる。これらの位置の間のこれらにおいて、磁束は、部分的に鉄材料及び非鉄材料を通じて延びて、低減された磁力を生成する。これらの位置の間で磁石位置を連続的に変化させることは、磁力の強度を変化させるように効果的に機能する。磁石の位置は、多数の異なるアクチュエータを介して多数の方法で制御されることができる。加えて、磁石は、ネオジム又はサマリウムコバルト又は他の材料で形成されることができる。

【００３４】

エンドエフェクタに組み込むことができる他の可変強度磁石が本明細書において想定され、当業者には明らかであろう。

【００３５】

別の例において、磁石は、磁界を印加及び除去するためにアクティブ化(起動)及び非アクティブ化(起動解除)させられるように作動可能な電磁石を含むことができる。本明細書に記載するエンドエフェクタに組み込むことができる電磁石のタイプは、当業者に明らかであろう。電磁石は、電流を電磁石に送る電子アクチュエータを含むことができ、或いはそのような電子アクチュエータと関連付けられることができる。１つの態様において、電磁石は、鉄合金のような金属コアを含むことができる。ワイヤコイルを金属コアの周囲に巻き付けることができ、電源からの電流をワイヤコイルに向けることができる。電源は、限定されるものではないが、バッテリのような任意のタイプであってよい。

【００３６】

本開示は、本明細書に記載する幾つかの実施形態又は構成が、本明細書に記載する他の実施形態又は構成と組み合わせられてよいことを明示的に開示しないことがあるが、この開示は、当業者によって実施可能である任意のそのような組み合わせを記載しているように読まれるべきである。本開示における「又は(or)」の使用は、本明細書に別段の記載がない限り、非排他的な又は、すなわち、「及び／又は」を意味すると理解されるべきである。

【００３７】

図面に例示する例を参照し、例を記述するために特定の言語を本明細書において使用した。それにも拘わらず、本技術の範囲の制限はそれによって意図されていないことが理解されるである。本明細書に図示する構成の変更及び更なる修正、並びに本明細書に図示するような例の追加的な適用は、本明細書の範囲内にあると考えられるべきである。

【００３８】

更に、記載の構成、構造、又は特徴は、１つ以上の例において任意の適切な方法で組み合わされてよい。先の記述では、記載する技術の例を完全な理解を提供するために、様々な構成の例のような、多数の特定の詳細が提供した。しかしながら、本技術は、特定の詳細の１つ以上を伴わずに、或いは他の方法、構成要素、装置などと共に実施されてよいことが認識されるであろう。他の場合では、本技術の態様を不明瞭にすることを避けるために、よく知られている構造又は動作は詳細には示されないか、或いは記載されない。

【００３９】

主題事項は、構造的構成及び／又は動作に特有の言語で記載されているが、添付の請求項において定義された主題事項は、必ずしも上述の特定の構成及び動作に限定されないことが理解されるべきである。むしろ、上述の特定の構成及び行為は、請求項を実施する例示的な形態として開示されている。記載の技術の精神及び範囲から逸脱することなく、多数の修正及び代替的な構成が考案されることがある。

【００４０】

前述の例は、１つ以上の特定の用途における本発明の原理を例示するものであるが、本発明の原理及び概念から逸脱することなく、発明的能力を行使することなく、実施の形態、用法及び詳細における多数の修正を行うことができることが当業者に明らかであろう。従って、以下に記載する請求項による場合を除き、本発明が限定されることは意図されない。

【先行技術文献】

【特許文献】
【００４１】
【文献】米国特許第８，８９２，２５８号明細書

【図面】

【図１】

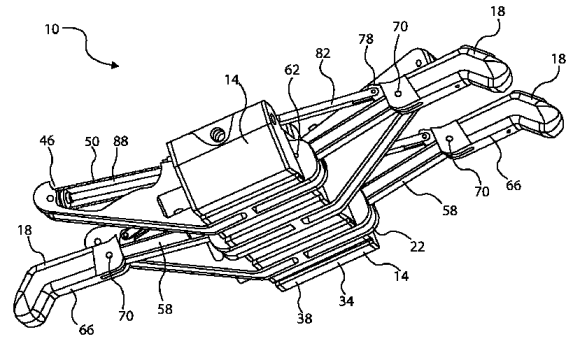

FIG. 1

【図２】

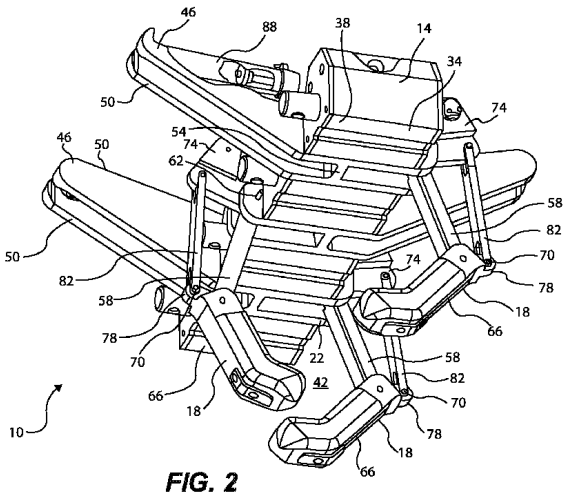

FIG. 2

【図３】

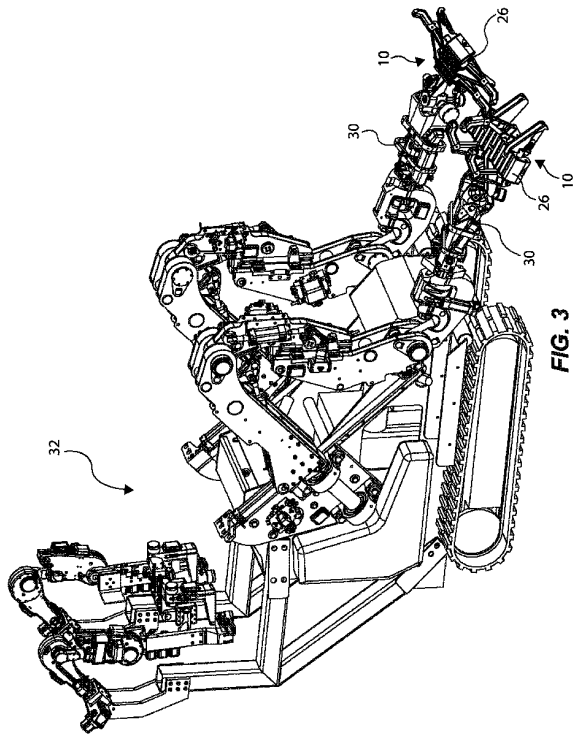

FIG. 3

【図４】

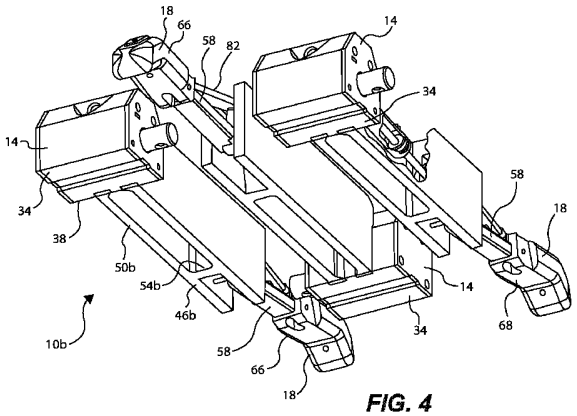

FIG. 4

【図５】

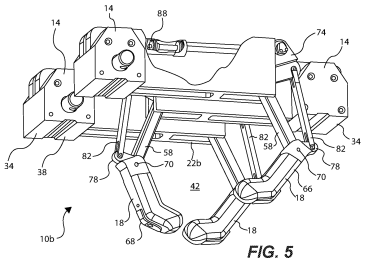
14
14
88
74
14
34
38
82
58
70
22b
78
42
82
58
82
34
78
70
66
18
18
18
68
10b

FIG. 5

フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００３－１４６５７５（ＪＰ，Ａ）
特開平５－２３９８９（ＪＰ，Ａ）
中国特許出願公開第１０４８４３４８４（ＣＮ，Ａ）

(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ２５Ｊ １５／０６ － １５／０８