

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第6157101号
(P6157101)

(45) 発行日 平成29年7月5日(2017.7.5)

(24) 登録日 平成29年6月16日(2017.6.16)

(51) Int.Cl.

F I

B 2 5 J 19/06 (2006.01)

B 2 5 J 19/02 (2006.01)

B 2 5 J 19/06

B 2 5 J 19/02

請求項の数 5 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2012-272339 (P2012-272339)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成24年12月13日 (2012.12.13)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2014-117756 (P2014-117756A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成26年6月30日 (2014.6.30)	(74) 代理人	100126240
審査請求日	平成27年12月11日 (2015.12.11)		弁理士 阿部 琢磨
		(74) 代理人	100124442
			弁理士 黒岩 創吾
		(72) 発明者	上野 真路
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ ノン株式会社内
		審査官	佐々木 一浩

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロボット装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ロボットアームと、
前記ロボットアームに取り付けられている力覚センサと、
前記力覚センサに、結合部材を介して取り付けられているエンドエフェクタと、を有し、
前記ロボットアームまたは前記力覚センサから前記エンドエフェクタに向かうZ軸方向に突出する第一の当接部と、
前記エンドエフェクタから前記ロボットアームまたは前記力覚センサに向かうZ軸方向に突出する第二の当接部と、
前記ロボットアームまたは前記力覚センサから前記エンドエフェクタに向かうZ軸方向に突出する第三の当接部と、
前記エンドエフェクタから前記ロボットアームまたは前記力覚センサに向かうZ軸方向に突出する第四の当接部と、
をさらに有し、前記第一の当接部および前記第二の当接部は、前記Z軸方向と垂直なX軸方向に所定のクリアランスをもって対向して設置され、前記第三の当接部および前記第四の当接部は、前記Z軸方向および前記X軸方向と垂直なY軸方向に所定のクリアランスをもって対向して設置されていることを特徴とするロボット装置。

【請求項2】

前記力覚センサは、磁束発生源と磁電変換素子を備えた磁気式の力覚センサであること

を特徴とする請求項 1 記載のロボット装置。

【請求項 3】

前記第一の当接部及び前記第三の当接部は柱状構造体であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のロボット装置。

【請求項 4】

前記第一の当接部及び前記第三の当接部は、前記力覚センサの周囲に配置されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 いずれか一項記載のロボット装置。

【請求項 5】

前記結合部材は、前記力覚センサと面接触して連結される底部と、前記底部に対して径方向に突出したフランジとを有し、前記フランジと前記エンドエフェクタとが連結されていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 いずれか一項記載のロボット装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ロボットアームを有するロボット装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、より生産効率の高い生産装置としてロボットアームを用いた生産装置が使用されている。所望の製品を生産するにあたり、ロボットハンドが装着されたロボットアームによって、構成部品をピックアップし、部品同士を組み付けることで製品を高速かつ長時間にわたって休止することなく生産することが可能である。

20

【0003】

ロボットアームをさらに精密に動作させるため、ロボットアームに力覚センサまたは加重によって生じた歪を検知する変位センサを取り付け、検知した力または歪に応じてロボットアームをフィードバック制御することで、高い精度での力制御および位置制御する技術が知られている。

【0004】

特許文献 1 記載のハンドリング装置〔ロボットアーム 9 では、変位センサがロボットアームとグリップ（ハンド）との間〕に設けられており、組み付け時にグリップに加わった加重による歪を、変位センサで検知することでロボットアームやグリップのフィードバック制御を行っている。

30

【0005】

特許文献 2 に記載されているように力覚センサには過度な力が加わった際の破損を防止する機構が提案されている。

【0006】

特許文献 2 に記載の力覚センサでは台座で支持された導電性のダイヤフラム部に対して、その下方に配置された土台部の上面に電極が設けられている。ダイヤフラム部の上面には、柱状接続部を介して盤状受力体が接続されており、盤状受力体に外力が作用するとダイヤフラム部が撓むので、各電極との間の静電容量値に基づいて外力の検出を行う。盤状受力体には、下層孔部および上層孔部が設けられており、これら各孔部内に支柱部材およびストッパー部材が配置されている。支柱部材の下端は力覚センサの台座に固着されている。盤状受力体の変位は、台座の上面およびストッパー部材によって制限される。したがって、ダイヤフラム部が破損しないように、盤状受力体とダイヤフラム部との相対変位を規制する強固な構造を有することで過度な外力が作用しても、ダイヤフラム部に損傷が生じない構造になっている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献 1】特開昭 61 - 241083 号公報

【特許文献 2】特開 2010 - 8343 号公報

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、力覚センサが単体として強固な構造をとる力覚センサをロボットアームに搭載した場合、力覚センサ自体は破損しないものの、ロボットアームとの連結部を介してロボットアームに強い内部応力が加わった場合に、ロボットアームの構成部品に変形が生じる場合がある。ロボットアームの自由端とエンドエフェクタの間に設けられる構造体は連結構造が複雑で変形が起きやすい。

【0009】

本発明の目的は、過度の外力やモーメントに対して、ロボットアームの保護も考慮した、力覚センサを搭載したロボットアームを有するロボット装置を提供することにある。

10

【0010】

特に、本発明の目的は、強い外力が加わった場合には所定の部品を誘導的に破損し、高価なロボットアームの大規模な破損を回避し得るロボット装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明のロボット装置は、ロボットアームと、前記ロボットアームに取り付けられている力覚センサと、前記力覚センサに、結合部材を介して取り付けられているエンドエフェクタと、結合部材を介して取り付けられているエンドエフェクタと、を有し、前記ロボットアームまたは前記力覚センサから前記エンドエフェクタに向かうZ軸方向に突出する第一の当接部と、前記エンドエフェクタから前記ロボットアームまたは前記力覚センサに向かうZ軸方向に突出する第二の当接部と、前記ロボットアームまたは前記力覚センサから前記エンドエフェクタに向かうZ軸方向に突出する第三の当接部と、前記エンドエフェクタから前記ロボットアームまたは前記力覚センサに向かうZ軸方向に突出する第四の当接部と、をさらに有し、前記第一の当接部および前記第二の当接部は、前記Z軸方向と垂直なX軸方向に所定のクリアランスをもって対向して設置され、前記第三の当接部および前記第四の当接部は、前記Z軸方向および前記X軸方向と垂直なY軸方向に所定のクリアランスをもって対向して設置されていることを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0012】

30

本発明は、ロボット装置に過度な外力が加わることによる力覚センサの破損を抑制するとともに、特定の方向の力やモーメントに対しては結合部材が優先的に破損されるような構造であることによってロボットアームの大規模な破損を抑制したロボット装置を提供することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】図1は本実施形態のロボット装置を示す外観図である。

【図2】図2は本実施形態におけるロボット装置の構造の概略図である。

【図3】図3(a)は本実施形態をより具体的に描いた構成図である。図3(b)はロボット装置のA-A断面である。

40

【図4】図4は、本実施形態のロボット装置が稼働時にクラッシュ等で不測の外力がフィッガーに加わった場合の様子を示した図である。

【図5】図5(a)は、磁気式力覚センサの概略的な断面図を示す図である。図5(b)は、磁気式力覚センサのセンシング部(検出部)の斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、図面を参照しながら本発明のロボット装置に関して説明する。

【0015】

図1は本発明のロボット装置の外観図を示す。不図示の台座や床に設置されたロボットアーム1の自由端に対して、力覚センサ2が連結されていて、さらに力覚センサ2とエン

50

ドエフェクタとしてのロボットハンド3が連結されている。ロボット装置による作業によってロボットハンド3に外力が加わり、外力は力覚センサ2に伝達し検出される。

【0016】

力覚センサ2としては、磁気式力覚センサ、静電容量式力覚センサ、歪ゲージ式力覚センサの如き力覚センサが使用される。以下では、磁石の如き磁束発生源とホール素子の如き磁電変換素子の対からなる磁気式力覚センサを使用することが可能である。

【0017】

また、ロボットアームの自由端と力覚センサ2とエンドエフェクタを結ぶ方向をZ軸方向とし、Z軸方向と交差する異なる方向にそれぞれX軸方向、Y軸方向をとるものとする。ロボットハンド3や、力覚センサ2に加わる外力は、 F_x 、 F_y 、 F_z と、モーメントは M_x 、 M_y 、 M_z との6成分がそれぞれ加重されることになる。用途に応じて、上述の6成分のうちの3成分を検出する3軸センサや6軸センサなど、様々な型式のセンサを使用することが可能である。

【0018】

図2は、本発明のロボット装置の構造の概略的説明図である。ロボットアームの自由端に力覚センサ2が連結され、さらに深皿状の形状の結合部材4を介して力覚センサ2とロボットハンド3が連結されている。結合部材4はZ軸に対して軸対称な部材で構成されており、力覚センサ2と面接触して連結される底部と、底部に対して径方向に突出したフランジで形成されており、フランジとロボットハンド3とが図のようにボルト等で結合されている。

【0019】

結合部材4は、ロボットハンド3及び力覚センサ2の降伏点に対応するひずみより小さなひずみで降伏する。結合部材4は、ロボットハンド3と力覚センサ2は連結するとともに、過度な外力に対して、誘導的に破損する役割を担っている。

【0020】

以下の説明では、応力、ひずみ及び降伏の用語を使用して説明をおこなう。

【0021】

結合部材4に外力が加わると、加重の大きさに応じてひずみが生じ応力が上昇する。加わる外力の大きさが増大するにつれて、ひずみに対して線形に応力が上昇する。このように、ひずみに対して線形に応力が上昇する弾性域では、外力が無くなるとひずみも元に戻る弾性的な変形が結合部材4に生じる。

【0022】

一方、強い外力によってひずみがある大きさを超えると降伏が生じ、外力によって結合部材4に生じた変形が元に戻らなくなる（塑性域）。この弾性域と塑性域の境界は降伏点と呼ばれる。

【0023】

また、ロボットアームに固定された第一の当接部5と、ロボットハンドに固定された第二の当接部6とがX軸方向に沿って互いに対向するように設けられている。これらは、力覚センサ2が破損せずに構造的に許容できるX軸方向への変形 x に対して小さいクリアランス x (x x) を設けて対向している。クリアランス x を調整するためにさらに第一の当接部5または第二の当接部6の一方にX軸方向に沿ってネジ部を設けてネジの先端と他方の当接部との距離（クリアランス x ）を調整させる構造をとっても良い。

【0024】

つまり、第一の当接部5及び第二の当接部6は、エンドエフェクタであるロボットハンドとロボットアームとの相対位置の変化が力覚センサのX軸方向に対する歪の限度より小さくなるように間隔（クリアランス x ）が設けられている。

【0025】

第一の当接部5及び第二の当接部6は、過度なX軸方向の成分を有する外力が加わった場合に、互いに接触し、変位が規制されるストッパーとして機能する。

【0026】

さらに、図2では不図示の紙面手前から奥に向かったのY軸方向に沿って同じくロボットアームに固定された第三の当接部7と、ロボットハンドに固定された第四の当接部8を設けても良い。

【0027】

ロボットハンド3に加わった力 F_x 、 F_y に対しては、当接部がストッパーとして機能するため所定の大きさ以上のロボットハンド3とロボットアーム1との相対位置の変化は規制され、結果として結合部材4の変形は生じ難い。

【0028】

一方、モーメント M_x 、 M_y に対しては結合部材4の底部が屈曲しやすいため、過度の大きさのモーメント M_x 、 M_y に対しては、結合部材4が降伏し、破損しやすい構造となっている。力覚センサ及びロボットハンドの降伏点に対応するひずみより小さなひずみで結合部材4は降伏するので、過度なモーメントが加わった際に結合部材4が優先的に変形し、破損する。

【0029】

したがって、結合部材4および上述の当接部を具備することで、 F_x 、 F_y の外力に強く、 M_x 、 M_y に対して結合部材4が犠牲的な破損を起こすような、外力に対して選択的な力感受性を持つロボット装置を提供することが可能である。

【0030】

また、単に力覚センサやロボットハンドを高強度に構成するよりも、本発明は、ロボット装置の構成要素の保護特性の良好なロボット装置を提供することが可能である。

【0031】

図3(a)は、本実施形態をより具体的に示している説明図である。図3(a)は、説明図中の左側断面を切り欠いて描いている。ロボットアームの自由端を台座として力覚センサ2が設けられ、力覚センサ2に対してその周囲に柱部材が複数配置されており、複数の柱部材によって天面9を支持している。また、天面9には中央に開口が設けられており、この開口を通して力覚センサ2、結合部材4、ロボットハンド3が接続されている。天面9には天面の表面に沿って突出して第一の当接部5が設けられている。力覚センサ2は結合部材4を介してフィンガーを備えたエンドエフェクタとしてのロボットハンド3に連結されている。ロボットハンド3には第二の当接部6が設けられており、天面9に設けられた第一の当接部5と対向して配置されている。天面9はロボットハンドとは間隔をあけて配置されており接触しないように配置されている。図3(a)におけるA-A断面を図3(b)に示す。第一の当接部5は、2個(5a、5b)設けられており、第二の当接部6は、2個(6a、6b)設けられており、第三の当接部7(7a、7b)設けられ、第四の当接部8もそれぞれ2個(8a、8b)設けられている。第一の当接部5(5a、5b)及び第二の当接部6(6a、6b)は、X軸方向に沿って所定のクリアランス x を設けて対向して設置されており、第三の当接部7(7a、7b)及び第四の当接部(8a、8b)は、Y軸方向に沿って所定のクリアランス y を設けて対向して設置されている。第一、第二、第三、第四の当接部によって外力 F_x および外力 F_y による過負荷が生じても、対向して設けられた当接部がストッパーとして機能し、力覚センサ2を破損させるほどの力が力覚センサ2に加わることを抑制する。

【0032】

また、ロボットアームに連結された天面9に設けられた第一の当接部5及び第三の当接部7と、ロボットハンドに固定された第二の当接部6及び第三の当接部8とが、紙面の手前と奥を結ぶZ軸方向を回転軸として回転の方向に沿って、順に、第一の当接部5、第二の当接部6、第四の当接部8、第三の当接部7が設けられている。この配置は、回転の方向に沿って、順に、第二の当接部6、第一の当接部5、第三の当接部7、第四の当接部8が設けられていてもよい。

【0033】

このような構成をとると、X軸方向およびY軸方向に対する変位に対するストッパー機能に加え、Z軸方向を回転軸とする回転に対して、時計回り、反時計回り、いずれの方向

10

20

30

40

50

に対する回転に関しても変位が規制されるためモーメント M_z に対するストッパー機能をも備えた構造とすることができる。

【0034】

このような当接部を備え、連結部材 4 を備えたロボット装置は、 F_x 、 F_y 、 M_z に対する過度な力による力覚センサの破損を抑制しつつ、 M_x 方向や、 M_y の方向に過度なモーメントが加わった場合には、結合部材 4 が破損する。したがって、力覚センサやロボットハンド、ロボットアームのフレームに変形や歪みが生じることを抑制できる。ロボットアームの如き長手状の装置は、長手方向に対して交差する方向のモーメント成分である M_x 、 M_y に対しては弾性域が狭く、比較的小さなひずみで降伏、変形しやすい。したがって、このようなモーメント成分に対しては犠牲的に破損し、交換が容易な部品をロボット装置に組み込んでおくことで、効果的にロボット装置を構成するロボットアームやロボットハンドの如き精密機器の破損を抑制できる。また生産用途に用いられるロボット装置の如く、高い稼働率が求められる装置において、不測の外力の印加による稼働停止トラブルが起きたとしても容易に部品交換して迅速に復旧できるメリットがある。

10

【0035】

図 4 は、本実施形態のロボット装置が稼働時にクラッシュ等で不測の強い外力がフィンガーに加わった場合の様子を示す図である。例えば、ロボットの軌道上に誤配置された治具や部品などの予期せぬ障害物にロボット装置が衝突しクラッシュすると、力覚センサ 2 にとって過負荷なモーメント M_y がフィンガーに印加される場合がある。

【0036】

20

その時、ロボットハンド 3 は、ロボットアームの自由端に対して大きく姿勢が変化する。姿勢の変化に伴って、第一の当接部 5 と第二の当接部 6 とが接触し、 X 軸方向に沿っての変位は規制されるため力覚センサ 2 には、力覚センサ 2 が破損するほどの力が印加されることは抑制される。一方で、モーメント M_y が印加されたことによる姿勢の変化によって結合部材 4 の底部に大きな力が加わり屈曲・破損する。このようなクラッシュが起きた際には、ただちにロボット装置が停止され、点検・復旧が行われる。結合部材 4 は、力覚センサ 2 とロボットハンド 3 の間に設けられた部品であり、ロボットハンド 3 を力覚センサ 2 から脱離させ、結合部材 4 を交換の上再びロボットハンド 3 を装着し、復旧させる。

【0037】

一方、図 4 に示すようなロボットハンド 3 のフィンガーの台座に相当する位置に過負荷 F_x が X 軸方向に沿って印加される場合、すなわち加わった加重の作用線と力覚センサ 2 との距離が比較的短い場合がある。この場合には、モーメントではなく X 軸方向に沿った並進方向の加重が加わった場合は第一の当接部 5 及び第二の当接部 6 が接触してストッパー機能を果たす。

30

【0038】

<力覚センサについて>

本実施形態において好適に力覚センサ 2 の一例として、磁気式力覚センサについて以下に説明する。

【0039】

図 5 (a) は、磁気式力覚センサの概略的な断面図を示す図である。センシング部は筒状の筐体 12 の内部に収められている。

40

【0040】

磁気式力覚センサは、外部からの力が作用する作用部 14 と、作用部 14 の力を変位に変換する弾性体 15 と、第 1 の磁電変換素子 11 と、第 2 の磁電変換素子 12 が実装される基板 16 と、複数の磁石から構成される磁束発生源 17 とを有している。基板 16 に実装される磁電変換素子 11、12 は十字形の作用部 14 に固定され、作用部 14 は環状の弾性体 15 を介して柱状構造体を、間隔をあけて環状部材に配置した支持部材 20 に変位可能に支持されている。さらに、基板 16 に配された磁電変換素子 11、12 の出力は不図示の配線を介して出力を A/D 変換する変換部 109 に送信される。さらに、磁気式力覚センサは演算部 110 および記憶部 111 を有している。また、磁束発生源を構成する

50

第 1 の磁石に対向する位置に第 1 の磁電変換素子が配置され、磁束発生源を構成する第 1 の磁石及び前記第 2 の磁石との境界に近い側に第 2 の磁電変換素子が配置されている。

【 0 0 4 1 】

作用部 1 4 と弾性体 1 5 及び支持部材 2 0 は互いに一体に形成されていてもよいし、図のように各部材ごとに構成されていてもよい。また、支持部材 2 0 は円筒状部材など様々な形状が取り得るが、作用部 1 4 を支持できるものであればどのような構成でもよい。

【 0 0 4 2 】

つまり外力に対して磁電変換素子と磁束発生源との相対位置を変化できる構成であればどのような構成を採用してもよい。本実施形態では S U S 等の強度の高い部材で弾性体 1 5 や筐体 1 2 を形成している。

【 0 0 4 3 】

図 5 (b) は、磁気式力覚センサのセンシング部 (検出部) の斜視図である。本発明においては、力のセンシングに係る第 1 磁電変換素子 1 1 と第 2 磁電変換素子 1 2 と磁束発生源 1 7 とを併せてセンシング部と称する。センシング部は以下で説明する作用部 1 4 と磁束発生源 1 7 との相対位置を、検知した磁場を電気信号に変換して検出する機能を果たす。センシング部は、磁石の磁極面に対向して配置された第 1 磁電変換素子 1 1 a ~ 1 1 d と、第 1 磁電変換素子の間に配置された第 2 磁電変換素子 1 2 a ~ 1 2 d と、磁束発生源 (磁石) 1 3 a ~ 1 3 d を有する。磁石 1 3 a ~ 1 3 d は、磁極面に対して法線方向である Z 軸方向に対してそれぞれ N 極と S 極とが互いに逆となるように配されている。

【 0 0 4 4 】

磁束発生源 1 7 は、隣り合う磁石、すなわち第 1 の磁石と第 2 の磁石の磁極面が互いに逆となるように配された 2 つ以上の磁石から構成されていればよく、磁束発生源 1 7 を構成する磁石は 4 つであることが好ましい。

【 0 0 4 5 】

第 1 の磁石の磁極面の第 1 の磁極と、第 2 の磁石の磁極面の第 2 の磁極とは、隣り合っており、かつ第 1 の磁極と、第 2 の磁極とは逆極性である。

【 0 0 4 6 】

また、センシング部は一つである必要はなく、一つのセンサに複数のセンシング部が設けられていてもよい。

【 0 0 4 7 】

また、力覚センサにおいて、配置された磁電変換素子の個数は、所望の精度に応じて適宜選択してよい。

【 0 0 4 8 】

磁束発生源 1 7 は、N 極と S 極を一对有する 2 つ以上の磁石 1 3 から構成されている。磁束発生源 1 7 は、複数の磁石を接続してなるパターンを形成してもよい。すなわち、隣りあう磁石の境界を境にして、磁石から発生する磁場の向きが逆転するように構成されていれば良い。

【 0 0 4 9 】

また、磁石 1 3 および磁束発生源 1 7 は N d - F e - B 磁石、S m - C o 磁石、S m - F e - N 磁石、フェライト磁石に代表されるような永久磁石であってもよく、磁性体まわりにコイルを巻き、通電することによって磁力を発生させる電磁石であってもよい。磁電変換素子 1 1 , 1 2 は、ホール素子、M R 素子、磁気インピーダンス素子、フラックスゲート素子、巻き線コイルである。

【 0 0 5 0 】

作用部 1 4 に X 軸方向の力 F_x 、Y 軸方向の力 F_y 、Z 軸方向のモーメント M_z を受けると、磁電変換素子 1 1 , 1 2 は、水平方向 (X 軸 - Y 軸平面上) に磁束発生源 1 7 に対して相対的に変位する。一方で、作用部 1 4 に X 軸方向のモーメント M_x 、Y 軸方向のモーメント M_y 、Z 軸方向の力 F_z を受けると、磁電変換素子 1 1 , 1 2 は、垂直方向 (Z 軸 - X 軸または Z 軸 - Y 軸平面上) に相対的に変位することになる。磁電変換素子 1 1 , 1 2 は、この相対的な変位によって生じる磁電変換素子を通る磁束密度の変化を検出し

10

20

30

40

50

て、力及びモーメントに変換する。

【 0 0 5 1 】

[垂直方向成分 F_z , M_x , M_y の検出]

垂直方向成分 F_z , M_x , M_y を算出するためには、磁石の磁極面の中心に対向して配置される第 1 の磁電変換素子 1 1 a ~ 1 1 d によって検出された垂直方向成分の磁場を用いる。第 1 の磁電変換素子 1 1 a の変位によって生じる出力変化を信号増幅部で増幅し、A / D 変換器等を有する変換器 1 9 を用いて V_{1a} として検出する。同様に、第 1 の磁電変換素子 1 1 b ~ 1 1 d についても V_{1b} ~ V_{1d} とする。

【 0 0 5 2 】

$$F_z = V_{1a} + V_{1b} + V_{1c} + V_{1d}$$

$$M_x = (V_{1a} + V_{1b}) - (V_{1c} + V_{1d})$$

$$M_y = (V_{1b} + V_{1c}) - (V_{1a} + V_{1d})$$

F_z , M_x , M_y は、演算部 1 1 0 で以上のように計算される。 F_z は 4 つの素子の総変化量により算出し、 M_x は X 軸方向に対して平行に配置した素子 2 組のペアの変化量によって算出し、 M_y は Y 軸方向に対して平行に配置した素子 2 組のペアの変化量により算出することが可能である。

【 0 0 5 3 】

[水平方向成分 F_x , F_y , M_z の検出]

水平方向成分 F_x , F_y , M_z を算出するためには、第 1 の磁電変換素子の間にそれぞれ配置された第 2 の磁電変換素子 1 2 a ~ 1 2 d によって検出される水平方向成分の磁場を用いる。第 2 の磁電変換素子 1 2 a の変位によって生じる出力変化を信号増幅部で増幅し、A / D 変換器等で形成される変換器 1 0 9 を用いて V_{2a} として検出する。同様に、第 2 の磁電変換素子 1 2 b ~ 1 2 d についても V_{2b} ~ V_{2d} とする。

【 0 0 5 4 】

$$F_x = V_{2b} - V_{2d}$$

$$F_y = V_{2a} - V_{2c}$$

$$M_z = V_{1a} + V_{1b} + V_{1c} + V_{1d}$$

F_x , F_y , M_z は、演算部 1 0 で以上のように計算される。 F_x は X 軸方向に対して垂直に配置した素子のペアの変化量によって算出し、 F_y は Y 軸方向に対して垂直に配置した素子のペアの変化量によって算出し、 M_z は 4 つの素子の総変化量により算出することが可能である。

【 0 0 5 5 】

以上説明したように、 2×2 個の磁石の磁極面に対向してそれぞれ配置される 4 個の第 1 の磁電変換素子が垂直方向成分の力を検出し、第 1 の磁電変換素子の間にそれぞれ配置された 4 個の第 2 の磁電変換素子により水平方向成分の力を検出する。水平方向成分と垂直方向成分の他軸干渉を低減する 6 軸の磁気式力覚センサを構成することができる。

【 0 0 5 6 】

このような磁気式の力覚センサは、他軸干渉が抑えられ、高い検出精度を有するため、上述のロボット装置に好適に適用可能である。支持部材 1 2 は過度な力が加わると破損しやすいが、前述したロボット装置に搭載することで破損が抑制されて長期間にわたって使用することが可能である。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 5 7 】

本発明は物品の生産などの産業用途のロボット装置として好適に利用できる。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 8 】

- 1 ロボットアーム
- 2 力覚センサ
- 3 ロボットハンド
- 4 結合部材

10

20

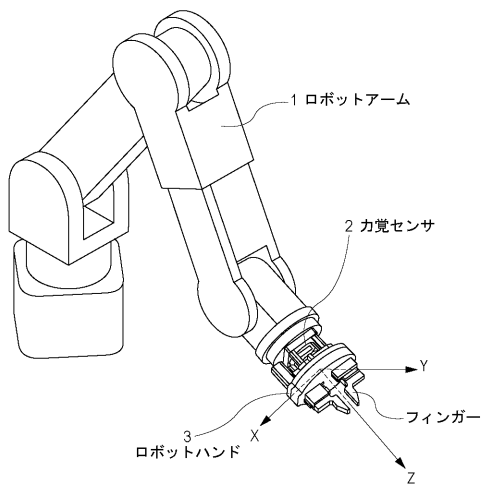
30

40

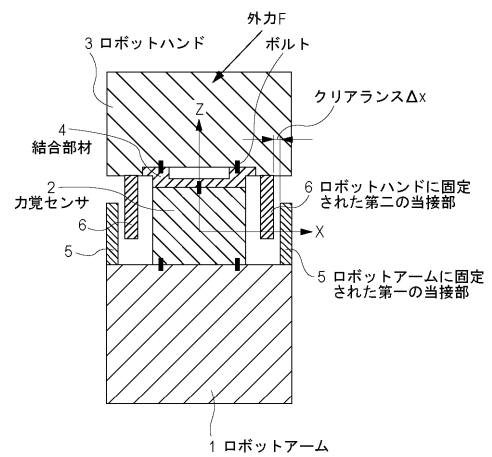
50

- 5 第一の当接部
- 6 第二の当接部

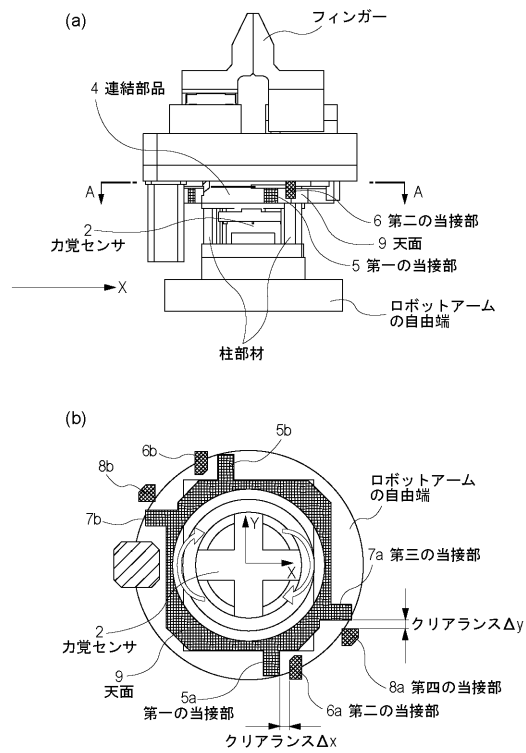
【図 1】



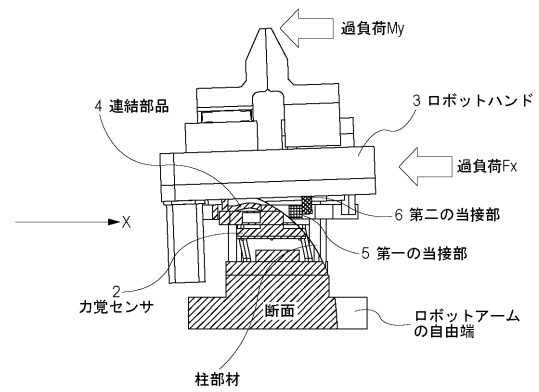
【図 2】



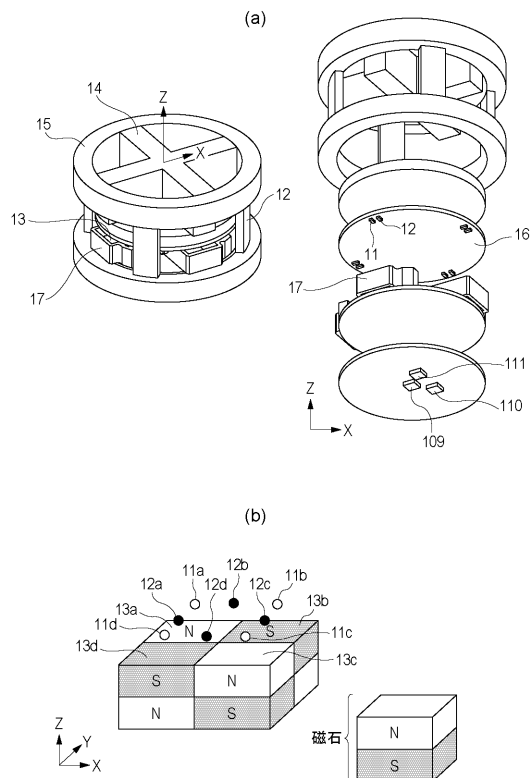
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭64-003532(JP,A)
特開平04-294994(JP,A)
特開2012-185152(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B25J 19/06
B25J 19/02