

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6868841号
(P6868841)

(45) 発行日 令和3年5月12日 (2021.5.12)

(24) 登録日 令和3年4月15日 (2021.4.15)

(51) Int. Cl.	F 1
B 2 5 J 19/00 (2006.01)	B 2 5 J 19/00 F
H 0 2 J 50/12 (2016.01)	H 0 2 J 50/12
H 0 2 J 50/80 (2016.01)	H 0 2 J 50/80

請求項の数 16 (全 40 頁)

(21) 出願番号	特願2016-29441 (P2016-29441)	(73) 特許権者	314012076
(22) 出願日	平成28年2月19日 (2016.2.19)		パナソニック IP マネジメント株式会社
(65) 公開番号	特開2017-144529 (P2017-144529A)		大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
(43) 公開日	平成29年8月24日 (2017.8.24)	(74) 代理人	100101683
審査請求日	平成30年10月31日 (2018.10.31)		弁理士 奥田 誠司
審判番号	不服2020-6290 (P2020-6290/J1)	(72) 発明者	坂田 勉
審判請求日	令和2年5月8日 (2020.5.8)		大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
		(72) 発明者	高橋 英治
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
		(72) 発明者	菅野 浩
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の方向に延びた第1のアームと、
 前記第1のアームに支持された第2のアームと、
 前記第1のアームまたは前記第2のアームに設けられ、前記第2のアームを前記第1のアームに対して前記第1の方向に移動させるリニアアクチュエータと、
 前記第1の方向と異なる第2の方向に延び、前記第1のアームを支持する支持体と、
 前記第2の方向に平行な回転軸の周りに前記支持体を回転させる回転機構と、
 を備え、
 前記第1のアームは、第1の送電アンテナを有し、
 前記第2のアームは、第1の受電アンテナを有し、
 前記第1の送電アンテナは、前記第1の受電アンテナへ非接触で電力を供給し、
 前記第1の受電アンテナは、前記第1の受電アンテナに電氣的に接続された負荷へ前記供給された電力を供給し、
 前記支持体は、第2の送電アンテナを有し、
 前記第1のアームは、第2の受電アンテナと、前記第2の受電アンテナに接続された第1の整流回路と、前記第1の整流回路と前記第1の送電アンテナとの間に接続されたインバータ回路と、をさらに有し、
 前記第2のアームは、前記第1の受電アンテナと前記負荷との間に接続された第2の整流回路をさらに有し、

10

20

前記リニアアクチュエータは、前記第 1 の整流回路または前記第 2 の整流回路から出力された電力によって駆動され、

前記第 2 の送電アンテナは、前記第 2 の受電アンテナへ非接触で電力を供給し、

前記第 1 の送電アンテナは、前記インバータ回路から供給された電力を前記第 1 の受電アンテナに供給し、

前記支持体を回転させるとき、

まず、前記リニアアクチュエータが、前記第 2 のアームの重心を前記回転軸に近づけ、その後、前記回転機構が、前記支持体を回転させる、
電動装置。

【請求項 2】

10

前記支持体を回転させるとき、

まず、前記リニアアクチュエータが、前記第 2 のアームの重心を前記回転軸に近づけ、その後、前記回転機構が、前記支持体を回転させ、

その後、前記リニアアクチュエータが、前記第 2 のアームの前記重心を前記回転軸から遠ざける、

請求項 1 に記載の電動装置。

【請求項 3】

前記リニアアクチュエータおよび前記回転機構を制御する制御回路をさらに備え、

前記支持体を回転させるとき、

前記制御回路は、

20

まず、前記リニアアクチュエータを制御して、前記第 2 のアームの重心を前記回転軸に近づけ、

その後、前記回転機構を制御して、前記支持体を回転させる、

請求項 1 または 2 に記載の電動装置。

【請求項 4】

前記支持体を回転させるとき、

前記制御回路は、

まず、前記リニアアクチュエータを制御して、前記第 2 のアームの重心を前記回転軸に近づけ、

その後、前記回転機構を制御して、前記支持体を回転させ、

30

その後、前記リニアアクチュエータを制御して、前記第 2 のアームの前記重心を前記回転軸から遠ざける、

請求項 3 に記載の電動装置。

【請求項 5】

前記回転機構は、モータを有し、前記モータの回転によって前記支持体を回転させる、請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の電動装置。

【請求項 6】

支持体と、

前記支持体に支持され、回転軸の周りに回転する回転機構と、

第 1 の方向に延び、前記回転機構に連結され、前記回転軸の周りに回転する第 1 のアームと、

40

前記第 1 のアームに支持された第 2 のアームと、

前記第 1 のアームまたは前記第 2 のアームに設けられ、前記第 2 のアームを前記第 1 のアームに対して前記第 1 の方向に移動させるリニアアクチュエータと、

を備え、

前記第 1 のアームは、第 1 の送電アンテナを有し、

前記第 2 のアームは、第 1 の受電アンテナを有し、

前記第 1 の送電アンテナは、前記第 1 の受電アンテナへ非接触で電力を供給し、

前記第 1 の受電アンテナは、前記第 1 の受電アンテナに電氣的に接続された負荷へ前記供給された電力を供給し、

50

前記支持体は、第 2 の送電アンテナを有し、

前記第 1 のアームは、第 2 の受電アンテナと、前記第 2 の受電アンテナに接続された第 1 の整流回路と、前記第 1 の整流回路と前記第 1 の送電アンテナとの間に接続されたインバータ回路と、をさらに有し、

前記第 2 のアームは、前記第 1 の受電アンテナと前記負荷との間に接続された第 2 の整流回路をさらに有し、

前記リニアアクチュエータは、前記第 1 の整流回路または前記第 2 の整流回路から出力された電力によって駆動され、

前記第 2 の送電アンテナは、前記第 2 の受電アンテナへ非接触で電力を供給し、

前記第 1 の送電アンテナは、前記インバータ回路から供給された電力を前記第 1 の受電アンテナに供給し、 10

前記第 1 のアームを回転させるとき、

まず、前記リニアアクチュエータが、前記第 2 のアームの重心を前記回転軸に近づけ、その後、前記回転機構が、前記第 1 のアームを回転させる、
電動装置。

【請求項 7】

前記第 1 のアームを回転させるとき、

まず、前記リニアアクチュエータが、前記第 2 のアームの重心を前記回転軸に近づけ、その後、前記回転機構が、前記第 1 のアームを回転させ、

その後、前記リニアアクチュエータが、前記第 2 のアームの前記重心を前記回転軸から 20
遠ざける、

請求項 6 に記載の電動装置。

【請求項 8】

前記リニアアクチュエータおよび前記回転機構を制御する制御回路をさらに備え、

前記第 1 のアームを回転させるとき、

前記制御回路は、

まず、前記リニアアクチュエータを制御して、前記第 2 のアームの重心を前記回転軸に近づけ、

その後、前記回転機構を制御して、前記第 1 のアームを回転させる、

請求項 6 または 7 に記載の電動装置。 30

【請求項 9】

前記第 1 のアームを回転させるとき、

前記制御回路は、

まず、前記リニアアクチュエータを制御して、前記第 2 のアームの重心を前記回転軸に近づけ、

その後、前記回転機構を制御して、前記第 1 のアームを回転させ、

その後、前記リニアアクチュエータを制御して、前記第 2 のアームの前記重心を前記回転軸から遠ざける、

請求項 8 に記載の電動装置。

【請求項 10】 40

前記回転機構は、モータを有し、前記モータの回転によって前記第 2 のアームを回転させる、請求項 6 から 9 のいずれか 1 項に記載の電動装置。

【請求項 11】

前記第 1 の送電アンテナは、送電コイルを含み、

前記第 1 の受電アンテナは、受電コイルを含み、

前記送電コイルは、前記受電コイルに電磁的に結合して前記受電コイルに非接触で電力を供給する、

請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載の電動装置。

【請求項 12】

前記送電コイルは、前記送電コイルの外周で囲まれる送電面を有し、 50

前記受電コイルは、前記受電コイルの外周で囲まれる受電面を有し、
前記送電面および前記受電面は、前記第２のアームに加わる荷重の方向に平行である、
請求項１１に記載の電動装置。

【請求項１３】

前記第２のアームの先端に配置されたエンドエフェクタをさらに備え、
前記負荷は、前記エンドエフェクタである、請求項１から１２のいずれか１項に記載の電動装置。

【請求項１４】

第１の送電アンテナを有し、第１の方向に延びた第１のアームと、
第１の受電アンテナを有し、前記第１のアームに支持された第２のアームと、
前記第１のアームまたは前記第２のアームに設けられ、前記第２のアームを前記第１のアームに対して前記第１の方向に移動させるリニアアクチュエータと、
前記第１の方向と異なる第２の方向に延び、前記第１のアームを支持する支持体と、
前記第２の方向に平行な回転軸の周りに前記支持体を回転させる回転機構と、
を備え、

前記第１の送電アンテナが前記第１の受電アンテナへ非接触で電力を供給し、
前記第１の受電アンテナが前記第１の受電アンテナに電氣的に接続された負荷へ前記供給された電力を供給し、

前記支持体は、第２の送電アンテナを有し、

前記第１のアームは、第２の受電アンテナと、前記第２の受電アンテナに接続された第１の整流回路と、前記第１の整流回路と前記第１の送電アンテナとの間に接続されたインバータ回路と、をさらに有し、

前記第２のアームは、前記第１の受電アンテナと前記負荷との間に接続された第２の整流回路をさらに有し、

前記リニアアクチュエータは、前記第１の整流回路または前記第２の整流回路から出力された電力によって駆動され、

前記第２の送電アンテナは、前記第２の受電アンテナへ非接触で電力を供給し、

前記第１の送電アンテナは、前記インバータ回路から供給された電力を前記第１の受電アンテナに供給する、

電動装置の制御方法であって、

前記支持体を回転させるとき、

まず、前記リニアアクチュエータを制御して、前記第２のアームの重心を前記回転軸に近づけ、

その後、前記回転機構を制御して、前記支持体を回転させる、

電動装置の制御方法。

【請求項１５】

支持体と、

前記支持体に支持され、回転軸の周りに回転する回転機構と、

第１の方向に延び、前記回転機構に連結され、前記回転軸の周りに回転する第１のアームと、

前記第１のアームに支持された第２のアームと、

前記第１のアームまたは前記第２のアームに設けられ、前記第２のアームを前記第１のアームに対して前記第１の方向に移動させるリニアアクチュエータと、

を備え、

前記第１のアームは、第１の送電アンテナを有し、

前記第２のアームは、第１の受電アンテナを有し、

前記第１の送電アンテナは、前記第１の受電アンテナへ非接触で電力を供給し、

前記第１の受電アンテナは、前記第１の受電アンテナに電氣的に接続された負荷へ前記供給された電力を供給し、

前記支持体は、第２の送電アンテナを有し、

前記第1のアームは、第2の受電アンテナと、前記第2の受電アンテナに接続された第1の整流回路と、前記第1の整流回路と前記第1の送電アンテナとの間に接続されたインバータ回路と、をさらに有し、

前記第2のアームは、前記第1の受電アンテナと前記負荷との間に接続された第2の整流回路をさらに有し、

前記リニアアクチュエータは、前記第1の整流回路または前記第2の整流回路から出力された電力によって駆動され、

前記第2の送電アンテナは、前記第2の受電アンテナへ非接触で電力を供給し、

前記第1の送電アンテナは、前記インバータ回路から供給された電力を前記第1の受電アンテナに供給する、

電動装置の制御方法であって、

前記第1のアームを回転させるとき、

まず、前記リニアアクチュエータを制御して、前記第2のアームの重心を前記回転軸に近づけ、

その後、前記回転機構を制御して、前記第1のアームを回転させる、

電動装置の制御方法。

【請求項16】

前記支持体を回転させた後、前記リニアアクチュエータを制御して、前記第2のアームの前記重心を前記回転軸から遠ざける、請求項14に記載の電動装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、アームを備えた電動装置に関する。

【背景技術】

【0002】

1つまたは複数のアームの先端に接続されたエンドエフェクタを用いて様々な動作を行う電動装置（例えばロボットハンド装置）が開発されている。そのような電動装置は、例えば工場における物品の運搬などの各種の作業に利用されている。

【0003】

特許文献1は、回転可能な複数の関節を介して複数のアームを直列に連結した垂直多関節型のロボット装置を開示している。このロボット装置では、各関節における回転機構、およびアームの先端のエンドエフェクタに、ケーブルを介して電力が供給される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2015-104764号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従来技術では、アームの可動部分にケーブルが存在するので、エンドエフェクタの可動域が制約される。さらに、アームの回転動作を行う際に、回転機構への負荷を低減することが望ましい。

【0006】

本開示は、係る課題を解決し得る新規な構造を備えた電動装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するために、本開示の一態様に係る電動装置は、

第1の方向に延びた第1のアームと、

前記第1のアームに支持された第2のアームと、

前記第1のアームまたは前記第2のアームに設けられ、前記第2のアームを前記第1の

10

20

30

40

50

アームに対して前記第 1 の方向に移動させるリニアアクチュエータと、
前記第 1 の方向と異なる第 2 の方向に延び、前記第 1 のアームを支持する支持体と、
前記第 2 の方向に平行な回転軸の周りに前記支持体を回転させる回転機構と、
を備え、
前記第 1 のアームは、送電アンテナを有し、
前記第 2 のアームは、受電アンテナを有し、
前記送電アンテナは、前記受電アンテナへ非接触で電力を供給し、
前記受電アンテナは、前記受電アンテナに電氣的に接続された負荷へ前記供給された電力を供給し、
前記支持体を回転させるとき、
まず、前記リニアアクチュエータが、前記第 2 のアームの重心を前記回転軸に近づけ、
その後、前記回転機構が、前記支持体を回転させる。

10

【0008】

本開示の他の態様に係る電動装置は、
支持体と、
前記支持体に支持され、回転軸の周りに回転する回転機構と、
第 1 の方向に延び、前記回転機構に連結され、前記回転軸の周りに回転する第 1 のアームと、
前記第 1 のアームに支持された第 2 のアームと、
前記第 1 のアームまたは前記第 2 のアームに設けられ、前記第 2 のアームを前記第 1 のアームに対して前記第 1 の方向に移動させるリニアアクチュエータと、
を備え、
前記第 1 のアームは、送電アンテナを有し、
前記第 2 のアームは、受電アンテナを有し、
前記送電アンテナは、前記受電アンテナへ非接触で電力を供給し、
前記受電アンテナは、前記受電アンテナに電氣的に接続された負荷へ前記供給された電力を供給し、
前記第 1 のアームを回転させるとき、
まず、前記リニアアクチュエータが、前記第 2 のアームの重心を前記回転軸に近づけ、
その後、前記回転機構が、前記第 1 のアームを回転させる。

20

30

【0009】

これらの包括的又は具体的な態様は、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラム、又は、記録媒体で実現されてもよい。あるいは、システム、装置、方法、集積回路、コンピュータプログラム及び記録媒体の任意な組み合わせで実現されてもよい。

【発明の効果】**【0010】**

本開示の一態様によれば、第 1 のアームと第 2 のアームとの間、または支持体とアームとの間で、送電アンテナおよび受電アンテナを用いた無線電力伝送が行われる。このため、エンドエフェクタの可動域の制約を削減することが出来る。さらに、支持体または第 1 のアームを回転させるとき、第 2 のアームの重心を回転軸に近づけてから回転動作が開始される。このため、回転に必要なトルクを低減させることができる。

40

【図面の簡単な説明】**【0011】**

【図 1 A】垂直多関節型のロボットの一例（比較例 1）を模式的に示す図である。

【図 1 B】比較例 1 において、アーム 210 が折りたたまれてハンド 270 が支持体 250 に近づいた状態の例を示す図である。

【図 1 C】比較例 1 の課題を示す図である。

【図 2 A】アームを伸縮させる機構を備えたロボットの一例（比較例 2）を模式的に示す図である。

【図 2 B】比較例 2 の課題を示す図である。

50

【図 3 A】支持体 2 5 0 が延びる方向にアーム 2 1 0 を移動させる機構を備えたロボット
の一例（比較例 3）を模式的に示す図である。

【図 3 B】比較例 3 の課題を示す図である。

【図 4】本開示の実施形態 1 における電動装置 1 0 0 の構成を模式的に示す図である。

【図 5】本開示の実施形態 1 における電動装置 1 0 0 の他の配置例を示す図である。

【図 6】第 1 のアーム 1 0 および第 2 のアーム 2 0 の構成をより詳細に示す図である。

【図 7 A】リニアアクチュエータ 3 0 の構成例を示す図である。

【図 7 B】リニアアクチュエータ 3 0 の他の構成例を示す図である。

【図 8 A】実施形態 1 における送電コイル 1 2 a および受電コイル 2 2 a の配置関係を示
す図である。

10

【図 8 B】送電コイル 1 2 a の送電面と受電コイル 2 2 a の受電面とが水平面に平行（す
なわち、重力の方向に垂直）である例を示す図である。

【図 9 A】図 8 A に示す構成において第 2 のアーム 2 0 を伸ばしたときの影響を模式的に
示す図である。

【図 9 B】荷重による力のモーメントの方向を示す第 1 の図である。

【図 9 C】荷重による力のモーメントの方向を示す第 1 の図である。

【図 9 D】図 8 B に示す構成において第 2 のアーム 2 0 を伸ばしたときの影響を模式的に
示す図である。

【図 1 0】図 9 A および図 9 D のそれぞれの構成における第 2 のアーム 2 0 の引き出し量
に対する結合係数の変化の例を示す図である。

20

【図 1 1】電動装置 1 0 0 の他の例を示す図である。

【図 1 2 A】電動装置 1 0 0 の回路構成の一例を示すブロック図である。

【図 1 2 B】電動装置 1 0 0 の回路構成の他の例を示す図である。

【図 1 3】送電アンテナ 1 2 および受電アンテナ 2 2 の等価回路を示す図である。

【図 1 4 A】インバータ回路 1 4 a の構成例を示す図である。

【図 1 4 B】インバータ回路 1 4 a の他の構成例を示す図である。

【図 1 5】整流回路 2 4 a の構成例を示す図である。

【図 1 6】本開示の実施形態 2 における電動装置 1 0 0 の構成を示す図である。

【図 1 7】本開示の実施形態 2 における電動装置 1 0 0 の他の配置例を示す図である。

【図 1 8】実施形態 2 における支持体 5 0 およびアーム 1 0 の構成をより詳細に示す図で
ある。

30

【図 1 9 A】実施形態 2 の構成においてアーム 1 0 に加わる荷重が変化したときの影響を
示す図である。

【図 1 9 B】実施形態 2 の変形例の構成においてアーム 1 0 に加わる荷重が変化したとき
の影響を示す図である。

【図 2 0】実施形態 2 の変形例を示す図である。

【図 2 1】図 2 0 に示す電動装置 1 0 0 の構成を示すブロック図である。

【図 2 2】第 2 の回転機構 6 0 A を有する電動装置 1 0 0 の一例を示す図である。

【図 2 3 A】第 2 のアーム 2 0 が、関節（回転機構） 6 0 B、6 0 C を介して連結された
複数の部分を含む例を示す図である。

40

【図 2 3 B】第 2 のアーム 2 0 が、関節 6 0 B を介して連結された複数の部分を含み、先
端部において伸縮機構を有する例を示す図である。

【図 2 3 C】第 2 のアーム 2 0 が、関節 6 0 B、6 0 C を介して連結された複数の部分を
含む他の例を示す図である。

【図 2 3 D】第 1 のアームと第 2 のアーム 2 0 との間の伸縮機構がなく、第 2 のアーム 2
0 が、関節 6 0 B、6 0 C を有する例を示す図である。

【図 2 4】本開示の実施形態 3 における電動装置 1 0 0 の構成を模式的に示す図である。

【図 2 5】実施形態 3 における動作を模式的に示す概念図である。

【図 2 6】実施形態 3 において、制御回路 1 5 0 が電動装置 1 0 0 に出す指示の手順を示
すフローチャートである。

50

【図 2 7】本開示の実施形態 4 における電動装置 1 0 0 の構成を模式的に示す図である。

【図 2 8】本開示の他の実施形態を示す図である。

【図 2 9 A】実施形態 3 における電動装置 1 0 0 の配置の向きを変更した例を示す図である。

【図 2 9 B】図 2 9 A の構成例における荷重による力のモーメントの向きを表す図である。

。

【図 3 0 A】実施形態 4 における電動装置 1 0 0 の配置の向きを変更した例を示す図である。

【図 3 0 B】図 3 0 A の構成例における荷重による力のモーメントの向きを表す図である。

。

【発明を実施するための形態】

【0 0 1 2】

(本開示の基礎となった知見)

本開示の実施形態を説明する前に、本開示の基礎となった知見を説明する。

【0 0 1 3】

本発明者らは、背景技術の欄において説明した従来のロボット装置に関し、以下の課題が生じることを見出した。

【0 0 1 4】

図 1 A は、垂直多関節型のロボットの一例（比較例 1）を模式的に示す図である。このロボットは、支持体 2 5 0 と、支持体 2 5 0 に支持された 2 つのアーム 2 1 0 と、アーム 2 1 0 の先端に接続されたハンド（エンドエフェクタ）2 7 0 とを備えている。支持体 2 5 0、2 つのアーム 2 1 0、およびハンド 2 7 0 は、回転可能な複数の関節 2 3 0 を介して直列に連結されている。支持体 2 5 0 は、回転機構 2 6 0 に支持され、鉛直方向の軸の周りに回転することができる。各関節 2 3 0 およびハンド 2 7 0 におけるモータには、不図示の電源からケーブルを介して電力が供給される。

【0 0 1 5】

このような垂直多関節型のロボットは、各関節 2 3 0 を回転させてアーム 2 1 0 を折りたたむことにより、ハンド 2 7 0 を移動させることができる。図 1 B は、アーム 2 1 0 が折りたたまれてハンド 2 7 0 が支持体 2 5 0 に近づいた状態の例を示している。この際、折りたたまれたアーム 2 1 0 が形成する折りたたみ領域が発生する。これにより、設置に必要な空間が大きくなり、その結果、ハンド 2 7 0 の可動域が制限され得るという課題がある。

【0 0 1 6】

図 1 C は、この課題を示す図である。図示される例では、ハンド 2 7 0 は、柵の中にある物品を掴んで他の位置に移動させようとしている。柵の奥にハンド 2 7 0 を侵入させようとすると、アーム 2 1 0 の折りたたみ領域と柵板とが干渉する。この干渉により、ハンド 2 7 0 を柵の最深部まで到達させることができない。これではアーム 2 1 0 の長さを十分に活かすことができない。

【0 0 1 7】

このような課題を解決するために、回転機構ではなく、直動機構によってハンド 2 7 0 を前後方向に移動させる構成が考えられる。

【0 0 1 8】

図 2 A は、そのような構成を有するロボットの一例（比較例 2）を模式的に示す図である。このロボットは、2 つのアーム 2 1 0 が、関節（回転機構）ではなく、リニアアクチュエータ（直動機構）を介して連結されている。これにより、アーム 2 1 0 を伸縮させ、ハンド 2 7 0 を前後方向に移動させることができる。アーム 2 1 0 内のリニアアクチュエータおよび先端のハンド 2 7 0 には、不図示の電源から延びるケーブル 2 8 0 によって電力が供給される。ケーブル 2 8 0 は、電力以外にも、例えばリニアアクチュエータおよびハンド 2 7 0 内のモータを制御するための制御信号も伝送する。

【0 0 1 9】

10

20

30

40

50

このような伸縮可能なアームの機構を導入することにより、アーム 210 を柵板と干渉させることなく、ハンド 270 を柵の最深部まで到達させることができる。しかし、この比較例の構造では、図 2 B に示すように、アーム 210 を縮めたときに、ケーブル 280 と柵板とが干渉するおそれがある。さらに、ケーブル 280 の屈曲を繰り返すことにより、ケーブル 280 が劣化したり断線したりするおそれがある。

【0020】

同様の課題は、図 3 A に示す構成においても発生する。

【0021】

図 3 A は、支持体 250 が延びる方向にアーム 210 を移動させる機構を備えたロボットの一例（比較例 3）を模式的に示す図である。このロボットは、支持体 250 に支持されたアーム 210 を、支持体 250 が延びる方向に移動させるリニアアクチュエータを有している。これにより、アーム 210 を上下方向に移動させることができる。この例でも、不図示の電源からリニアアクチュエータおよびハンド 270 に電力を供給するケーブル 280 が設けられている。

10

【0022】

このような直動型のアーム機構を導入することにより、柵の開口面に対して平行にハンド 270 を移動させることができる。すなわち、柵との距離を保ったまま、ハンド 270 の位置決めを 1 自由度で行うことができる。しかし、この例でも、図 3 B に示すように、ケーブル 280 と床との干渉が生じ得る。ケーブル 280 の干渉および屈曲を繰り返すことに伴い、ケーブル 280 の劣化および断線の問題が生じ得る。

20

【0023】

本発明者らは、比較例 1～3 における上記の課題を見出し、これらの課題を解決するための構成を検討した。本発明者らは、2つのアーム 210 が連結される箇所、または支持体 250 とアーム 210 とが連結される箇所からケーブルを排除することにより、上記の課題を解決できることを見出した。

【0024】

以上の考察に基づき、本発明者らは、以下に説明する本開示の各態様を想到するに至った。

【0025】

本開示の一態様に係る電動装置は、
第 1 の方向に延びた第 1 のアームと、
前記第 1 のアームに支持された第 2 のアームと、
前記第 1 のアームまたは前記第 2 のアームに設けられ、前記第 2 のアームを前記第 1 のアームに対して前記第 1 の方向に移動させる第 1 のリニアアクチュエータと、
を備え、

30

前記第 1 のアームは、第 1 の送電アンテナを有し、
前記第 2 のアームは、第 1 の受電アンテナを有し、
前記第 1 の送電アンテナは、前記第 1 の受電アンテナへ非接触で電力を供給し、
前記第 1 の受電アンテナは、前記第 1 の受電アンテナに電氣的に接続された負荷へ、前記供給された電力を供給する。

40

【0026】

上記態様によれば、
前記第 1 のアームは、第 1 の送電アンテナを有し、
前記第 2 のアームは、第 1 の受電アンテナを有し、
前記第 1 の送電アンテナは、前記第 1 の受電アンテナへ非接触で電力を供給し、
前記第 1 の受電アンテナは、前記第 1 の受電アンテナに電氣的に接続された負荷へ、前記供給された電力を供給する。

【0027】

これにより、第 1 のアームと第 2 のアームとの間で電力を伝送するケーブルを排除できる。その結果、エンドエフェクタの可動域の制約を削減することが出来る。また、図 2 A

50

および図 2 B を参照して説明したように、アームの可動部分にケーブルが存在するため、ケーブルと他の物体（例えば棚、地面など）との干渉、または、ケーブルの劣化もしくは断線の問題を解決できる。したがって、定期的にケーブルを交換するなどのメンテナンスを不要にできる、または、その頻度を少なくすることができる。

【0028】

本開示の他の態様に係る電動装置は、
第 1 の方向に延びたアームと、
前記第 1 の方向と異なる第 2 の方向に延び、前記アームを支持する支持体と、
前記支持体および前記アームの少なくとも一方に設けられ、前記アームを前記第 2 の方向に移動させるリニアアクチュエータと、
を備え、
前記支持体は、送電アンテナを有し、
前記アームは、受電アンテナを有し、
前記送電アンテナは、前記受電アンテナへ非接触で電力を供給し、
前記受電アンテナは、前記受電アンテナに電氣的に接続された負荷へ、前記供給された電力を供給する。

10

【0029】

上記態様によれば、
前記支持体は、送電アンテナを有し、
前記アームは、受電アンテナを有し、
前記送電アンテナは、前記受電アンテナへ非接触で電力を供給し、
前記受電アンテナは、前記受電アンテナに電氣的に接続された負荷へ、前記供給された電力を供給する。

20

【0030】

これにより、支持体とアームとの間で電力を伝送するケーブルを排除できる。その結果、エンドエフェクタの可動域の制約を削減することが出来る。また、図 3 A および図 3 B を参照して説明したケーブルの劣化または断線の問題を解決できる。したがって、定期的にケーブルを交換するなどのメンテナンスを不要にできる、または、その頻度を少なくすることができる。

【0031】

本開示の他の態様に係る電動装置は、
第 1 の方向に延びた第 1 のアームと、
前記第 1 のアームに支持された第 2 のアームと、
前記第 1 のアームまたは前記第 2 のアームに設けられ、前記第 2 のアームを前記第 1 のアームに対して前記第 1 の方向に移動させるリニアアクチュエータと、
前記第 1 の方向と異なる第 2 の方向に延び、前記第 1 のアームを支持する支持体と、
前記第 2 の方向に平行な回転軸の周りに前記支持体を回転させる回転機構と、
を備え、
前記第 1 のアームは、送電アンテナを有し、
前記第 2 のアームは、受電アンテナを有し、
前記送電アンテナは、前記受電アンテナへ非接触で電力を供給し、
前記受電アンテナは、前記受電アンテナに電氣的に接続された負荷へ前記供給された電力を供給し、
前記支持体を回転させるとき、
まず、前記リニアアクチュエータが、前記第 2 のアームの重心を前記回転軸に近づけ、
その後、前記回転機構が、前記支持体を回転させる。

30

40

【0032】

上記態様によれば、
前記第 1 のアームは、送電アンテナを有し、
前記第 2 のアームは、受電アンテナを有し、

50

前記送電アンテナは、前記受電アンテナへ非接触で電力を供給し、

前記受電アンテナは、前記受電アンテナに電氣的に接続された負荷へ前記供給された電力を供給する。

【0033】

これにより、第1のアームと第2のアームとの間で電力を伝送するケーブルを排除できる。その結果、エンドエフェクタの可動域の制約を削減することが出来る。また、図2Aおよび図2Bを参照して説明したケーブルの劣化または断線の問題を回避できる。したがって、定期的にケーブルを交換するなどのメンテナンスを不要にできる、または、その頻度を少なくすることができる。

【0034】

10

さらに、上記態様によれば、

前記支持体を回転させるとき、

まず、前記リニアアクチュエータが、前記第2のアームの重心を前記回転軸に近づけ、その後、前記回転機構が、前記支持体を回転させる。

【0035】

これにより、回転に必要な加減速トルクが小さくなるため、回転機構（モータ等）への負荷を小さくすることができる。また、第2のアームおよびその先端に設けられるエンドエフェクタの回転に要するスペースを小さくすることができる。

【0036】

20

本開示の他の態様に係る電動装置は、

支持体と、

前記支持体に支持され、回転軸の周りに回転する回転機構と、

第1の方向に延び、前記回転機構に連結され、前記回転軸の周りに回転する第1のアームと、

前記第1のアームに支持された第2のアームと、

前記第1のアームまたは前記第2のアームに設けられ、前記第2のアームを前記第1のアームに対して前記第1の方向に移動させるリニアアクチュエータと、

を備え、

前記第1のアームは、送電アンテナを有し、

前記第2のアームは、受電アンテナを有し、

30

前記送電アンテナは、前記受電アンテナへ非接触で電力を供給し、

前記受電アンテナは、前記受電アンテナに電氣的に接続された負荷へ前記供給された電力を供給し、

前記第1のアームを回転させるとき、

まず、前記リニアアクチュエータが、前記第2のアームの重心を前記回転軸に近づけ、

その後、前記回転機構が、前記第1のアームを回転させる。

【0037】

上記態様によれば、

前記第1のアームは、送電アンテナを有し、

前記第2のアームは、受電アンテナを有し、

40

前記送電アンテナは、前記受電アンテナへ非接触で電力を供給し、

前記受電アンテナは、前記受電アンテナに電氣的に接続された負荷へ前記供給された電力を供給する。

【0038】

これにより、第1のアームと第2のアームとの間で電力を伝送するケーブルを排除できる。その結果、エンドエフェクタの可動域の制約を削減することが出来る。また、図2Aおよび図2Bを参照して説明したケーブルの劣化または断線の問題を解決できる。したがって、定期的にケーブルを交換するなどのメンテナンスを不要にできる、または、その頻度を少なくすることができる。

【0039】

50

さらに、上記態様によれば、
前記第１のアームを回転させるとき、
まず、前記リニアアクチュエータが、前記第２のアームの重心を前記回転軸に近づけ、
その後、前記回転機構が、前記第１のアームを回転させる。

【００４０】

これにより、回転に必要な加減速トルクが小さくなるため、回転機構（モータ等）への負荷を小さくすることができる。また、第２のアームおよびその先端に設けられるエンドエフェクタの回転に要するスペースを小さくすることができる。

【００４１】

以下、本開示のより具体的な実施形態を説明する。ただし、必要以上に詳細な説明は省略する場合がある。例えば、既によく知られた事項の詳細説明や実質的に同一の構成に対する重複説明を省略する場合がある。これは、以下の説明が不必要に冗長になるのを避け、当業者の理解を容易にするためである。なお、発明者らは、当業者が本開示を十分に理解するために添付図面および以下の説明を提供するのであって、これらによって特許請求の範囲に記載の主題を限定することを意図するものではない。以下の説明において、同一または類似する構成要素については、同じ参照符号を付している。

【００４２】

（実施形態１）

図４は、本開示の実施形態１における電動装置１００の構成を模式的に示す図である。電動装置１００は、例えば工場内で物品の運搬に使用されるロボットハンド装置である。

【００４３】

以下の説明では、互いに直交するＸ、Ｙ、Ｚ方向を示すＸＹＺ座標を用いる。水平面に平行にＸ軸およびＹ軸を設定し、鉛直方向にＺ軸を設定する。図示されている座標系は、説明の便宜のために設定されており、本開示の実施形態における装置が実際に使用される際の配置および向きを制限するものではない。また、図面に示されている構造物の全体または一部分の形状および大きさも、現実の形状および大きさを制限するものではない。

【００４４】

本実施形態の電動装置１００は、第１の方向（図４の例ではＹ方向）に延びた第１のアーム１０と、第１のアーム１０に支持された第２のアーム２０と、不図示のリニアアクチュエータ（直動機構）とを備えている。リニアアクチュエータは、後述するように、第１のアーム１０または第２のアーム２０に設けられる。リニアアクチュエータは第２のアーム２０を第１のアーム１０に対して第１の方向（Ｙ方向）に移動させる。これにより、アーム１０、２０の全長を伸縮させることができる。以下の説明において、第１のアームを「固定アーム」、第２のアームを「移動アーム」と称することがある。

【００４５】

第１のアーム１０は、送電アンテナ１２を有し、第２のアーム２０は、受電アンテナ２２を有する。送電アンテナ１２から受電アンテナ２２に、非接触で電力が供給される。本実施形態においては、第１のアーム１０と第２のアーム２０との間はケーブルで接続されていない。

【００４６】

電動装置１００は、第１のアーム１０を支持する支持体５０をさらに備えている。支持体５０は、第１の方向（Ｙ方向）とは異なる第２の方向（図４の例ではＺ方向）に延びている。第１の方向と第２の方向とは、直交していなくてもよい。支持体５０は、回転機構６０に支持されている。回転機構６０は、モータを含み、モータの回転力により、支持体５０を第２の方向（Ｚ方向）に平行な軸の周りに回転させる。これにより、エンドエフェクタ９０を、支持体５０を中心に回転移動させることができる。

【００４７】

第２のアーム２０の先端には、エンドエフェクタ９０が取り付けられている。エンドエフェクタ９０は、第２のアーム２０における受電アンテナ２２に電氣的に接続されている。本実施形態におけるエンドエフェクタ９０はロボットハンドであり、物品を掴む機構を

有している。エンドエフェクタ90は、物を掴む機構以外にも、他の機構、例えばエンドエフェクタ90を回転させる機構または伸縮させる機構を有していてもよい。エンドエフェクタ90は、ハンドに限らず、例えばドリルであってもよい。エンドエフェクタ90は、モータなどの動力装置以外にも、例えばカメラ、センサ、光源などの他の装置を含んでもよい。エンドエフェクタ90は、電力で動作する機器であれば、どのようなものであってもよい。エンドエフェクタ90は、第2のアーム20から取り外して他のエンドエフェクタと交換することができる。

【0048】

エンドエフェクタ90は、本開示における負荷の一例である。本明細書において「負荷」とは、電力によって動作するあらゆる機器を意味する。「負荷」には、例えばモータ、カメラ（撮像素子）、光源、二次電池、および電子回路（例えば電力変換回路またはマイクロコントローラ）などの機器が含まれる。本明細書において、「受電アンテナに電氣的に接続された負荷」とは、受電アンテナよりも後段（先端側）に接続され、受電アンテナからの電力を受け取ることのできる機器の全体またはその一部を意味する。

10

【0049】

電動装置100は、送電回路14と受電回路24とをさらに備えている。送電回路14は、不図示の電源と送電アンテナ12との間にケーブル80を介して接続されている。受電回路24は、受電アンテナ22とエンドエフェクタ90との間にケーブル80を介して接続されている。送電回路14は、送電アンテナ12に交流電力を供給するインバータ回路を含む。受電回路24は、受電アンテナ22から供給された交流電力を直流電力に変換してエンドエフェクタ90に出力する整流回路（整流器）を含む。送電回路14および受電回路24の構成については後述する。

20

【0050】

本実施形態における送電アンテナ12および受電アンテナ22は、電力を非接触で伝送する要素である。送電アンテナ12は送電コイルを含み、受電アンテナ22は受電コイルを含む。送電コイルと受電コイルとの間の電磁結合により、送電コイルから受電コイルに非接触で電力が伝送される。より具体的には、送電コイルと受電コイルとの間の磁界結合（電磁誘導または共振磁界結合）により、送電コイルから受電コイルに非接触で電力が伝送される。送電コイルには、送電回路14内のインバータ回路から交流電力が供給される。この交流電力によって送電コイルから発生する磁界により、受電コイルに電力が伝送される。

30

【0051】

なお、送電アンテナおよび受電アンテナは、磁界結合の代わりに電界結合（容量結合）によって電力を非接触で伝送してもよい。電界結合による無線電力伝送では、各アンテナは、一对の平板状の電極と、インダクタおよびキャパシタを含む共振回路とを備え得る。一对の送電電極と一对の受電電極とを対向させ、一对の送電電極に交流電力を供給することにより、一对の受電電極に非接触で電力を伝送することができる。

【0052】

受電アンテナ22は、送電アンテナ12から供給された電力を、受電回路24を介してエンドエフェクタ90に供給する。これにより、エンドエフェクタ90内の複数のモータが駆動され、動作が可能になる。

40

【0053】

図4に示す電動装置100では、アーム10、20が延びる方向（第1の方向）は水平面に平行で、支持体50が延びる方向（第2の方向）は水平面に垂直であるが、このような構成に限定されない。例えば図5に示すように、第1の方向が水平面に垂直で、第2の方向が水平面に平行であってもよい。

【0054】

図6は、第1のアーム10および第2のアーム20の構成をより詳細に示す図である。以下の説明では、第1のアーム10と第2のアーム20とをまとめて伸縮アーム110と称することがある。伸縮アーム110は、エンドエフェクタ90および支持体50とは独

50

立して単独で流通し得る。すなわち、本開示の電動装置は、支持体 50、回転機構 60、およびエンドエフェクタ 90 を備えていなくてもよい。

【0055】

図 6 に示すように、本実施形態における第 1 のアーム 10 は、送電回路 14 と、送電回路 14 に接続された送電コイル 12a とを有する。第 2 のアーム 20 は、受電コイル 22a と、受電コイル 22a に接続された受電回路 24 とを有する。送電コイル 12a は、受電コイル 22a に比べて、第 1 の方向（Y 方向）および第 2 の方向（Z 方向）に長い形状の巻線を有する。送電コイル 12a が受電コイル 22a よりも Y 方向に長い巻線を有することにより、第 2 のアーム 20 が Y 方向に移動しても、送電コイル 12a と受電コイル 22a との対向状態が維持される。これにより、アーム 10、20 の伸縮動作を行っている間も電力伝送が可能である。なお、図 6 では、第 1 の方向（Y 方向）の受電コイル 22a の長さが、第 1 の方向（Y 方向）の送電コイル 12a の長さより短い、同じ長さでもよい。

10

【0056】

図 6 には示されていないが、第 1 のアーム 10 または第 2 のアーム 20 は、第 1 のアーム 10 に対して第 2 のアーム 20 を Y 方向に移動させるリニアアクチュエータを有する。以下、リニアアクチュエータの構成例を説明する。

【0057】

図 7A は、リニアアクチュエータ 30 の構成例を示す図である。この例におけるリニアアクチュエータ 30 は、第 1 のアーム 10 に設けられている。リニアアクチュエータ 30 は、モータ 32 と、ボールねじ 34 とを有する。ボールねじ 34 の先端は第 2 のアーム 20 の一端に接続されている。モータの回転力が複数のギアを介してボールねじ 34 に伝わり、ボールねじ 34 が回転する。ボールねじ 34 の回転に伴い、第 2 のアーム 20 が第 1 の方向に移動する。このようなリニアアクチュエータ 30 は、第 2 のアーム 20 に設けられていてもよい。

20

【0058】

図 7B は、リニアアクチュエータ 30 の他の構成例を示す図である。この例におけるリニアアクチュエータ 30 は、モータ 32 と、ラックアンドピニオン（ラック 36 およびピニオン 38）とを有する。ラック 36 は第 1 のアーム 10 の内側側面に設けられ、モータ 32 およびピニオン 38 は第 2 のアーム 20 の一端に設けられている。モータ 32 の回転力がピニオン 38 に伝わり、ピニオン 38 が回転することにより、ラック 36 に対して第 2 のアーム 20 が第 1 の方向に移動する。図 7B に示す例のように、リニアアクチュエータ 30 を構成する複数の部品の一部が第 1 のアーム 10 に設けられ、他の一部が第 2 のアーム 20 に設けられていてもよい。このような形態も、第 1 のアーム 10 または第 2 のアーム 20 がリニアアクチュエータ 30 を有する形態に該当する。

30

【0059】

これらの構造以外にも、例えばモータとベルトとを用いて同様の機能を実現することができる。リニアアクチュエータ 30 は特定の構造に限定されず、任意の構造を有していてもよい。

【0060】

40

図 8A は、本実施形態における送電コイル 12a および受電コイル 22a の配置関係を示す図である。図 8A では、送電コイル 12a の大きさは、受電コイル 22a の大きさより大きい。なお、図 8A では、送電コイル 12a の大きさは、受電コイル 22a の大きさより大きいとしたが、送電コイル 12a の大きさ及び受電コイル 22a の大きさの関係は、上記の関係に限定されない。ここで、送電コイル 12a の外周で囲まれる面を「送電面」と称し、受電コイル 22a の外周で囲まれる面を「受電面」と称する。本実施形態では、送電コイル 12a および受電コイル 22a は、送電面および受電面が、第 2 のアーム 20 に加わる荷重の方向（図 8A の例では Z 軸の負方向）に平行になるように配置されている。荷重の方向は、電動装置 100 の設置の態様によって異なる。例えば、図 4 の配置では、荷重の方向は第 2 の方向に一致するが、図 5 の配置では、荷重の方向は第 1 の方向に

50

一致する。

【0061】

通常環境では、荷重の方向は重力の方向（鉛直下向き）に一致する。しかし、重力場以外の外場（例えば電場または磁場）が働いている環境のもとでは、それらの外力を合成した力の方向が荷重の方向である。重力が殆ど働かず、電場または磁場が働いている宇宙空間で使用されるロボットに本実施形態の構成を適用する場合は、その電場または磁場による力の方向と、送電面および受電面とが平行になるように各コイルが配置される。

【0062】

図8Bは、送電コイル12aの送電面と受電コイル22aの受電面とが水平面に平行（すなわち、重力の方向に垂直）である例を示す図である。なお、図8Bには、第1アーム10および第2アーム20について、コイルが設けられている側面のみが示されている。この例のようにコイル12a、22aを配置してもよいが、図8Aに示すようにコイル12a、22aを配置することにより、電力伝送をより安定に行うことができる。この効果について、図9A～図10を参照しながら説明する。

【0063】

図9Aは、図8Aに示す構成において第2のアーム20を伸ばしたときの影響を模式的に示す図である。図9Aの左側の図は、第1のアーム10および第2のアーム20をY軸の負方向側から見たときの様子を示している。図9Aの右側の図は、第2のアーム20を伸ばしたときのコイル12a、22aの配置関係の変化を示している。第2のアーム20がY方向に移動すると、第2のアーム20に加わる荷重により、第2のアーム20が傾く。この傾きは、第2のアーム20を伸ばすほど、また、エンドエフェクタ90が保持する物品が重いほど大きくなる。

【0064】

図9Bおよび図9Cは、荷重によって生じる力のモーメントの方向を示している。図9Bは、伸縮アームをX軸の正方向から見たときの様子を示している。図9Cは、伸縮アームをZ軸の正方向から見たときの様子を示している。モーメントの方向は、当該モーメントが発生する点から荷重が加わる位置までの位置ベクトルと、荷重のベクトルとの外積によって定まる。アーム20の先端にあるエンドエフェクタ90に荷重が加わると、図9Bおよび図9Cに示すように、力のモーメントが-X方向に発生する。本実施形態では、送電コイル12aの送電面と受電コイル22aの受電面とが、上記モーメントの方向に垂直になるように各コイルが配置されている。言い換えれば、送電面と受電面とが荷重（重力）の方向に平行になるように各コイルが配置されている。このように配置することにより、荷重による力のモーメントは、受電コイル22aを受電面に垂直な軸の周りに回転させるように作用する。その結果、コイル間の対向状態にはそれほど影響しない。

【0065】

このように、図9Aに示す構成では、第2のアーム20が傾いた場合でも、送電コイル12aと受電コイル22aとの距離が殆ど変化しない。このため、コイル12a、22a間の結合係数の変動を抑制することができる。

【0066】

図9Dは、図8Bに示す構成において第2のアーム20を伸ばしたときの影響を模式的に示す図である。図9Dの左側の図は、第1のアーム10および第2のアーム20をY軸の負方向側から見たときの様子を示している。図9Dの右側の図は、第2のアーム20を伸ばしたときのコイル12a、22aの配置関係の変化を示している。この構成では、第2のアーム20を伸ばすと、第2のアーム20に加わる荷重により、送電コイル12aと受電コイル22aとの距離が部分的に変化する。これに伴い、送電コイル12aと受電コイル22aとの間の結合係数が変化する。

【0067】

図10は、図9Aおよび図9Dのそれぞれの構成における第2のアーム20の引き出し量に対する結合係数の変化の例を示す図である。図10において、破線は図9Dに示す構成における結合係数の変化を示し、実線は図9Aに示す構成における結合係数の変化を示

している。図9Dの構成では、アーム20の引き出し量が大きくなると、コイル12a、22aの間の距離が全体的に小さくなるため、結合係数が増加する。この例とは逆に、アーム20の引き出し量が大きくなるほどコイル間の距離が大きくなり、結合係数が低下する場合もある。これに対して、図9Aの構成では、アーム20の引き出し量が大きくなっても結合係数が殆ど変化しない。

【0068】

このように、図9Aに示すように、送電面と受電面とが第2のアーム20の荷重の方向に平行になる配置にすることにより、アーム20の伸縮に伴う結合係数の変化を抑制できる。このため、より安定した電力伝送が可能である。

【0069】

図9Aおよび図9Dに示す構成例では、送電コイル12aが外側にあり、受電コイル22aが内側にある。送電コイル12aの外側には金属のシールドが存在するため、電磁ノイズの放射を抑制できる。これらの構成とは逆に、受電コイル22aが外側にあり、送電コイル12aが内側にあってもよい。

【0070】

図11は、そのような構成を有する電動装置100の例を示す図である。この例では、第2のアーム20が、第1のアーム10の外側表面に対向する部分を有し、その部分に受電コイル22aが設けられている。このため、受電コイル22aが送電コイル12aの外側において送電コイル12aと対向している。図11の例では、図9Dの例と同様、送電面と受電面とが水平面に平行（荷重の方向に垂直）である。しかし、この場合も、送電面と受電面とが水平面に垂直（荷重の方向に平行）になる配置にすることで、より安定した電力伝送が可能である。

【0071】

次に、本実施形態における電動装置100の回路構成を説明する。

【0072】

図12Aは、電動装置100の回路構成の一例を示すブロック図である。本実施形態の電動装置100は、送電装置と受電装置とを備えた無線電力伝送システムであると考えることができる。第1のアーム10が送電装置に相当し、第2のアーム20が受電装置に相当する。図12Aの例では、第1のアーム10がリニアアクチュエータ30におけるモータを有している。以下の説明では、リニアアクチュエータ30のモータを、単にリニアアクチュエータ30と称することがある。

【0073】

第1のアーム10は、送電回路14と、送電アンテナ12と、リニアアクチュエータ30とを有している。送電回路14は、インバータ回路14aと、パルス出力回路14bと、送電制御回路14cと、送電側受信器14dとを有している。パルス出力回路14bは、例えばゲートドライバ回路であり、送電制御回路14cからの指示に応答してインバータ回路14aの複数のスイッチング素子にパルス信号を供給する。送電制御回路14cは、例えばマイクロコントローラ（マイコン）などの、メモリとプロセッサとを有する集積回路である。メモリに格納されたコンピュータプログラムをプロセッサが実行することにより、パルス出力回路14bおよびリニアアクチュエータ30などの制御を行う。

【0074】

インバータ回路14aおよびリニアアクチュエータ30は、外部の電源5に接続され、電源5から直流電力を受ける。インバータ回路14aは供給された直流電力を交流電力に変換して出力する。リニアアクチュエータ30は、供給された直流電力によって駆動され、第2のアーム20を移動させる。

【0075】

第2のアーム20における受電回路24は、整流回路24aと、受電制御回路24bと、受電側送信器24cとを有している。整流回路24aは、例えば単相全波整流回路または単相半波整流回路等の公知の整流回路である。整流回路24aは、受電アンテナ22から出力された交流電力を直流電力に変換して出力する。受電制御回路24bは、整流回路

24aから出力された直流電圧の値を測定し、受電側送信器24cに送信の指示を出す。

【0076】

受電側送信器24cは、送電側受信器14dに、電力伝送に必要な情報を送信する。そのような情報は、例えばエンドエフェクタ90に供給される電力または電圧の値を示す情報であり得る。その情報を受けて、送電制御回路14cは、例えば一定の電圧がエンドエフェクタ90に供給されるように維持するフィードバック制御を行う。受電側送信器24cと送電側受信器14dとの間の通信は、例えば振幅変調または無線LANなどの公知の方法で行うことができる。振幅変調による通信を行う場合、受電側送信器24cは、整流回路24aの前段または後段に接続された負荷変調回路を含み得る。送電側受信器14dは、例えばインバータ回路14aと送電アンテナ12との間の電圧の振幅の変化に基づいて情報を読み取る復調回路を有し得る。

10

【0077】

エンドエフェクタ（負荷）90は、この例では、蓄電装置91と、動力装置92とを有する。蓄電装置91は、二次電池またはキャパシタであり、供給された電力を蓄える。動力装置92は、1つまたは複数のモータを含む。蓄電装置91は、不要であれば省略してもよい。

【0078】

図12Bは、電動装置100の他の構成例を示す図である。この例では、リニアアクチュエータ30のモータが、第2のアーム20に搭載されている。リニアアクチュエータ30には、整流回路24aから出力された直流電力が供給される。これにより、リニアアクチュエータ30は、第1のアーム10に対して第2のアーム20を移動させる。

20

【0079】

以下、各構成要素をより詳細に説明する。

【0080】

図13は、送電アンテナ12および受電アンテナ22の等価回路を示す図である。送電アンテナ12および受電アンテナ22の各々は、図13に示すようなコイル及びキャパシタを含む共振回路の構成を有する。各アンテナは、直列共振回路に限らず、並列共振回路であってもよい。コイル12a、22aは、例えば、回路基板上に形成された平面コイルもしくは積層コイル、または、銅線、リッツ線、もしくはツイスト線などを用いた巻き線コイルであり得る。各キャパシタには、例えばチップ形状またはリード形状を有するあらゆるタイプのキャパシタを利用できる。空気を介した2配線間の容量を各キャパシタとして機能させることも可能である。各コイルが有する自己共振特性をこれらのキャパシタの代わりに用いてもよい。

30

【0081】

共振回路の共振周波数 f_0 は、典型的には、電力伝送時の伝送周波数 f に一致するように設定される。共振回路の各々の共振周波数 f_0 は、伝送周波数 f に厳密に一致していなくてもよい。共振周波数 f_0 は、例えば、伝送周波数 f の50～150%程度の範囲内の値に設定されていてもよい。電力伝送の周波数 f は、例えば50Hz～300GHz、より好ましくは20kHz～10GHz、さらに好ましくは20kHz～20MHz、さらに好ましくは20kHz～1MHzに設定され得る。

40

【0082】

直流電源5は、例えば、商用電源、一次電池、二次電池、太陽電池、燃料電池、USB（Universal Serial Bus）電源、高容量のキャパシタ（例えば電気二重層キャパシタ）、商用電源に接続された電圧変換器などの任意の電源であってよい。

【0083】

図14Aは、インバータ回路14aの構成例を示す図である。インバータ回路14aは、パルス出力回路14bから供給されたパルス信号に応じて導通／非導通の状態を変化させる複数のスイッチング素子S1～S4を有する。各スイッチング素子の導通／非導通の状態を変化させることにより、入力された直流電力を交流電力に変換することができる。図14Aに示す例では、4つのスイッチング素子S1～S4を含むフルブリッジ型のイン

50

バータ回路が用いられている。この例では、各スイッチング素子は IGBT (Insulated-gate bipolar transistor) であるが、MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field-Effect Transistor) などの他の種類のスイッチング素子を用いてもよい。

【0084】

図14Aに示す例では、4つのスイッチング素子S1～S4のうち、スイッチング素子S1およびS4（第1スイッチング素子対と称する。）は、供給された直流電圧と同じ極性の電圧を導通時に出力する。一方、スイッチング素子S2およびS3（第2スイッチング素子対と称する。）は、供給された直流電圧と逆の極性の電圧を導通時に出力する。パルス出力回路14bは、制御回路14cからの指示に従い、4つのスイッチング素子S1～S4のゲートにパルス信号を供給する。この際、第1スイッチング素子対（S1およびS4）に供給する2つのパルス信号の位相差、および第2スイッチング素子対（S2およびS3）に供給する2つのパルス信号の位相差を調整することにより、出力される電圧の振幅を制御することができる。

10

【0085】

図14Bは、インバータ回路14aの他の構成例を示す図である。この例におけるインバータ回路14aは、ハーフブリッジ型のインバータ回路である。ハーフブリッジ型のインバータ回路を用いる場合には、前述の位相制御は適用できない。この場合には、各スイッチング素子に入力されるパルス信号のデューティ比を制御することによって出力電圧の振幅を制御できる。

20

【0086】

図14Bに示すインバータ回路14aは、2つのスイッチング素子S1、S2と2つのキャパシタを含むハーフブリッジ型のインバータ回路である。2つのスイッチング素子S1、S2と、2つのキャパシタC1、C2とは、並列に接続されている。送電アンテナ12の一端は2つのスイッチング素子S1、S2の間の点に接続され、他端は2つのキャパシタC1、C2の間の点に接続されている。

【0087】

制御回路14cおよびパルス出力回路14bは、スイッチング素子S1、S2を交互にオンにするように、パルス信号を各スイッチング素子に供給する。これにより、直流電力が交流電力に変換される。

30

【0088】

この例では、パルス信号のデューティ比（即ち、1周期のうち、オンにする期間の割合）を調整することにより、出力電圧Vの出力時間比（即ち、1周期のうち、ゼロではない値をとる期間の割合）を調整できる。これにより、送電アンテナ12に入力される交流電力の電圧の振幅を調整することができる。このようなデューティ制御は、図14Aに示すようなフルブリッジ型のインバータ回路を用いた場合も同様に適用できる。

【0089】

図15は、整流回路24aの構成例を模式的に示す図である。この例では、整流回路24aは、ダイオードブリッジと平滑コンデンサを含む全波整流回路である。整流回路24aは、他の整流器の構成を有していてもよい。整流回路24aは、受け取った交流エネルギーを負荷であるエンドエフェクタ90が利用可能な直流エネルギーに変換して出力する。

40

【0090】

本実施形態によれば、第1のアーム10と第2のアーム20との間の可動部で、非接触で電力が伝送される。このため、電力を伝送するケーブルを排除することができる。その結果、エンドエフェクタの可動域の制約を削減することが出来る。また、図2Aおよび図2Bを参照して説明したケーブルの劣化または断線の問題を解決することができる。

【0091】

（実施形態2）

図16は、本開示の実施形態2における電動装置100の構成を示す図である。本実施形態の電動装置100は、アームを伸縮させる機構の代わりに、アーム10を支持体50

50

が延びる方向に沿って移動させる機構を備えている点で、実施形態１とは異なる。

【００９２】

電動装置１００は、第１の方向（図示される例ではＹ方向）に延びたアーム１０と、第１の方向とは異なる第２の方向に延び、アーム１０を支持する支持体５０と、支持体５０またはアーム１０に設けられ、アーム１０を第２の方向に移動させるリニアアクチュエータ４０とを備えている。支持体５０は、送電アンテナ５２と、送電アンテナ５２に接続された送電回路５４とを有している。送電回路５４は、交流電力を送電アンテナ５２に供給するインバータ回路を含む。アーム１０は、受電アンテナ１３と、受電アンテナ１３に接続された受電回路１６とを有している。受電回路１６は、受電アンテナ１３が受け取った交流電力を直流電力に変換してエンドエフェクタ（負荷）９０に供給する整流回路を有する。受電アンテナ１３とエンドエフェクタ９０とはケーブル８０で接続されている。

10

【００９３】

本実施形態では、支持体５０における送電アンテナ５２が、アーム１０における受電アンテナ１３に非接触で電力を供給する。受電アンテナ１３は、受電回路１６を介して受電アンテナ１３に電氣的に接続されたエンドエフェクタ９０へ、供給された電力を供給する。

【００９４】

送電アンテナ５２は、送電コイル５２ａを含み、受電アンテナ１３は、受電コイル１３ａを含む。送電アンテナ５２および受電アンテナ１３の構成は、実施形態１における送電アンテナ１２および受電アンテナ２２の構成と同様である。すなわち、送電コイル５２ａは、受電コイル１３ａに電磁的に結合して受電コイル１３ａに非接触で電力を供給する。送電コイル５２ａの外周で囲まれる送電面および受電コイル１３ａの外周で囲まれる受電面は、アーム１０に加わる荷重の方向に平行である。

20

【００９５】

送電アンテナ５２に接続された送電回路５４および受電アンテナ１３に接続された受電回路１６の構成は、実施形態１における送電回路１４および受電回路２４の構成とそれぞれ同じである。送電回路５４は、外部の電源と送電アンテナ５２との間に接続されたインバータ回路を有する。インバータ回路から送電アンテナ５２に交流電力が供給される。受電回路１６は、受電アンテナ１３とエンドエフェクタ９０との間に接続された整流回路を有する。整流回路からエンドエフェクタ９０に、ケーブル８０を介して直流電力が供給される。

30

【００９６】

本実施形態では、アーム１０が延びる方向（第１の方向）が水平方向に平行であり、支持体５０が延びる方向（第２の方向）が鉛直方向に平行である。しかし、このような構成に限定されず、例えば図１７に示すように、第１の方向が鉛直方向に平行で、第２の方向が水平方向に平行であってもよい。

【００９７】

図１８は、支持体５０およびアーム１０の構成をより詳細に示す図である。図示されるように、支持体５０における送電コイル５２ａは、アーム１０における受電コイル１３ａよりも、第２の方向（この例ではＺ方向）に長い形状の巻線を有する。これにより、リニアアクチュエータ４０がアーム１０を第２の方向に移動させても送電コイル５２ａと受電コイル１３ａとの対向状態が維持される。

40

【００９８】

リニアアクチュエータ４０は、支持体５０に設けられていてもよいし、アーム１０に設けられていてもよい。リニアアクチュエータ４０を構成する複数の部品の一部が支持体５０に設けられ、他の一部がアーム１０に設けられていてもよい。リニアアクチュエータ４０におけるモータが支持体５０に設けられている場合、外部の直流電源から出力された直流電力が、送電回路５４だけでなくリニアアクチュエータ４０にも供給される。リニアアクチュエータ４０におけるモータがアーム１０に設けられている場合、受電回路１６から出力された直流電力が、エンドエフェクタ９０だけでなくリニアアクチュエータ４０にも

50

供給される。

【0099】

本実施形態における送電コイル52aおよび受電コイル13aは、実施形態1と同様、送電コイル52aの送電面および受電コイル13aの受電面が、アーム10に加わる荷重の方向に平行になるように配置されている。これにより、結合係数の変動を抑制することができる。

【0100】

図19Aおよび図19Bは、この効果を説明するための図である。図19Aは、本実施形態の構成においてアーム10に加わる荷重が変化したときの影響を示している。図19Bは、本実施形態の変形例の構成においてアーム10に加わる荷重が変化したときの影響を示している。図19Aの例のように、送電面および受電面が荷重による力のモーメントの方向に垂直であれば、エンドエフェクタ90が重量物を保持している場合でも、コイル間の対向状態が崩れにくいため、結合係数の変化を抑制できる。一方、図19Bの例のように、送電面および受電面が荷重による力のモーメントの方向に平行である場合、エンドエフェクタ90が重量物を保持すると、コイル間の対向状態が崩れやすいため、結合係数の変化が比較的大きくなる。

【0101】

次に、本実施形態の変形例を説明する。

【0102】

図20は、本実施形態の変形例を示す図である。図示される電動装置100は、図16に示す構成に加えて、実施形態1のように、アームが伸縮する機構をさらに備えている。この電動装置100は、実施形態1と同様、先端にエンドエフェクタ90が設けられた第2のアーム20と、第2のアーム20を第1のアーム10に対して第1の方向（この例ではY方向）に移動させるリニアアクチュエータ30を備えている。これにより、エンドエフェクタ90を第2の方向（Z方向）だけでなく、第1の方向（Y方向）にも移動させることができる。

【0103】

本実施形態では、第1のアーム10が、受電アンテナ13と、送電アンテナ12と、これらの間に接続された受電回路16および送電回路14とを有している。第2のアーム20は、受電アンテナ22とエンドエフェクタ90（負荷）との間に接続された受電回路24を有している。

【0104】

図21は、図20に示す電動装置100の構成を示すブロック図である。この例では、第1のアーム10が、受電回路16および送電回路14の両方を備えている。受電回路16は、受電アンテナ13とリニアアクチュエータ30との間に接続された整流回路16aと、受電制御回路16bと、受電側送信器16cとを有している。受電回路16の構成は、第2のアーム20における受電回路24と同様である。送電回路14は、整流回路16aと送電アンテナ12との間に接続されたインバータ回路14aと、パルス出力回路14bと、送電制御回路14cと、送電側受信器14dとを有している。送電回路14の構成は、支持体50における送電回路54の構成と同様である。この例では、第1のアーム10におけるリニアアクチュエータ30のモータは、整流回路16aから出力された直流電力によって動作し、第2のアーム20をY方向に移動させる。

【0105】

図21の構成例では、第2のアーム20を第1の方向（Y方向）に移動させるリニアアクチュエータ30が第1のアーム10に設けられているが、図12Bを参照して説明したように、第2のアーム20がリニアアクチュエータ30を有していてもよい。その場合、受電アンテナ22とリニアアクチュエータ30との間、かつ受電アンテナ22と負荷（エンドエフェクタ90）との間に整流回路24aが接続される。同様に、第1のアーム10を第2の方向（Z方向）に移動させるリニアアクチュエータ40は、第1のアーム10に設けられていてもよい。その場合、リニアアクチュエータ40は、リニアアクチュエータ

30と同様、整流回路16aの後段に接続され、整流回路16aからの直流電力によって動作する。

【0106】

図21からわかるように、本実施形態の電動装置100は、多段接続の無線電力伝送システムであるといえる。支持体50は送電装置に相当し、第1のアーム10は、送電および受電を行う中継装置に相当し、第2のアーム20は受電装置に相当する。

【0107】

本実施形態の電動装置100は、図20に示すように、第2の方向（Z方向）に平行な軸の周りに支持体50、第1のアーム10、第2のアーム20、およびエンドエフェクタ90を回転させる回転機構60を備えている。図21にはこの回転機構60の図示が省略されているが、回転機構60についても、送電アンテナおよび受電アンテナを介した無線電力伝送が適用され得る。回転機構60も、電源5からの電力によって駆動される。

10

【0108】

電動装置100は、回転機構60に加えて、または回転機構60に代えて、支持体50に支持された第2の回転機構をさらに備えていてもよい。そのような第2の回転機構は、例えば第1のアーム10を、第2の方向（図20の例ではZ方向）に平行な軸、および第1および第2の方向の両方に垂直な軸（図20の例ではX方向）の少なくとも一方の軸の周りに回転させるモータを備える。これにより、エンドエフェクタ90の移動の自由度をさらに高めることができる。

【0109】

20

図22は、そのような第2の回転機構60Aを有する電動装置100の一例を模式的に示す図である。この例における電動装置100は、X方向の回転軸の周りに第1のアーム10を回転させる第2の回転機構60Aを有している。これにより、アーム10、20、およびエンドエフェクタ90を、上下方向にも移動させることができる。

【0110】

以上の実施形態では、第2のアーム20は1段のアームであるが、連結された複数段のアームを第2のアーム20としてもよい。そのような第2のアーム20は、位置および姿勢を決めるための1つ以上の関節が付加される。自由度を大きくするため、6軸または7軸といった多くの関節を設けた構成も可能である。以下、そのような構成の例を説明する。

30

【0111】

図23Aは、第2のアーム20が、関節（回転機構）60B、60Cを介して連結された複数の部分を含む例を示している。図23Bは、第2のアーム20が、関節60Bを介して連結された複数の部分を含み、先端部において伸縮機構を有する例を示している。図23Cは、第2のアーム20が、関節60B、60Cを介して連結された複数の部分を含む他の例を示している。図23Cの例では、関節60Cの軸の方向が図23Aの例とは異なっている。図23Dは、第1のアームと第2のアーム20との間の伸縮機構がないが、第2のアーム20が、関節60B、60Cを有する例を示している。これらのいずれの構成においても、エンドエフェクタ90の移動の自由度を大きく向上させることができる。これらの例では、第2のアーム20の内部で複数段の無線電力伝送が行われ得る。複数段の無線電力伝送は、例えば図21に示す第1のアーム10のような中継装置を、複数個連続させた構造を有する。

40

【0112】

このように、エンドエフェクタ90は、第1のアーム10に直接連結されたアームの部分に接続されている必要はなく、第2のアーム20を構成する複数のアーム部分の先端に設けられ得る。

【0113】

（実施形態3）

次に、本開示の実施形態3を説明する。本実施形態の電動装置は、実施形態1と同様、アームを支持体に対して回転させる回転機構と、アームを伸縮させる直動機構とを備えて

50

いる。本実施形態においては、アームの先端のエンドエフェクタを回転移動させる際に、まずアームを縮めてから、回転移動を行う。これにより、回転に必要なトルクを低減し、消費電力を抑えることができる。

【0114】

物体が回転動作を行うときの慣性モーメントは、その物体の各部分の質量と、その部分から回転軸までの距離の2乗との積を、物体全体にわたって積分した値である。したがって、アームを伸ばした状態で回転させる場合、アームを縮めた状態で回転させる場合よりも、慣性モーメントが大きくなる。その結果、アームの重心が中心から離れるほど、大きな加減速トルクが必要となり、モータへの負荷が大きくなる。また、回転のために広いスペースが必要となる。

10

【0115】

このような課題を解決するため、本実施形態では、アームの重心を中心軸に近づけてから回転を開始する制御が行われる。これにより、モータへの負荷を小さくし、空間的にもコンパクトな移動が可能となる。

【0116】

図24は、本実施形態における電動装置100の構成を模式的に示す図である。この電動装置100は、実施形態1における電動装置100と同様の構造を有している。すなわち、電動装置100は、第1の方向に延びた第1のアーム10と、第1のアーム10に支持された第2のアーム20と、第1のアーム10または第2のアーム20に設けられ、第2のアーム20を第1のアーム10に対して第1の方向に移動させるリニアアクチュエータ30と、第1の方向と異なる第2の方向に延び、第1のアーム10を支持する支持体50と、第2の方向に平行な回転軸の周りに支持体50を回転させる回転機構60とを備えている。回転機構60は、モータを有し、モータの回転によって支持体50を回転させる。第1のアーム10は、送電アンテナを有し、第2のアームは、受電アンテナを有する。送電アンテナは、受電アンテナへ非接触で電力を供給する。受電アンテナは、受電アンテナに電氣的に接続された負荷へ供給された電力を供給する。

20

【0117】

本実施形態の電動装置100が実施形態1の電動装置100と異なる点は、回転機構60およびリニアアクチュエータ30の動作にある。電動装置100は、支持体50を回転させるとき、まず、リニアアクチュエータ30が、第2のアーム20の重心を、上記回転軸に近づける。すなわち、図24に示す配置では、リニアアクチュエータ30は、第2のアーム20を一Y方向に移動させる。その後、回転機構60が、支持体50を所望の角度だけ回転させる。その後、リニアアクチュエータ30が、第2のアーム20の重心を当該回転軸から遠ざけてエンドエフェクタ90を所望の位置にまで到達させる。

30

【0118】

上記の動作を実現するために、電動装置100は、リニアアクチュエータ30および回転機構60におけるそれぞれのモータに電氣的に接続された制御回路150を有する。制御回路150は、各モータを制御する制御信号を出力し、上記の動作をリニアアクチュエータ30および回転機構60に実行させる。制御回路150は、例えばマイコンなどの、メモリおよびプロセッサを備えた集積回路であり得る。なお、制御回路150は、電動装置100とは独立した他の装置に設けられていてもよい。そのような外部の制御回路150から、リニアアクチュエータ30および回転機構60に、有線または無線で当該制御信号が送られてもよい。

40

【0119】

図25は、本実施形態における上記動作を模式的に示す概念図である。図中のO点は、回転軸の位置を示し、A点はエンドエフェクタ90の初期位置を示している。図25は、エンドエフェクタ90をA点から、回転軸を中心とする同一半径の円周上のB点まで移動させる場合のエンドエフェクタ90の軌跡を示している。当然のことながら、A点とB点とで、O点からの距離が異なってもよい。図25において、黒丸がエンドエフェクタ90の位置を示している。初期状態においてA点にあったエンドエフェクタ90は、アー

50

ム 20 を縮めることにより、A' 点に移動する。次に、O 点の周りを回転し、B' 点に移動する。そして、アーム 20 を伸ばすことにより、B 点に移動する。

【0120】

図 26 は、上記動作において、制御回路 150 が電動装置 100 に出す指示の手順を示すフローチャートである。ここでは、エンドエフェクタ 90 がハンドであり、ハンドが物品を掴んでから所定の位置に移動して当該物品を離すまでの動作を説明する。この動作は、制御回路 150 のメモリに格納されたコンピュータプログラムを、プロセッサが実行することによって実現され得る。

【0121】

制御回路 150 は、まず、エンドエフェクタ 90 に、物を掴む指示を出す（ステップ S101）。この指示は、例えば制御回路 150 からエンドエフェクタ 90 内の各モータに有線または無線で送られる制御信号によって行われる。エンドエフェクタ 90 が物を掴むと、制御回路 150 は、移動アーム 20 を所定量だけ縮めるようにリニアアクチュエータ 30 に指示する。移動アーム 20 を縮める量は、要求される動作速度、回転機構 60 のモータの性能、および設置場所の空間的な余裕に応じて適宜決定される。次に、制御回路 150 は、アーム 10、20 を、所定の角度だけ回転させるように回転機構 60 に指示する（ステップ S103）。回転量は、O 点から A 点までの線分と、O 点から B 点までの線分とがなす角度に設定される。次に、制御回路 150 は、移動アーム 20 を、目的の長さまで伸ばすようにリニアアクチュエータ 30 に指示する（ステップ S104）。エンドエフェクタ 90 が B 点に到達すると、制御回路 150 は、エンドエフェクタ 90 に、物を離すように指示する（ステップ S105）。

【0122】

以上の動作により、本実施形態の電動装置 100 は、回転機構 60 におけるモータへの負荷を小さくし、空間的にコンパクトにエンドエフェクタ 90 を移動させることができる。

【0123】

本実施形態のように、先端を縮めてから回転させて再度伸ばすという制御を行う場合、リニアアクチュエータ 30 による伸縮動作の頻度が高くなる。図 2A および図 2B に示す比較例のように、伸縮動作が行われる箇所にケーブルが存在する場合、伸縮時のケーブルを保持するケーブルベア（登録商標）等を設ける必要がある。しかし、そのような構成では、伸縮の度にケーブルが屈曲を繰り返すことになり、ケーブルの劣化および断線に繋がる。このため、定期的にケーブルを交換するなどのメンテナンスが必要になる。これに対し、本実施形態では、伸縮部に無線電力伝送システムを適用し、ケーブルを排除することができる。このため、ケーブルの劣化および断線の問題を解決できる。

【0124】

（実施形態 4）

図 27 は、本開示の実施形態 4 における電動装置 100 の構成を模式的に示す図である。この電動装置 100 は、回転機構 60 が支持体 50 の根元ではなく、支持体 50 と第 1 のアーム 10 との連結部に設けられている点で、実施形態 3 の電動装置とは異なっている。本実施形態における電動装置 100 は、支持体 50 と、支持体 50 に支持され、回転軸の周りに回転する回転機構 60 と、第 1 の方向に延び、回転機構 60 に連結され、上記回転軸の周りに回転する第 1 のアーム 10 と、第 1 のアーム 10 に支持された第 2 のアーム 20 と、第 1 のアーム 10 または第 2 のアーム 20 に設けられ、第 2 のアーム 20 を第 1 のアーム 10 に対して第 1 の方向に移動させるリニアアクチュエータ 30 とを備えている。各構成要素の構造は、実施形態 3 におけるものと同じである。

【0125】

本実施形態では、図 27 に示すように、回転機構 60 により、エンドエフェクタ 90 を、上下に回転移動させることができる。

【0126】

本実施形態においても、アーム 10、20 の回転動作を行う際に、実施形態 3 で説明し

10

20

30

40

50

た課題が生じる。このため、本実施形態においても、実施形態3と同様の制御が行われる。すなわち、第1のアームを回転させるとき、まず、リニアアクチュエータ30が、第2のアーム20の重心を回転軸に近づけ、その後、回転機構60が、第1のアーム10を回転させる。そして、リニアアクチュエータ30が、第2のアーム20の重心を回転軸から遠ざける。このような動作は、制御回路150が回転機構60およびリニアアクチュエータ30のモータを制御することによって実現される。

【0127】

本実施形態においても、回転動作を行う際に、一旦第2のアーム20を縮めてから回転が行われる。このため、回転機構60におけるモータへの負荷を小さくし、空間的にコンパクトにエンドエフェクタ90を移動させることができる。

10

【0128】

なお、本実施形態においても、実施形態3と同様に、支持体50を回転させる回転機構60を設けてもよい。その場合、各回転機構60の回転動作を行う際に、上記の制御を行うことで、どの回転動作についても、低負荷かつ省スペースの動作が可能になる。

【0129】

次に、本開示の他の実施形態を例示する。

【0130】

図28は、本開示の他の実施形態を示す図である。この実施形態における電動装置は、第1の方向に延びるアーム10と、第1の方向とは異なる第2の方向に延び、アーム10を支持する支持体50と、支持体50を第2の方向に平行な回転軸の周りに回転させる回転機構60と、アーム10の重心を、第1の方向に移動させるリニアアクチュエータ30とを備えている。リニアアクチュエータ30は、支持体50またはアーム10に設けられる。この実施形態でも、支持体50とアーム10との間は、送電アンテナと受電アンテナとによる無線電力伝送が行われる。

20

【0131】

この実施形態においても、アーム10を回転させるとき、まずリニアアクチュエータ30が、アーム10の重心を、回転機構60の回転軸に近づける。そして、回転機構60が、支持体50を回転させる。その後、リニアアクチュエータ30が、アーム10の重心を、回転機構60の回転軸から遠ざける。

【0132】

このような動作により、本実施形態においても、回転機構60のモータへの負荷を低減し、省スペースの移動が可能である。

30

【0133】

図29Aは、実施形態3における電動装置100の配置の向きを変更した例を示す図である。この例では、電動装置100が壁面に設置されており、水平面に平行なY軸に平行な回転軸の周りにアーム10、20を回転させることができる。

【0134】

図29Bは、この例における荷重による力のモーメントの向きを表す図である。図29Bの左側に示すように、アーム10、20がX軸の正方向側に振れているとき、荷重による力のモーメントの向きは、+Y方向である。逆に、図29Bの右側に示すように、アーム10、20がX軸の負方向側に振れているとき、荷重による力のモーメントの向きは、-Y方向である。このモーメントによる送電コイルと受電コイルとの結合係数への影響を抑えるために、この例では、送電コイルの送電面および受電コイルの受電面が、XZ面に平行になるように配置されている。

40

【0135】

図30Aは、実施形態4における電動装置100の配置の向きを変更した例を示す図である。この例では、電動装置100が壁面に設置されており、水平面に平行なX軸に平行な回転軸の周りにアーム10、20を回転させることができる。

【0136】

図30Bは、この例における荷重による力のモーメントの向きを表す図である。図30

50

Bの左側に示すように、アーム10、20がY軸の負方向側に振れているとき、荷重による力のモーメントの向きは、+X方向である。逆に、図30Bの右側に示すように、アーム10、20がY軸の正方向側に振れているとき、荷重による力のモーメントの向きは、-X方向である。このモーメントによる送電コイルと受電コイルとの結合係数への影響を抑えるために、この例でも、送電コイルの送電面および受電コイルの受電面が、ZY面に平行になるように配置されている。

【0137】

以上のように、本開示は、以下の項目に記載の電動装置および制御方法を含む。

【0138】

[項目1]

第1の方向に延びた第1のアームと、
前記第1のアームに支持された第2のアームと、
前記第1のアームまたは前記第2のアームに設けられ、前記第2のアームを前記第1のアームに対して前記第1の方向に移動させる第1のリニアアクチュエータと、
を備え、
前記第1のアームは、第1の送電アンテナを有し、
前記第2のアームは、第1の受電アンテナを有し、
前記第1の送電アンテナは、前記第1の受電アンテナへ非接触で電力を供給し、
前記第1の受電アンテナは、前記第1の受電アンテナに電氣的に接続された負荷へ、前記供給された電力を供給する、
電動装置。

【0139】

[項目2]

前記第1の送電アンテナは、第1の送電コイルを含み、
前記第1の受電アンテナは、第1の受電コイルを含み、
前記第1の送電コイルは、前記第1の受電コイルに電磁的に結合して前記第1の受電コイルに非接触で前記電力を供給する、
項目1に記載の電動装置。

【0140】

[項目3]

前記第1の送電コイルは、前記第1の送電コイルの外周で囲まれる第1の送電面を有し、
前記第1の受電コイルは、前記第1の受電コイルの外周で囲まれる第1の受電面を有し、
前記第1の送電面および前記第1の受電面は、前記第2のアームに加わる荷重の方向に平行である、
項目2に記載の電動装置。

【0141】

[項目4]

前記第1の方向と異なる第2の方向に延び、前記第1のアームを支持する支持体をさらに備えた、
項目1から3のいずれか1項に記載の電動装置。

【0142】

[項目5]

前記支持体または前記第1のアームに設けられ、前記第1のアームを前記第2の方向に移動させる第2のリニアアクチュエータをさらに備え、
前記支持体は、第2の送電アンテナを有し、
前記第1のアームは、第2の受電アンテナをさらに有し、
前記第2の送電アンテナは、前記第2の受電アンテナへ非接触で電力を供給する、
項目4に記載の電動装置。

【0143】

[項目6]

前記第2の送電アンテナは、第2の送電コイルを含み、
前記第2の受電アンテナは、第2の受電コイルを含み、
前記第2の送電コイルは、前記第2の受電コイルに電磁的に結合して前記第2の受電コイルに非接触で電力を供給する、
項目5に記載の電動装置。

【0144】

[項目7]

前記第2の送電コイルは、前記第2の送電コイルの外周で囲まれる第2の送電面を有し 10
、
前記第2の受電コイルは、前記第2の受電コイルの外周で囲まれる第2の受電面を有し
、
前記第2の送電面および前記第2の受電面は、前記第1のアームに加わる荷重の方向に平行である、
項目6に記載の電動装置。

【0145】

[項目8]

前記第1のアームが前記第1のリニアアクチュエータを有し、
前記第1のアームは、 20
前記第2の受電アンテナと前記第1のリニアアクチュエータとの間に接続された第1の整流回路と、
前記第1の整流回路と前記第1の送電アンテナとの間に接続された第1のインバータ回路と、
をさらに有し、
前記第2のアームは、前記第1の受電アンテナと前記負荷との間に接続された第2の整流回路をさらに有する、
項目5から7のいずれか1項に記載の電動装置。

【0146】

[項目9]

前記第2のアームが前記第1のリニアアクチュエータを有し、
前記第2のアームは、前記第1の受電アンテナと前記第1のリニアアクチュエータとの間、かつ前記第1の受電アンテナと前記負荷との間に接続された整流回路をさらに有する 30
、
項目5から7のいずれか1項に記載の電動装置。

【0147】

[項目10]

前記第2の方向に平行な軸の周りに前記支持体を回転させる第1の回転機構をさらに有する、項目5から9のいずれか1項に記載の電動装置。

【0148】

[項目11]

前記支持体に支持され、前記第1のアームを、前記第2の方向に平行な軸、および前記第1および第2の方向の両方に垂直な軸の少なくとも一方の軸の周りに回転させる第2の回転機構をさらに備える、項目5から10のいずれか1項に記載の電動装置。 40

【0149】

[項目12]

第2のアームの先端に配置されたエンドエフェクタをさらに備え、
前記負荷は、前記エンドエフェクタである、項目1から11のいずれか1項に記載の電動装置。

【0150】

50

[項目 1 3]

第 1 の方向に延びたアームと、
前記第 1 の方向と異なる第 2 の方向に延び、前記アームを支持する支持体と、
前記支持体および前記アームの少なくとも一方に設けられ、前記アームを前記第 2 の方向に移動させるリニアアクチュエータと、
を備え、
前記支持体は、送電アンテナを有し、
前記アームは、受電アンテナを有し、
前記送電アンテナは、前記受電アンテナへ非接触で電力を供給し、
前記受電アンテナは、前記受電アンテナに電氣的に接続された負荷へ、前記供給された電力を供給する、
電動装置。

【0 1 5 1】

[項目 1 4]

前記送電アンテナは、送電コイルを含み、
前記受電アンテナは、受電コイルを含み、
前記送電コイルは、前記受電コイルに電磁的に結合して前記受電コイルに非接触で電力を供給する、
項目 1 3 に記載の電動装置。

【0 1 5 2】

[項目 1 5]

前記送電コイルは、前記送電コイルの外周で囲まれる送電面を有し、
前記受電コイルは、前記受電コイルの外周で囲まれる受電面を有し、
前記送電面および前記受電面は、前記アームに加わる荷重の方向に平行である、
項目 1 4 に記載の電動装置。

【0 1 5 3】

[項目 1 6]

前記支持体は、前記送電アンテナに接続されたインバータ回路をさらに有し、
前記アームは、前記受電アンテナと前記負荷との間に接続された整流回路をさらに有する、
項目 1 3 から 1 5 のいずれか 1 項に記載の電動装置。

【0 1 5 4】

[項目 1 7]

前記第 2 の方向に平行な軸の周りに前記支持体を回転させる第 1 の回転機構をさらに備える、
項目 1 3 から 1 6 のいずれか 1 項に記載の電動装置。

【0 1 5 5】

[項目 1 8]

前記支持体に支持され、前記アームを、前記第 2 の方向に平行な軸、および前記第 1 および第 2 の方向の両方に垂直な軸の少なくとも一方の軸の周りに回転させる第 2 の回転機構をさらに有する、項目 1 3 から 1 7 のいずれか 1 項に記載の電動装置。

【0 1 5 6】

[項目 1 9]

前記アームの先端に配置されたエンドエフェクタをさらに備え、
前記負荷は、前記エンドエフェクタである、項目 1 3 から 1 8 のいずれか 1 項に記載の電動装置。

【0 1 5 7】

[項目 2 0]

第 1 の方向に延びた第 1 のアームと、
前記第 1 のアームに支持された第 2 のアームと、

前記第 1 のアームまたは前記第 2 のアームに設けられ、前記第 2 のアームを前記第 1 のアームに対して前記第 1 の方向に移動させるリニアアクチュエータと、

前記第 1 の方向と異なる第 2 の方向に延び、前記第 1 のアームを支持する支持体と、

前記第 2 の方向に平行な回転軸の周りに前記支持体を回転させる回転機構と、

を備え、

前記第 1 のアームは、送電アンテナを有し、

前記第 2 のアームは、受電アンテナを有し、

前記送電アンテナは、前記受電アンテナへ非接触で電力を供給し、

前記受電アンテナは、前記受電アンテナに電氣的に接続された負荷へ前記供給された電力を供給し、

10

前記支持体を回転させるとき、

まず、前記リニアアクチュエータが、前記第 2 のアームの重心を前記回転軸に近づけ、

その後、前記回転機構が、前記支持体を回転させる、

電動装置。

【0158】

[項目 2 1]

前記支持体を回転させるとき、

まず、前記リニアアクチュエータが、前記第 2 のアームの重心を前記回転軸に近づけ、

その後、前記回転機構が、前記支持体を回転させ、

その後、前記リニアアクチュエータが、前記第 2 のアームの前記重心を前記回転軸から遠ざける、

20

項目 2 0 に記載の電動装置。

【0159】

[項目 2 2]

前記リニアアクチュエータおよび前記回転機構を制御する制御回路をさらに備え、

前記支持体を回転させるとき、

前記制御回路は、

まず、前記リニアアクチュエータを制御して、前記第 2 のアームの重心を前記回転軸に近づけ、

その後、前記回転機構を制御して、前記支持体を回転させる、

30

項目 2 0 または 2 1 に記載の電動装置。

【0160】

[項目 2 3]

前記支持体を回転させるとき、

前記制御回路は、

まず、前記リニアアクチュエータを制御して、前記第 2 のアームの重心を前記回転軸に近づけ、

その後、前記回転機構を制御して、前記支持体を回転させ、

その後、前記リニアアクチュエータを制御して、前記第 2 のアームの前記重心を前記回転軸から遠ざける、

40

項目 2 2 に記載の電動装置。

【0161】

[項目 2 4]

前記回転機構は、モータを有し、前記モータの回転によって前記支持体を回転させる、
項目 2 0 から 2 3 のいずれか 1 項に記載の電動装置。

【0162】

[項目 2 5]

支持体と、

前記支持体に支持され、回転軸の周りに回転する回転機構と、

第 1 の方向に延び、前記回転機構に連結され、前記回転軸の周りに回転する第 1 のアーム

50

ムと、

前記第 1 のアームに支持された第 2 のアームと、

前記第 1 のアームまたは前記第 2 のアームに設けられ、前記第 2 のアームを前記第 1 のアームに対して前記第 1 の方向に移動させるリニアアクチュエータと、

を備え、

前記第 1 のアームは、送電アンテナを有し、

前記第 2 のアームは、受電アンテナを有し、

前記送電アンテナは、前記受電アンテナへ非接触で電力を供給し、

前記受電アンテナは、前記受電アンテナに電氣的に接続された負荷へ前記供給された電力を供給し、

10

前記第 1 のアームを回転させるとき、

まず、前記リニアアクチュエータが、前記第 2 のアームの重心を前記回転軸に近づけ、

その後、前記回転機構が、前記第 1 のアームを回転させる、

電動装置。

【0163】

[項目 26]

前記第 1 のアームを回転させるとき、

まず、前記リニアアクチュエータが、前記第 2 のアームの重心を前記回転軸に近づけ、

その後、前記回転機構が、前記第 1 のアームを回転させ、

その後、前記リニアアクチュエータが、前記第 2 のアームの前記重心を前記回転軸から遠ざける、

20

項目 25 に記載の電動装置。

【0164】

[項目 27]

前記リニアアクチュエータおよび前記回転機構を制御する制御回路をさらに備え、

前記第 1 のアームを回転させるとき、

前記制御回路は、

まず、前記リニアアクチュエータを制御して、前記第 2 のアームの重心を前記回転軸に近づけ、

その後、前記回転機構を制御して、前記第 1 のアームを回転させる、

30

項目 25 または 26 に記載の電動装置。

【0165】

[項目 28]

前記第 1 のアームを回転させるとき、

前記制御回路は、

まず、前記リニアアクチュエータを制御して、前記第 2 のアームの重心を前記回転軸に近づけ、

その後、前記回転機構を制御して、前記第 1 のアームを回転させ、

その後、前記リニアアクチュエータを制御して、前記第 2 のアームの前記重心を前記回転軸から遠ざける、

40

項目 27 に記載の電動装置。

【0166】

[項目 29]

前記回転機構は、モータを有し、前記モータの回転によって前記第 2 のアームを回転させる、項目 25 から 28 のいずれか 1 項に記載の電動装置。

【0167】

[項目 30]

前記送電アンテナは、送電コイルを含み、

前記受電アンテナは、受電コイルを含み、

前記送電コイルは、前記受電コイルに電磁的に結合して前記受電コイルに非接触で電力

50

を供給する、

項目 20 から 29 のいずれか 1 項に記載の電動装置。

【0168】

[項目 31]

前記送電コイルは、前記送電コイルの外周で囲まれる送電面を有し、

前記受電コイルは、前記受電コイルの外周で囲まれる受電面を有し、

前記送電面および前記受電面は、前記第 2 のアームに加わる荷重の方向に平行である、

項目 30 に記載の電動装置。

【0169】

[項目 32]

前記第 1 のアームは、前記送電アンテナに接続されたインバータ回路をさらに有し、

前記第 2 のアームは、前記受電アンテナと前記負荷との間に接続された整流回路をさらに有する、

項目 20 から 31 のいずれか 1 項に記載の電動装置。

【0170】

[項目 33]

第 2 のアームの先端に配置されたエンドエフェクタをさらに備え、

前記負荷は、前記エンドエフェクタである、項目 20 から 32 のいずれか 1 項に記載の電動装置。

【0171】

[項目 34]

送電アンテナを有し、第 1 の方向に延びた第 1 のアームと、

受電アンテナを有し、前記第 1 のアームに支持された第 2 のアームと、

前記第 1 のアームまたは前記第 2 のアームに設けられ、前記第 2 のアームを前記第 1 のアームに対して前記第 1 の方向に移動させるリニアアクチュエータと、

前記第 1 の方向と異なる第 2 の方向に延び、前記第 1 のアームを支持する支持体と、

前記第 2 の方向に平行な回転軸の周りに前記支持体を回転させる回転機構と、

を備え、

前記送電アンテナが前記受電アンテナへ非接触で電力を供給し、

前記受電アンテナが前記受電アンテナに電氣的に接続された負荷へ前記供給された電力を供給する、

電動装置の制御方法であって、

前記支持体を回転させるとき、

まず、前記リニアアクチュエータを制御して、前記第 2 のアームの重心を前記回転軸に近づけ、

その後、前記回転機構を制御して、前記支持体を回転させる、

電動装置の制御方法。

【0172】

[項目 35]

支持体と、

前記支持体に支持され、回転軸の周りに回転する回転機構と、

第 1 の方向に延び、前記回転機構に連結され、前記回転軸の周りに回転する第 1 のアームと、

前記第 1 のアームに支持された第 2 のアームと、

前記第 1 のアームまたは前記第 2 のアームに設けられ、前記第 2 のアームを前記第 1 のアームに対して前記第 1 の方向に移動させるリニアアクチュエータと、

を備え、

前記第 1 のアームは、送電アンテナを有し、

前記第 2 のアームは、受電アンテナを有し、

前記送電アンテナは、前記受電アンテナへ非接触で電力を供給し、

10

20

30

40

50

前記受電アンテナは、前記受電アンテナに電氣的に接続された負荷へ前記供給された電力を供給する、

電動装置の制御方法であって、

前記第 1 のアームを回転させるとき、

まず、前記リニアアクチュエータを制御して、前記第 2 のアームの重心を前記回転軸に近づけ、

その後、前記回転機構を制御して、前記第 1 のアームを回転させる、

電動装置の制御方法。

【0173】

[項目 36]

10

前記支持体を回転させた後、前記リニアアクチュエータを制御して、前記第 2 のアームの前記重心を前記回転軸から遠ざける、項目 34 または 35 に記載の電動装置の制御方法。

【産業上の利用可能性】

【0174】

本開示の技術は、例えば工場などで用いられるロボットなどの電動装置に利用できる。

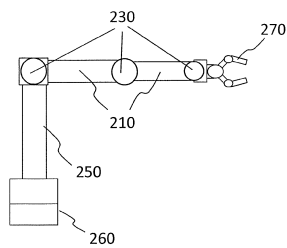
【符号の説明】

【0175】

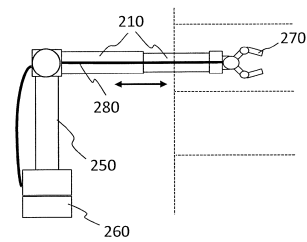
5	電源	
10	第 1 のアーム (固定アーム)	20
12	第 1 の送電アンテナ	
12a	第 1 の送電コイル	
13	第 2 の受電アンテナ	
13a	第 2 の送電コイル	
14	送電回路	
14a	インバータ回路	
14b	送電制御回路	
14c	送電側受信器	
16	受電回路	
16a	整流回路	30
16b	受電制御回路	
16c	受電側送信器	
20	第 2 のアーム (移動アーム)	
22	第 1 の受電アンテナ	
22a	第 1 の受電コイル	
24	受電回路	
24a	整流回路	
24b	受電制御回路	
24c	受電側送信器	
30	第 1 のリニアアクチュエータ	40
32	モータ	
34	ボールねじ	
40	第 2 のリニアアクチュエータ	
50	支持体	
52	第 2 の送電アンテナ	
52a	第 2 の送電コイル	
54	送電回路	
60、60A、60B、60C	回転機構	
80	ケーブル	
90	エンドエフェクタ (負荷)	50

- 1 0 0 電動装置
- 1 1 0 伸縮アーム
- 1 2 0 直動アーム
- 1 5 0 制御回路
- 2 1 0 アーム
- 2 3 0 関節
- 2 5 0 支持体
- 2 6 0 回転機構
- 2 7 0 ハンド（エンドエフェクタ）
- 2 8 0 ケーブル

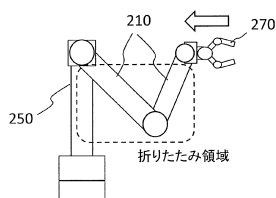
【図 1 A】



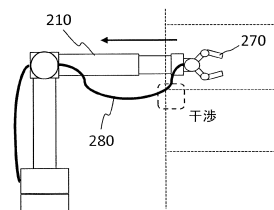
【図 2 A】



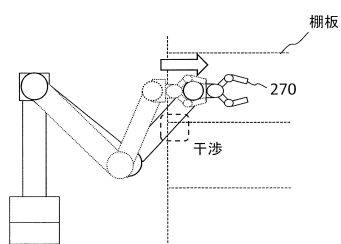
【図 1 B】



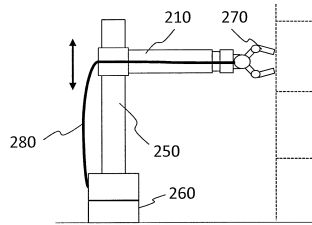
【図 2 B】



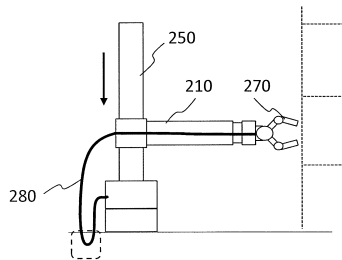
【図 1 C】



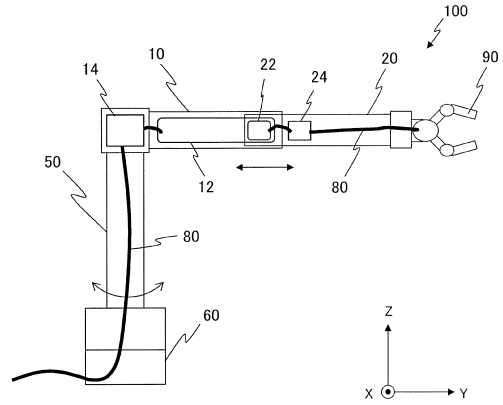
【図 3 A】



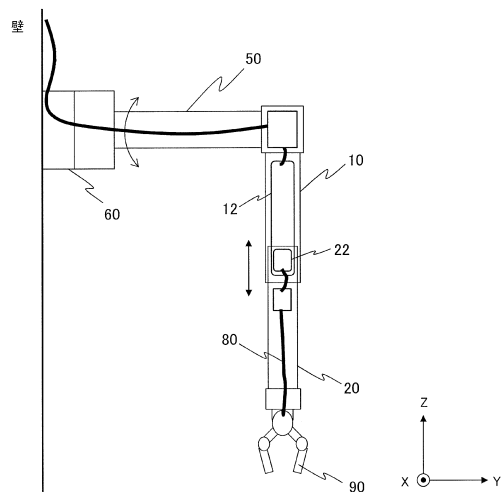
【図 3 B】



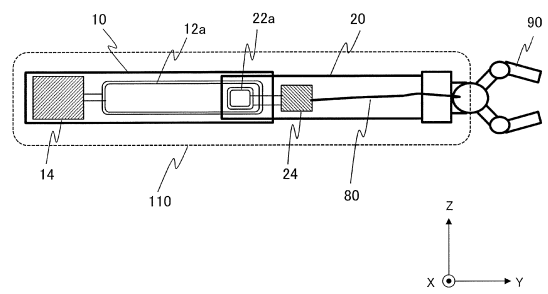
【図 4】



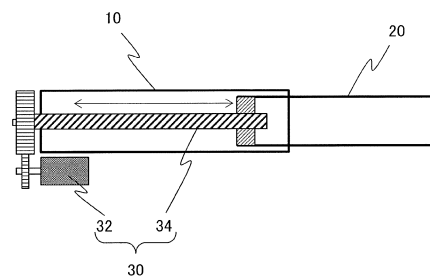
【図 5】



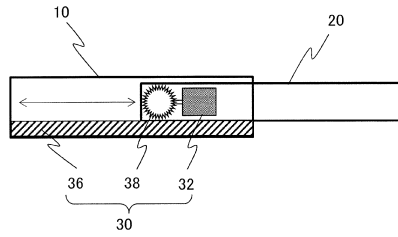
【図 6】



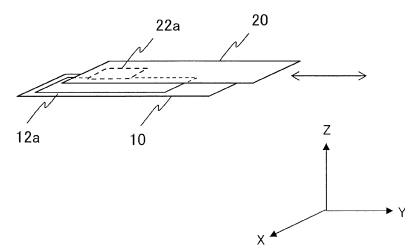
【図 7 A】



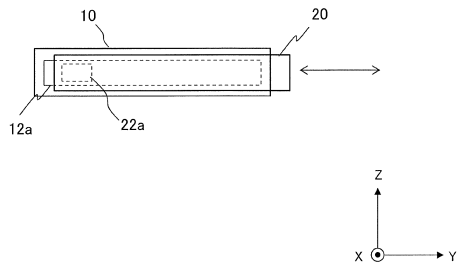
【図 7 B】



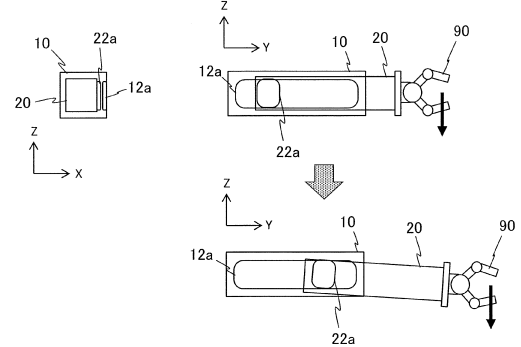
【図 8 B】



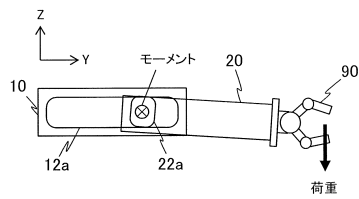
【図 8 A】



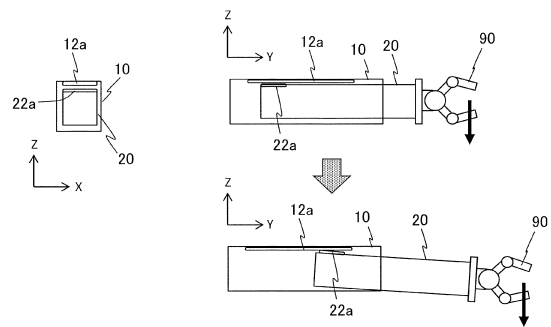
【図 9 A】



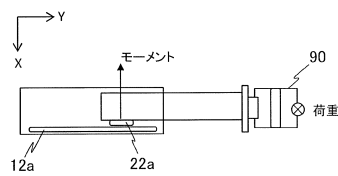
【図 9 B】



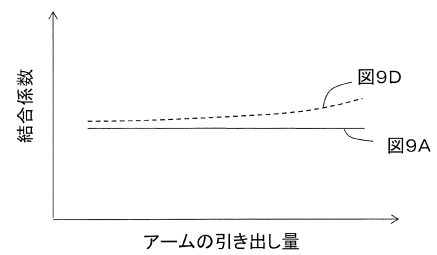
【図 9 D】



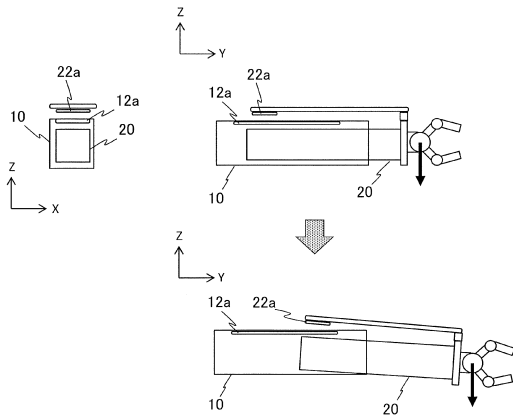
【図 9 C】



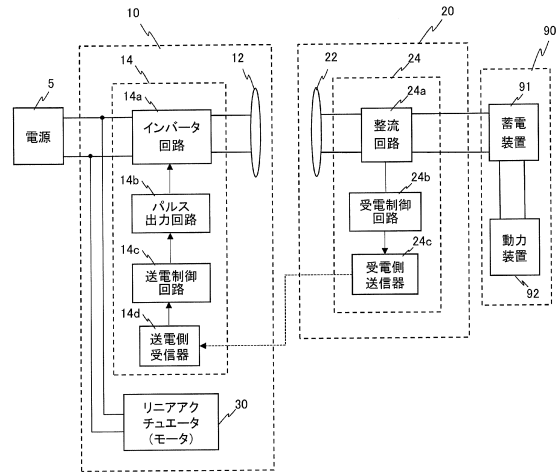
【図 10】



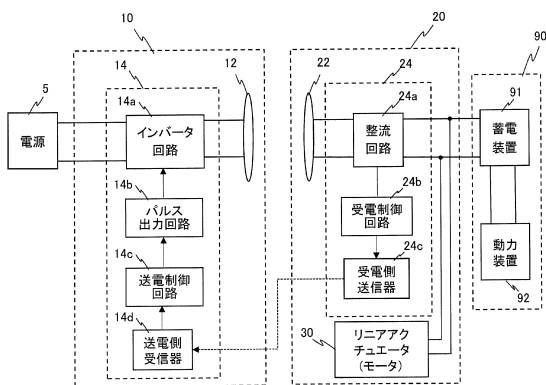
【図 1 1】



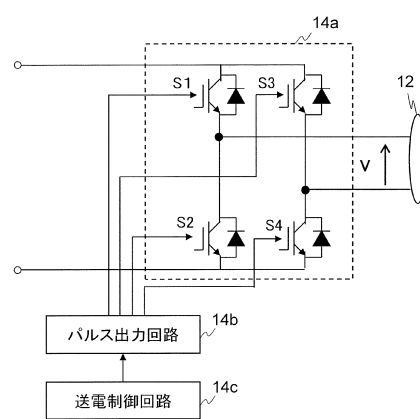
【図 1 2 A】



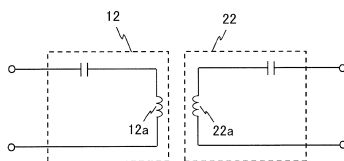
【図 1 2 B】



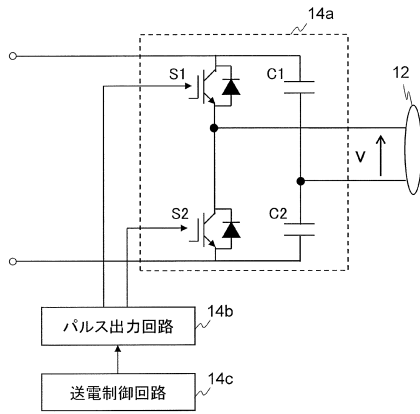
【図 1 4 A】



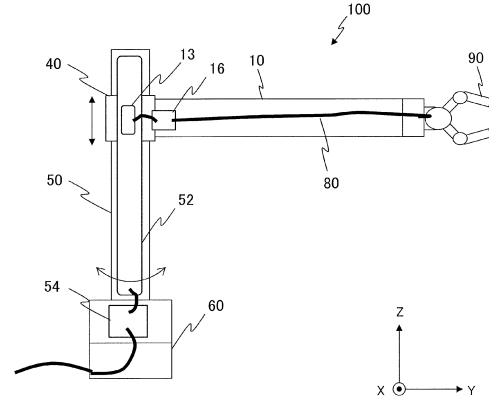
【図 1 3】



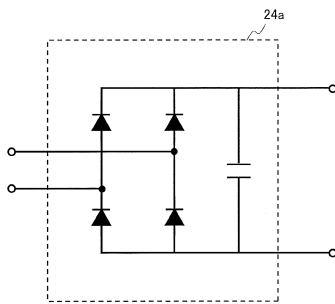
【図 1 4 B】



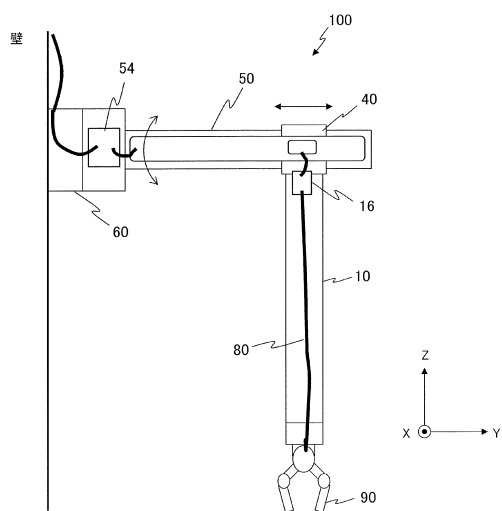
【図 1 6】



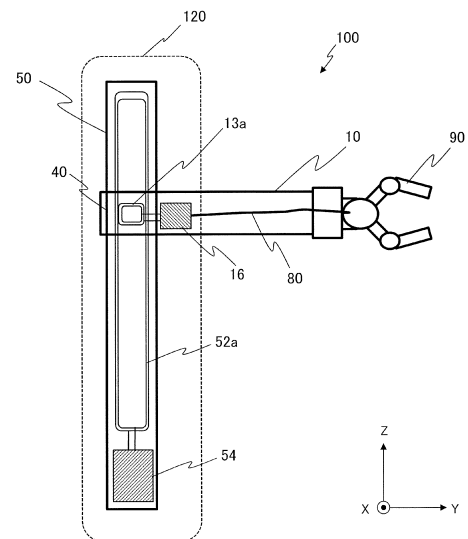
【図 1 5】



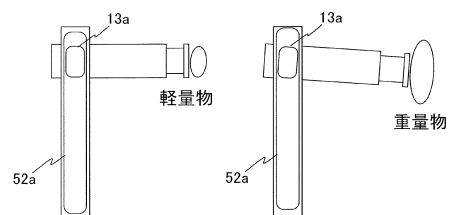
【図 1 7】



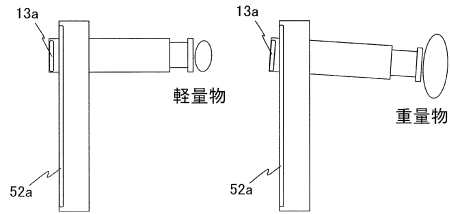
【図 1 8】



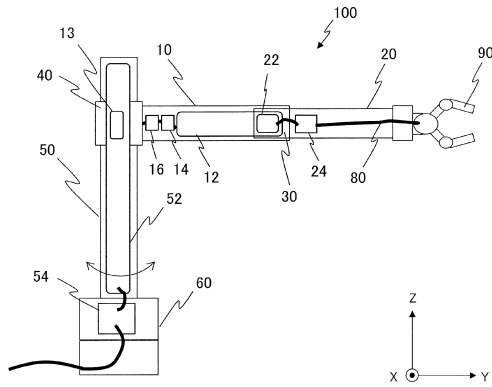
【図 1 9 A】



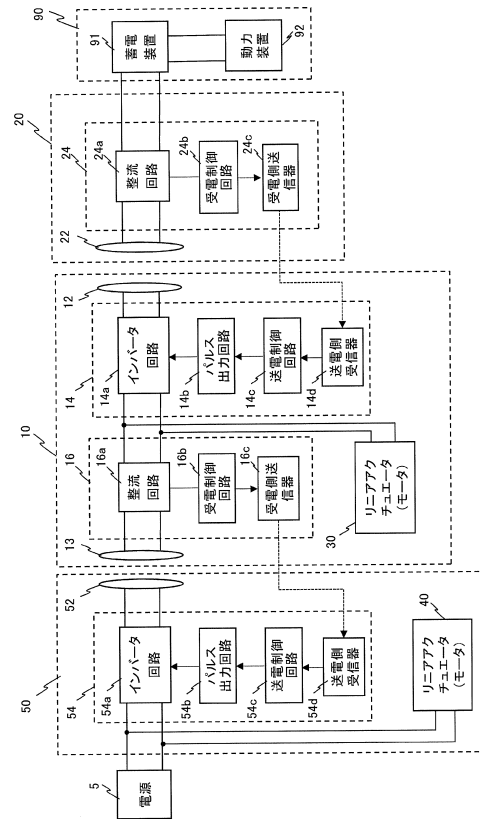
【図 19 B】



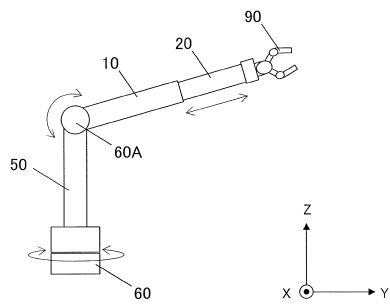
【図 20】



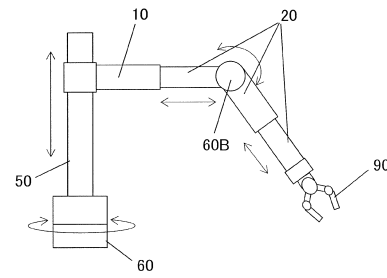
【図 21】



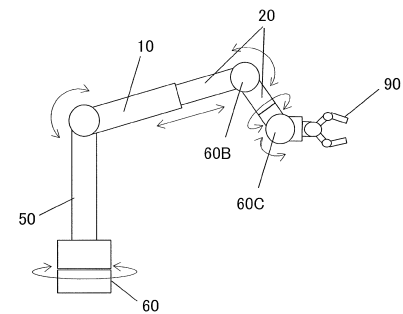
【図 22】



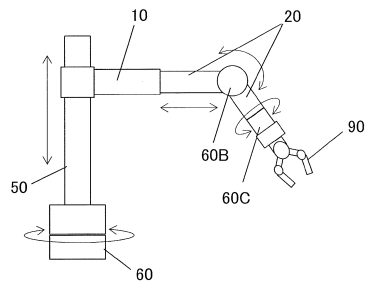
【図 23 B】



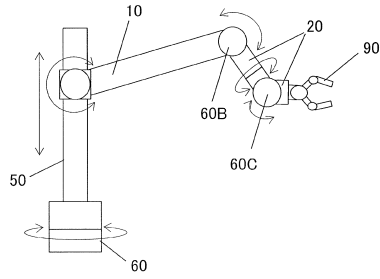
【図 23 C】



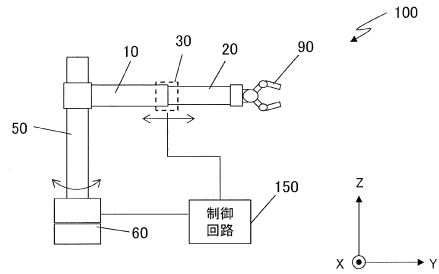
【図 23 A】



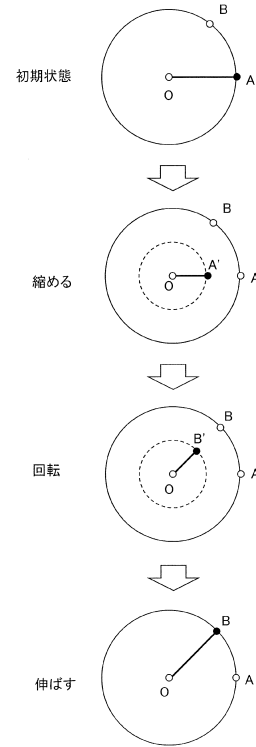
【図 2 3 D】



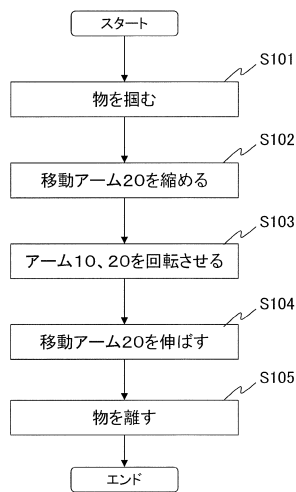
【図 2 4】



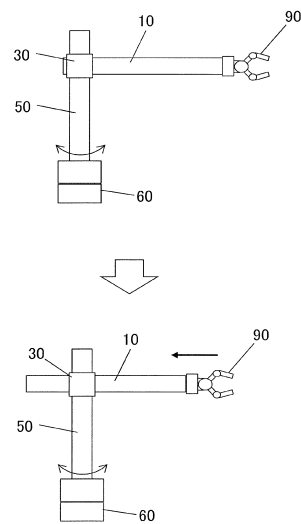
【図 2 5】



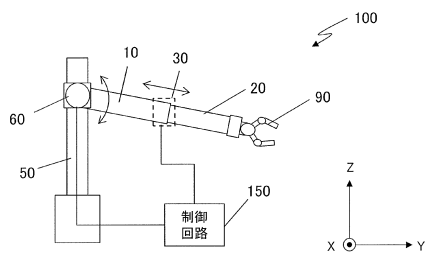
【図 2 6】



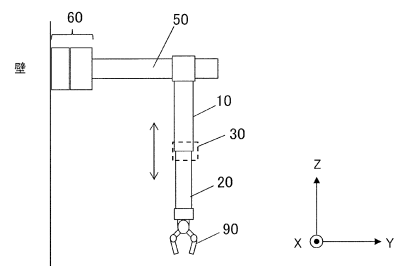
【図 2 8】



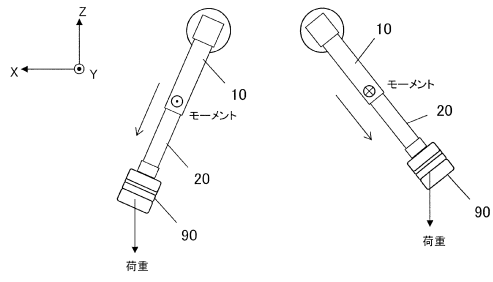
【図 2 7】



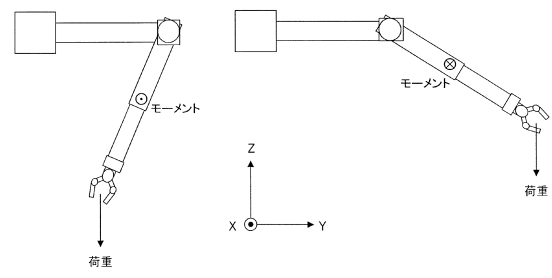
【図 2 9 A】



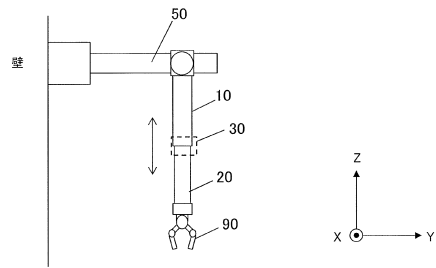
【図 29 B】



【図 30 B】



【図 30 A】



フロントページの続き

(72)発明者 菊池 悟
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

合議体

審判長 見目 省二

審判官 河端 賢

審判官 田々井 正吾

(56)参考文献 特開平7-100786 (JP, A)
特開平2-218578 (JP, A)
特開2014-187777 (JP, A)
特開昭52-133660 (JP, A)
特開昭57-201189 (JP, A)
特開2004-312981 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B25J 1/00-21/02