

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6456352号
(P6456352)

(45) 発行日 平成31年1月23日(2019.1.23)

(24) 登録日 平成30年12月28日(2018.12.28)

(51) Int.Cl.

F 16 H 21/44 (2006.01)
B 64 C 13/50 (2006.01)
H 02 K 7/14 (2006.01)

F 1

F 16 H 21/44
B 64 C 13/50
H 02 K 7/14J
C

請求項の数 61 (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2016-501193 (P2016-501193)
 (86) (22) 出願日 平成26年3月11日 (2014.3.11)
 (65) 公表番号 特表2016-518558 (P2016-518558A)
 (43) 公表日 平成28年6月23日 (2016.6.23)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2014/023284
 (87) 国際公開番号 WO2014/150446
 (87) 国際公開日 平成26年9月25日 (2014.9.25)
 審査請求日 平成29年3月10日 (2017.3.10)
 (31) 優先権主張番号 13/844,749
 (32) 優先日 平成25年3月15日 (2013.3.15)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 501188177
 ムーグ インコーポレーテッド
 アメリカ合衆国 14052 ニューヨーク、イースト オーロラ、セネカ アンド ジャミソン ロード
 (74) 代理人 110000855
 特許業務法人浅村特許事務所
 (72) 発明者 コップ、ジョン
 アメリカ合衆国、ニューヨーク、ウエスト セネカ、ラーウッド ロード 119
 (72) 発明者 シュレイフ、マシュー
 アメリカ合衆国、ニューヨーク、イースト オーロラ、ハンターズ クリーク ロード 2033

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】回転型アクチュエータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

フレームと、前記フレームに対する第1の軸を中心とした回転動作のために構成された制御された要素と、前記要素及び前記フレームに連結されたリンク・システムと、前記リンク・システムに連結された第1の部材と、前記リンク・システムに連結された第1の回転子とを有し、前記第1の回転子及び前記第1の部材を互いに対しても選択的に回転させるように構成及び配置された第1のアクチュエータと、前記リンク・システムに連結された第2の部材と、前記リンク・システムに連結された第2の回転子とを有し、前記第2の回転子及び前記第2の部材を互いに対しても選択的に回転させるように構成及び配置された第2のアクチュエータとを備え、前記第1のアクチュエータの前記第1の回転子は、前記フレームに対する回転動作のために構成され、前記第2のアクチュエータの前記第2の回転子は、前記フレームに対する回転動作のために構成され、前記第1のアクチュエータの前記第1の部材は、前記フレームに対する第2の軸を中心とした回転動作のために構成され、前記第1の軸及び前記第2の軸は、一致せず、

10

20

前記第2のアクチュエータの前記第2の部材は、前記フレームに対する第3の軸を中心とした回転動作のために構成され、

前記第1の部材及び前記第2の部材は、前記第2の軸を中心とした前記第1の部材の第1の方向への回転が前記第3の軸を中心とした前記第2の部材の第2の方向への回転を生じさせるように結合され、

前記リンク・システムは、前記要素と前記フレームとの間の第1の回転角度が前記第1の部材と前記フレームとの間の第2の回転角度から独立して前記第1のアクチュエータの前記第1の回転子及び前記第2のアクチュエータの前記第2の回転子によって駆動され得るよう構成及び配置され、

前記第1のアクチュエータ又は前記第2のアクチュエータの一方は、前記第1のアクチュエータ又は前記第2のアクチュエータの他方の前記第1の部材又は前記第2の部材に対する前記第1の回転子又は前記第2の回転子のそれぞれの回転がロックされた時、前記第1の軸を中心に前記要素の回転を駆動するよう構成及び配置される
アクチュエータ・システム。

【請求項2】

前記第1の軸及び前記第2の軸は、ほぼ平行であり、ほぼ一定の距離を動作可能にオフセットする、請求項1に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項3】

前記第1の軸、前記第2の軸及び前記第3の軸は、ほぼ平行であり、ほぼ一定の距離を動作可能にオフセットする、請求項2に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項4】

前記第3の軸は、前記第1の軸とほぼ一致する、請求項1に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項5】

前記第1の部材及び前記第2の部材は、第1の回動部及び第2の回動部を有する連結リンクを備える結合部に結合される、請求項1に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項6】

前記結合部は、前記第1の回動部と前記第2の回動部との間のバー・リンクを備える、請求項5に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項7】

前記第1の部材及び前記第2の部材は、それぞれ外側に延伸している歯車を備え、噛み合い係合でそれぞれの前記歯車を備える結合部に結合される、請求項1に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項8】

前記第1の部材及び前記第2の部材は、前記第1の部材の前記第1の回転方向が前記第2の部材の前記第2の回転方向と反対であるように結合される、請求項1に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項9】

前記第1の部材及び前記第2の部材は、前記第1の部材の前記第1の回転方向が前記第2の部材の前記第2の回転方向と同じであるように結合される、請求項1に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項10】

前記リンク・システムに連結された第3の部材と、前記リンク・システムに連結された第3の回転子とを有し、前記第3の回転子及び前記第3の部材を互いに対し選択的に回転させるよう構成及び配置された第3のアクチュエータと、

前記リンク・システムに連結された第4の部材と、前記リンク・システムに連結された第4の回転子とを有し、前記第4の回転子及び前記第4の部材を互いに対し選択的に回転させるよう構成及び配置された第4のアクチュエータとをさらに備え、

前記第3のアクチュエータの前記第3の回転子は、前記フレームに対する回転動作のた

10

20

30

40

50

めに構成され、

前記第4のアクチュエータの前記第4の回転子は、前記フレームに対する回転動作のために構成され、

前記第3のアクチュエータの前記第3の部材は、前記フレームに対する第4の軸を中心とした回転動作のために構成され、

前記第4のアクチュエータの前記第4の部材は、前記フレームに対する第5の軸を中心とした回転動作のために構成され、

前記第4の軸及び前記第5の軸は、互いに、又は、前記第2の軸若しくは前記第3の軸と、一致せず、

前記第3の部材及び前記第4の部材は、前記第3の部材の前記第4の軸を中心とした第1の方向への回転が、前記第4の部材の前記第5の軸を中心とした第2の方向への回転を生じさせるよう結合され、

前記第3のアクチュエータ又は前記第4のアクチュエータの一方は、前記第3のアクチュエータ又は前記第4のアクチュエータの他方の前記第3の部材又は前記第4の部材に対する前記第3の回転子又は前記第4の回転子のそれぞれの回転がロックされた時、前記第1の軸を中心とした前記要素の回転を駆動するように構成及び配置される

請求項1に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項11】

前記第1のアクチュエータ、前記第2のアクチュエータ、前記第3のアクチュエータ又は前記第4のアクチュエータのうちの1つは、前記第1のアクチュエータ、前記第2のアクチュエータ、前記第3のアクチュエータ及び前記第4のアクチュエータのうちのその他がオープン故障した時、前記第1の軸を中心とした前記要素の回転を駆動するように構成及び配置される、請求項10に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項12】

前記第3の部材及び前記第4の部材は、前記第3の部材の前記第1の回転方向が前記第4の部材の前記第2の回転方向と反対であるように結合される、請求項10に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項13】

前記第3の部材及び前記第4の部材は、前記第3の部材の前記第1の回転方向が前記第4の部材の前記第2の回転方向と同じであるように結合される、請求項10に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項14】

前記第1及び第2のアクチュエータの前記第1及び第2の部材のそれぞれは、軸受により前記フレーム上に支持される、請求項1に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項15】

前記第1のアクチュエータは、前記第1の部材と前記第1の回転子との間に遊星ギア段を備える、請求項1に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項16】

前記リンク・システムは少なくとも5つのリンクを備える、請求項1に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項17】

前記リンク・システムは、前記第1の部材上に第1の回動継手、前記第2の部材上に第2の回転継手、及び前記第1の部材の前記第1の回動継手と前記第2の部材の前記第2の回動継手との間に連結リンクを備え、前記第1の回転子上に第3の回動継手、前記第2の回転子上に第4の回転継手、及び前記第1の回転子の前記第3の回動継手と前記第2の回転子の前記第4の回動継手との間に連結リンクを備える、請求項16に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項18】

前記第1のアクチュエータは、回転型アクチュエータを備える、請求項1に記載のアクチュエータ・システム。

10

20

30

40

50

【請求項 19】

前記第1のアクチュエータは、回転型モータ、油圧アクチュエータ又は電気モータを備える、請求項1に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項 20】

前記第1の部材は、固定子を備え、前記第2の部材は、固定子を備える、請求項1に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項 21】

前記第1のアクチュエータは、前記第1の部材と前記第1の回転子との間にブレーキを備える、請求項1に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項 22】

前記第1の部材及び前記第1の回転子を互いに対して回転させないように構成及び配置されたブレーキをさらに備える、請求項1に記載のアクチュエータ・システム。

10

【請求項 23】

前記第1の部材と前記第1の回転子との間にバネをさらに備える、請求項1に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項 24】

前記バネは、ねじりバネ、直線バネ及び屈曲部からなる群から選択される、請求項23に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項 25】

前記リンク・システムにおいて前記第1の部材及び前記第1の回転子の互いに対する回転を弱めるように構成及び配置された、前記第1の部材と前記第1の回転子との間にあるダンパーをさらに備える、請求項1に記載のアクチュエータ・システム。

20

【請求項 26】

前記ダンパーは、直線ダンパー及び回転ダンパーからなる群から選択される、請求項25に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項 27】

前記第1のアクチュエータ及び前記第2のアクチュエータは、ステッピング・モータ又は永久磁石モータを備える、請求項1に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項 28】

前記第1のアクチュエータ及び前記第2のアクチュエータは、前記第1の部材と前記第1の回転子との間及び前記第2の部材と前記第2の回転子との間にそれぞれ磁気クラッチを備える、請求項1に記載のアクチュエータ・システム。

30

【請求項 29】

前記要素は、シャフト及び航空機制御面からなる群から選択される、請求項1に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項 30】

前記要素は、ウイング・スポイラー、フラップ、フラッペロン及び補助翼からなる群から選択される、請求項1に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項 31】

前記フレームは、アクチュエータ・フレーム、アクチュエータ・ハウジング及び機体からなる群から選択される、請求項1に記載のアクチュエータ・システム。

40

【請求項 32】**フレームと、**

前記フレームに対する第1の軸を中心とした回転動作のために構成された制御された要素と、

前記要素及び前記フレームに連結されたリンク・システムと、

前記リンク・システムに連結された第1の部材と、前記リンク・システムに連結された第1の回転子とを有し、前記第1の回転子及び前記第1の部材を互いに対して選択的に回転させるように構成及び配置された第1のアクチュエータと、

前記リンク・システムに連結された第2の部材と、前記リンク・システムに連結された

50

第2の回転子とを有し、前記第2の回転子及び前記第2の部材の互いに対する回転を選択的にロックするように構成及び配置された保持デバイスとを備え、

前記第1のアクチュエータの前記第1の回転子は、前記フレームに対する回転動作のために構成され、

前記保持デバイスの前記第2の回転子は、前記フレームに対する回転動作のために構成され、

前記第1のアクチュエータの前記第1の部材は、前記フレームに対する第2の軸を中心とした回転動作のために構成され、

前記第1の軸及び前記第2の軸は、一致せず、

10

前記保持デバイスの前記第2の部材は、前記フレームに対する第3の軸を中心とした回転動作のために構成され、

前記第1の部材及び前記第2の部材は、前記第2の軸を中心とした前記第1の部材の第1の方向への回転が前記第3の軸を中心とした前記第2の部材の第2の方向への回転を生じさせるように結合され、

前記リンク・システムは、前記要素と前記フレームとの間の第1の回転角度が前記第1の部材と前記フレームとの間の第2の回転角度から独立して駆動され得るように構成及び配置され、

前記保持デバイスは、前記第1のアクチュエータが動作する時に前記第2の回転子及び前記第2の部材の互いに対する回転をロックし、前記第1のアクチュエータの前記第1の部材に対する前記第1の回転子の回転がロックされた時に前記第2の回転子及び前記第2の部材の互いに対する回転をロック解除するように構成及び配置される
アクチュエータ・システム。

20

【請求項33】

前記第1の軸及び前記第2の軸は、ほぼ平行であり、ほぼ一定の距離を動作可能にオフセットする、請求項32に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項34】

前記第1の軸、前記第2の軸及び前記第3の軸は、ほぼ平行であり、ほぼ一定の距離を動作可能にオフセットする、請求項33に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項35】

30

前記第3の軸は、前記第1の軸とほぼ一致する、請求項32に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項36】

前記第1の部材及び前記第2の部材は、前記第1の部材の前記第1の回転方向が前記第2の部材の前記第2の回転方向と反対であるように結合される、請求項32に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項37】

前記第1の部材及び前記第2の部材は、前記第1の部材の前記第1の回転方向が前記第2の部材の前記第2の回転方向と同じであるように結合される、請求項32に記載のアクチュエータ・システム。

40

【請求項38】

前記リンク・システムに連結された第3の部材と、前記リンク・システムに連結された第3の回転子とを有し、前記第3の回転子及び前記第3の部材を互いに対して選択的に回転させるように構成及び配置された第2のアクチュエータと、

前記リンク・システムに連結された第4の部材と、前記リンク・システムに連結された第4の回転子とを有し、前記第4の回転子及び前記第4の部材の互いに対する回転を選択的にロックするように構成及び配置された第2の保持デバイスとをさらに備え、

前記第2のアクチュエータの前記第3の回転子は、前記フレームに対する回転動作のために構成され、

50

前記第2の保持デバイスの前記第4の回転子は、前記フレームに対する回転動作のために構成され、

前記第2のアクチュエータの前記第3の部材は、前記フレームに対する第4の軸を中心とした回転動作のために構成され、

前記第2の保持デバイスの前記第4の部材は、前記フレームに対する第5の軸を中心とした回転動作のために構成され、

前記第4の軸及び前記第5の軸は、互いに、又は、前記第2の軸若しくは前記第3の軸と、一致せず、

前記第3の部材及び前記第4の部材は、前記第3の部材の前記第4の軸を中心とした第1の方向の回転が、前記第4の部材の前記第5の軸を中心とした第2の方向の回転を生じさせるよう結合され、

前記第2の保持デバイスは、前記第2のアクチュエータが動作する時に前記第4の回転子及び前記第4の部材の互いに対する回転をロックし、前記第2のアクチュエータの前記第3の部材に対する前記第3の回転子の回転がロックされた時に前記第4の回転子及び前記第4の部材の互いに対する回転をロック解除するように構成及び配置される
請求項32に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項39】

前記第1のアクチュエータは、回転型アクチュエータを備える、請求項32に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項40】

前記第1の部材は、固定子を備える、請求項32に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項41】

前記要素は、シャフト及び航空機制御面からなる群から選択される、請求項32に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項42】

前記フレームは、アクチュエータ・フレーム、アクチュエータ・ハウジング及び機体からなる群から選択される、請求項32に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項43】

フレームと、

前記フレームに対する第1の軸を中心とした回転動作のために構成された制御された要素と、

前記要素及び前記フレームに連結されたリンク・システムと、

複数のアクチュエータ・ユニットと

を備え、前記アクチュエータ・ユニットのそれぞれは、

前記リンク・システムに連結された第1の部材と、前記リンク・システムに連結された第1の回転子とを有し、前記第1の回転子及び前記第1の部材を互いに対しても選択的に回転させるように構成及び配置された第1のアクチュエータと、

前記リンク・システムに連結された第2の部材と、前記リンク・システムに連結された第2の回転子とを有し、前記第2の回転子及び前記第2の部材を互いに対しても選択的に回転させるように構成及び配置された第2のアクチュエータと

を備え、

前記第1のアクチュエータの前記第1の回転子は、前記フレームに対する回転動作のために構成され、

前記第2のアクチュエータの前記第2の回転子は、前記フレームに対する回転動作のために構成され、

前記第1のアクチュエータの前記第1の部材は、前記フレームに対する第2の軸を中心とした回転動作のために構成され、

前記第1の軸及び前記第2の軸は一致せず、

前記第2のアクチュエータの前記第2の部材は、前記フレームに対する第3の軸を中心とした回転動作のために構成され、

10

20

30

40

50

前記第1の部材及び前記第2の部材は、前記第2の軸を中心とした前記第1の部材の第1の方向への回転が前記第3の軸を中心とした前記第2の部材の第2の方向への回転を生じさせるように結合され、

前記リンク・システムは、前記要素と前記フレームとの間の第1の回転角度が前記第1の部材と前記フレームとの間の第2の回転角度から独立して前記第1のアクチュエータの前記第1の回転子及び前記第2のアクチュエータの前記第2の回転子によって駆動され得るように構成及び配置され、

前記第1のアクチュエータ又は前記第2のアクチュエータの一方は、前記第1のアクチュエータ又は前記第2のアクチュエータの他方の前記第1の部材又は前記第2の部材に対する前記第1の回転子又は前記第2の回転子のそれぞれの回転がロックされた時に前記第1の軸を中心とした前記要素の回転を駆動するように構成及び配置される
アクチュエータ・システム。

【請求項44】

フレームと、

前記フレームに対する第1の軸を中心とした回転動作のために構成された制御された要素と、

前記要素及び前記フレームに連結されたリンク・システムと、

複数のアクチュエータ・ユニットと

を備え、前記アクチュエータ・ユニットのそれぞれは、

前記リンク・システムに連結された第1の部材と、前記リンク・システムに連結された第1の回転子とを有し、前記第1の回転子及び前記第1の部材を互いに対し選択的に回転させるように構成及び配置された第1のアクチュエータと、

前記リンク・システムに連結された第2の部材と、前記リンク・システムに連結された第2の回転子とを有し、前記第2の回転子及び前記第2の部材の互いに対する回転を選択的にロックするように構成及び配置された保持デバイスと

を備え、

前記第1の回転子は、前記フレームに対する回転動作のために構成され、

前記第2の回転子は、前記フレームに対する回転動作のために構成され、

前記第1の部材は、前記フレームに対する第2の軸を中心とした回転動作のために構成され、

前記第1の軸及び前記第2の軸は、一致せず、

前記第2の部材は、前記フレームに対する第3の軸を中心とした回転動作のために構成され、

前記第1の部材及び前記第2の部材は、前記第2の軸を中心とした前記第1の部材の第1の方向への回転が前記第3の軸を中心とした前記第2の部材の第2の方向への回転を生じさせるように結合され、

前記リンク・システムは、前記要素と前記フレームとの間の第1の回転角度が前記第1の部材と前記フレームとの間の第2の回転角度から独立して駆動され得るように構成及び配置され、

前記保持デバイスは、前記第1のアクチュエータが動作する時に前記第2の回転子及び前記第2の部材の互いに対する回転をロックし、前記第1のアクチュエータの前記第1の部材に対する前記第1の回転子の回転がロックされた時に前記第2の回転子及び前記第2の部材の互いに対する回転をロック解除するように構成及び配置される

アクチュエータ・システム。

【請求項45】

フレームと、

第1の軸を中心とした回転のために前記フレームに回転可能に結合される出力部材と、

第1の部材及び第2の部材を有する第1のアクチュエータであって、前記第2の部材は前記フレームに対して回転するように構成され、前記第1の部材は第2の軸を中心に前記フレームに対して回転するように構成され、前記第1の部材は前記フレームに対する前記

10

20

30

40

50

第2の部材の前記回転から独立して前記フレームに対して回転するように構成される、第1のアクチュエータと、

第1の部材及び第2の部材を有する第2のアクチュエータであって、前記第2の部材は前記フレームに対して回転するように構成され、前記第1の部材は第3の軸を中心に前記フレームに対して回転するように構成され、前記第1の部材は前記フレームに対する前記第2の部材の前記回転から独立して前記フレームに対して回転するように構成される、第2のアクチュエータと、

前記第1のアクチュエータの前記第1の部材と前記第2のアクチュエータの前記第1の部材との間に回動可能に連結される第1のリンクであって、前記第1のアクチュエータの前記第1の部材及び前記第2のアクチュエータの前記第1の部材は、前記第1のアクチュエータの前記第1の部材の第1の方向への回転が前記第2のアクチュエータの前記第1の部材の第2の方向への回転を生じるように結合される、第1のリンクと、

前記第1のアクチュエータの前記第2の部材と前記出力部材との間に回動可能に連結される第2のリンクと

を備える、アクチュエータ・システム。

【請求項46】

前記第2のアクチュエータの前記第2の部材と前記出力部材との間に回動可能に連結される第3のリンクをさらに備える、請求項45に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項47】

前記第1の方向と前記第2の方向は、同じである、請求項45に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項48】

前記第1の方向と前記第2の方向は、反対である、請求項45に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項49】

前記第1の軸及び前記第3の軸は、一致する、請求項45に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項50】

前記第1の部材は、固定子である、請求項45に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項51】

前記第2の部材は、回転子である、請求項45に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項52】

フレームと、

第1の軸を中心とした回転のために前記フレームに回転可能に結合される出力部材と、
第1の部材及び第2の部材を有する第1のアクチュエータであって、前記第2の部材は前記フレームに対して回転するように構成され、前記第1の部材は第2の軸を中心に前記フレームに対して回転するように構成され、前記第1の部材は前記フレームに対する前記第2の部材の前記回転から独立して前記フレームに対して回転するように構成される、第1のアクチュエータと、

第1の部材及び第2の部材を有する保持デバイスであって、前記第2の部材は前記フレームに対して回転するように構成され、前記第2の部材に対する前記第1の部材の回転位置がロックされた第1の構成と、前記第1の部材及び前記第2の部材が互いにに対して自由に回転する第2の構成とのうちの一方になるように構成される、保持デバイスと、

前記第1のアクチュエータの前記第1の部材と前記保持デバイスの前記第1の部材との間に回動可能に連結される第1のリンクであって、前記第1のアクチュエータの前記第1の部材及び前記保持デバイスの前記第1の部材は、前記第1のアクチュエータの前記第1の部材の第1の方向への回転が前記保持デバイスの前記第1の部材の第2の方向への回転を生じるように結合される、第1のリンクと、

前記第1のアクチュエータの前記第2の部材と前記出力部材との間に回動可能に連結される第2のリンクと

10

20

30

40

50

を備え、

前記保持デバイスは、前記第1のアクチュエータがロックされた時、前記第1の構成から前記第2の構成に移動する
アクチュエータ・システム。

【請求項53】

前記保持デバイスの前記第2の部材と前記出力部材との間に回動可能に連結される第3のリンクをさらに備える、請求項52に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項54】

前記保持デバイスは、前記第1の部材と前記第2の部材との間にある磁気クラッチである、請求項52に記載のアクチュエータ・システム。 10

【請求項55】

前記第1の方向と前記第2の方向は、同じである、請求項52に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項56】

前記第1の方向と前記第2の方向は、反対である、請求項52に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項57】

前記第1の軸及び前記第3の軸は、一致する、請求項52に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項58】

前記第1の部材は、固定子である、請求項52に記載のアクチュエータ・システム。 20

【請求項59】

前記第2の部材は、回転子である、請求項52に記載のアクチュエータ・システム。

【請求項60】

アクチュエータ・システムを制御する方法であって、
アクチュエータ・システムを提供するステップ

を備え、前記アクチュエータ・システムは、

フレームと、

前記フレームに対する第1の軸を中心とした回転動作のために構成された制御された要素と、 30

前記要素及び前記フレームに連結されたリンク・システムと、

前記リンク・システムに連結された第1の部材と、前記リンク・システムに連結された第1の回転子とを有し、前記第1の回転子及び前記第1の部材を互いに対し選択的に回転させるように構成及び配置された第1のアクチュエータと、

前記リンク・システムに連結された第2の部材と、前記リンク・システムに連結された第2の回転子とを有し、前記第2の回転子及び前記第2の部材を互いに対し選択的に回転させるように構成及び配置された第2のアクチュエータと

を備え、

前記第1のアクチュエータの前記第1の回転子は、前記フレームに対する回転動作のために構成され、 40

前記第2のアクチュエータの前記第2の回転子は、前記フレームに対する回転動作のために構成され、

前記第1のアクチュエータの前記第1の部材は、前記フレームに対する第2の軸を中心とした回転動作のために構成され、

前記第1の軸及び前記第2の軸は、一致せず、

前記第2のアクチュエータの前記第2の部材は、前記フレームに対する第3の軸を中心とした回転動作のために構成され、

前記第1の部材及び前記第2の部材は、前記第2の軸を中心とした前記第1の部材の第1の方向への回転が前記第3の軸を中心とした前記第2の部材の第2の方向への回転を生じさせるように結合され、 50

前記リンク・システムは、前記要素と前記フレームとの間の第1の回転角度が前記第1の部材と前記フレームとの間の第2の回転角度から独立して前記第1のアクチュエータの前記第1の回転子及び前記第2のアクチュエータの前記第2の回転子によって駆動され得るように構成及び配置され、

前記第1のアクチュエータ又は前記第2のアクチュエータの一方は、前記第1のアクチュエータ又は前記第2のアクチュエータの他方の前記第1の部材又は前記第2の部材に対する前記第1の回転子又は前記第2の回転子のそれぞれの回転がロックされた時、前記第1の軸を中心とした前記要素の回転を駆動するように構成及び配置され、

前記第1のアクチュエータ及び前記第2のアクチュエータに、前記制御された要素が前記第1の軸を中心に回転し、前記第1の部材の角度位置が前記第2の軸の周りで一定に保持されるように同時に電力を提供するステップ
をさらに備える、方法。

【請求項 6 1】

アクチュエータ・システムを制御する方法であって、

アクチュエータ・システムを提供するステップ
を備え、前記アクチュエータ・システムは、

フレームと、

前記フレームに対する第1の軸を中心とした回転動作のために構成された制御された要素と、

前記要素及び前記フレームに連結されたリンク・システムと、

前記リンク・システムに連結された第1の部材と、前記リンク・システムに連結された第1の回転子とを有し、前記第1の回転子及び前記第1の部材を互いに対しても選択的に回転させるように構成及び配置された第1のアクチュエータと、

前記リンク・システムに連結された第2の部材と、前記リンク・システムに連結された第2の回転子とを有し、前記第2の回転子及び前記第2の部材の互いに対する回転を選択的にロックするように構成及び配置された保持デバイスと

を備え、

前記第1のアクチュエータの前記第1の回転子は、前記フレームに対する回転動作のために構成され、

前記保持デバイスの前記第2の回転子は、前記フレームに対する回転動作のために構成され、

前記第1の部材は、前記フレームに対する第2の軸を中心とした回転動作のために構成され、

前記第1の軸及び前記第2の軸は、一致せず、

前記第2の部材は、前記フレームに対する第3の軸を中心とした回転動作のために構成され、

前記第1の部材及び前記第2の部材は、前記第2の軸を中心とした前記第1の部材の第1の方向への回転が前記第3の軸を中心とした前記第2の部材の第2の方向への回転を生じさせるように結合され、

前記リンク・システムは、前記要素と前記フレームとの間の第1の回転角度が前記第1の部材と前記フレームとの間の第2の回転角度から独立して駆動され得るように構成及び配置され、

前記保持デバイスは、前記第1のアクチュエータが動作する時に前記第2の回転子及び前記第2の部材の互いに対する回転をロックし、前記第1のアクチュエータの前記第1の部材に対する前記第1の回転子の回転がロックされた時に前記第2の回転子及び前記第2の部材の互いに対する回転をロック解除するように構成及び配置され、

前記第1のアクチュエータ及び前記保持デバイスに、前記保持デバイスが前記第2の回転子及び前記第2の部材の互いに対する回転をロックし、前記第1のアクチュエータが前記制御された要素に望ましいトルクを付与するように同時に電力を提供するステップをさらに備える、方法。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、一般にアクチュエータ・システムの分野に関し、より具体的には電気機械冗長アクチュエータに関する。

【背景技術】**【0002】**

冗長アクチュエータ・システムは一般的に知られている。

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】**

10

【0003】

これらのシステムは通常、多数のアクチュエータを、それらの移動が合計されるか、又はそれらのトルクが合計される方法で配置する。

【課題を解決するための手段】**【0004】**

開示された実施例の対応する部品、部分又は表面に対し括弧入りの参照番号を付して、単に例示の目的であり制限するものではないが、本発明はアクチュエータ・システム(100、200)であって、参照構造(110、210)に対する第1の軸(105、203)を中心とした回転動作のために構成された制御された要素(180、280)と、要素及び参照構造に連結されたリンク・システム(170、270)と、リンク・システムの第1の自由度(122に対する123、222に対する223)に電力供給するように構成及び配置された第1のアクチュエータ(120、220)と、リンク・システムの第2の自由度(142に対する143、242に対する243)に電力供給するように構成及び配置された第2のアクチュエータ(140、240)であって、第1の自由度及び第2の自由度は独立した自由度である、第2のアクチュエータとを含み、リンク・システムは参照構造に対する第2の軸(104、204)を中心とした回転動作のために構成された第1のリンク(123、223)を有し、第1の軸及び第2の軸は一致せず、リンク・システムは参照構造に対する第3の軸(105、205)を中心とした回転動作のために構成された第2のリンク(143、243)を有し、第1のリンクと第2のリンクは、第2の軸を中心とした第1のリンクの第1の方向(126、146、226、246)への回転が第3の軸を中心とした第2のリンクの第2の方向(126、146、226、246)への回転を生じさせるように結合(160、260)され、リンク・システムは、要素と参照構造との間の第1の回転角度(144、244)が第1のリンクと参照構造との間の第2の回転角度(125、225)から独立して駆動され得るように構成及び配置され、第1のアクチュエータ又は第2のアクチュエータの一方は、第1のアクチュエータ又は第2のアクチュエータの他方が動作可能にロックされた時、第1の軸を中心に要素の回転を駆動するように構成及び配置される、アクチュエータ・システムを提供する。

20

【0005】

第1の軸(105、203)及び第2の軸(104、204)はほぼ平行であり得、ほぼ一定の距離を動作可能にオフセットし得る。第1の軸(203)、第2の軸(204)及び第3の軸(205)はほぼ平行であり得、ほぼ一定の距離を動作可能にオフセットし得る。第3の軸は第2の軸(104)とほぼ一致し得る。第1のリンク及び第2のリンクは、第1の回動部(160b)及び第2の回動部(160c)を有する連結リンク(160)を含む結合部で結合され得る。結合部は第1の回動部と第2の回動部との間のバー・リンク(160a)を含み得る。第1のリンク及び第2のリンクは、噛み合い歯車を含む結合部で結合され得る。第1のリンク及び第2のリンクは、第1のリンクの第1の回転方向(126、226)が第2のリンクの第2の回転方向(146、246)と反対であるように結合(160、260)され得る。第1のリンク及び第2のリンクは、第1のリンクの第1の回転方向(226')が第2のリンクの第2の回転方向(226')と同じであるように結合(260')され得る。アクチュエータ・システムはさらに、リンク・シ

30

40

50

ステムの第3の自由度（322に対する323）に電力供給するように構成及び配置された第3のアクチュエータ（320）と、リンク・システムの第4の自由度（342に対する343）に電力供給するように構成及び配置された第4のアクチュエータ（340）であって、第3の自由度と第4の自由度は独立した自由度である、第4のアクチュエータとを含み、リンク・システムは参照構造に対する第4の軸（304）を中心とした回転動作のために構成される第3のリンク（323）を有し、リンク・システムは参照構造に対する第5の軸（305）を中心とした回転動作のために構成される第4のリンク（343）を有し、第4の軸及び第5の軸は互いに、又は第1の軸若しくは第2の軸と一致せず、第3のリンク及び第4のリンクは、第3のリンクの第4の軸を中心とした第1の方向の回転が、第4のリンクの第5の軸を中心とした第2の方向の回転を生じさせるよう結合（360）され、第3のアクチュエータ又は第4のアクチュエータの一方は、第3のアクチュエータ又は第4のアクチュエータの他方が動作可能にロックされた時、第1の軸を中心とした要素の回転を駆動するように構成及び配置される。第1のアクチュエータ、第2のアクチュエータ、第3のアクチュエータ又は第4のアクチュエータは、第1のアクチュエータ、第2のアクチュエータ、第3のアクチュエータ及び第4のアクチュエータの他方がオープン故障した時、第1の軸を中心とした要素の回転を駆動するように構成及び配置され得る。第3のリンク及び第4のリンクは、第3のリンクの第1の回転方向が第4のリンクの第2の回転方向と反対であるように結合（360）され得る。第3のリンク及び第4のリンクは、第3のリンクの第1の回転方向が第4のリンクの第2の回転方向と同じであるように結合（260'）され得る。アクチュエータのそれぞれは軸受（436）により支持され得る。第1のアクチュエータは遊星ギア段（600）を含み得る。リンク・システムは少なくとも5つのリンクを含み得る。リンク・システムは、リンク間に複数の回動継手を含み得る。第1のアクチュエータは回転型アクチュエータを含み得る。第1のアクチュエータは回転型モータ、油圧アクチュエータ又は電気モータを含み得る。第1のリンクは固定子を含み得、第2のリンクは固定子を含み得る。アクチュエータのそれぞれはブレーキを含み得る。アクチュエータ・システムはさらに、リンク・システムの自由度の1つを一定に保持するように構成及び配置されたブレーキ（603）を含み得る。アクチュエータ・システムはさらに、リンク・システムの自由度の1つに付勢するように構成及び配置されたバネ（604）を含み得る。バネはねじりバネ、直線バネ及び屈曲部からなる群から選択され得る。アクチュエータ・システムはさらに、リンク・システムの少なくとも1つのリンクの回転を弱めるように構成及び配置されたダンパー（605）を含み得る。ダンパーは直線ダンパー及び回転ダンパーからなる群から選択され得る。第1のアクチュエータ及び第2のアクチュエータはステッピング・モータ又は永久磁石モータを含み得る。第1のアクチュエータ及び第2のアクチュエータは磁気クラッチ（607）を含み得る。要素はシャフト及び航空機制御面からなる群から選択され得る。要素はウイング・スパイラー、フラップ、フラッペロン及び補助翼からなる群から選択され得る。参照構造はアクチュエータ・フレーム、アクチュエータ・ハウジング及び機体からなる群から選択され得る。

【0006】

別の態様において、アクチュエータ・システム（100'、200'）であって、参照構造（110、210）に対する第1の軸（105、203）を中心とした回転動作のために構成された制御された要素（180、280）と、要素及び参照構造に連結されたリンク・システム（170、270）と、リンク・システムの第1の自由度（122に対する123、222に対する223）に電力供給するように構成及び配置された第1のアクチュエータ（120、220）と、リンク・システムの第2の自由度（142'に対する143'、242'に対する243'）を選択的にロックするように構成及び配置された保持デバイス（140'、240'）であって、第1の自由度及び第2の自由度は独立した自由度である、保持デバイスとを含み、リンク・システムは参照構造に対する第2の軸（104、204）を中心とした回転動作のために構成された第1のリンク（123、223）を有し、第1の軸及び第2の軸は一致せず、リンク・システムは参照構造に対する

10

20

30

40

50

第3の軸(105、205)を中心とした回転動作のために構成された第2のリンク(143'、243')を有し、第1のリンクと第2のリンクは、第2の軸を中心とした第1のリンクの第1の方向(126、146、226、246)への回転が第3の軸を中心とした第2のリンクの第2の方向(126、146、226、246)への回転を生じさせるように結合(160、260)され、リンク・システムは、要素と参照構造との間の第1の回転角度(144、244)が第1のリンクと参照構造との間の第2の回転角度(125、225)から独立して駆動され得るように構成及び配置され、保持デバイスは、第1のアクチュエータが機能する時に第2の自由度をロックし、第1のアクチュエータが動作可能にロックされた時に第2の自由度をロック解除するように構成及び配置される、アクチュエータ・システムが提供される。

10

【0007】

第1の軸(105、203)及び第2の軸(104、204)はほぼ平行であり得、ほぼ一定の距離を動作可能にオフセットし得る。第1の軸(203)、第2の軸(204)及び第3の軸(205)はほぼ平行であり得、ほぼ一定の距離を動作可能にオフセットし得る。第3の軸は第2の軸(104)とほぼ一致し得る。第1のリンク及び第2のリンクは、第1のリンクの第1の回転方向(126、226)が第2のリンクの第2の回転方向(146、246)と反対であるように結合(160、260)され得る。第1のリンク及び第2のリンクは、第1のリンクの第1の回転方向(226')が第2のリンクの第2の回転方向(226')と同じであるように結合(260')され得る。アクチュエータ・システムはさらに、リンク・システムの第3の自由度(322に対する323)に電力供給するように構成及び配置された第2のアクチュエータ(320)と、リンク・システムの第4の自由度(342'に対する343')を選択的にロックするように構成及び配置された第2の保持デバイス(340')であって、第3の自由度と第4の自由度は独立した自由度である、第2の保持デバイスとを含み、リンク・システムは参照構造に対する第4の軸(304)を中心とした回転動作のために構成される第3のリンク(323)を有し、リンク・システムは参照構造に対する第5の軸(305)を中心とした回転動作のために構成される第4のリンク(343')を有し、第4の軸及び第5の軸は互いに、又は第1の軸若しくは第2の軸と一致せず、第3のリンク及び第4のリンクは、第3のリンクの第4の軸を中心とした第1の方向の回転が、第4のリンクの第5の軸を中心とした第2の方向の回転を生じさせるよう結合(360)され、第2の保持デバイスは、第2のアクチュエータが機能する時に第4の自由度をロックし、第2のアクチュエータが動作可能にロックされた時に第4の自由度をロック解除するように構成及び配置される。第1のアクチュエータは回転型アクチュエータを含み得る。第1のリンクは固定子を含み得る。要素はシャフト及び航空機制御面からなる群から選択され得る。参照構造はアクチュエータ・フレーム、アクチュエータ・ハウジング及び機体からなる群から選択され得る。

20

【0008】

別の態様において、アクチュエータ・システム(100、200)であって、参照構造(110、210)に対する第1の軸(105、203)を中心とした回転動作のために構成された制御された要素(180、280)と、複数のアクチュエータ・ユニットとを含み、複数のアクチュエータ・ユニットのそれぞれは、要素及び参照構造に連結されたリンク・システム(170、270)と、リンク・システムの第1の自由度(122に対する123、222に対する223)に電力供給するように構成及び配置された第1のアクチュエータ(120、220)と、リンク・システムの第2の自由度(142に対する143、242に対する243)に電力供給するように構成及び配置された第2のアクチュエータ(140、240)であって、第1の自由度及び第2の自由度は独立した自由度である、第2のアクチュエータとを含み、リンク・システムは参照構造に対する第2の軸(104、204)を中心とした回転動作のために構成された第1のリンク(123、223)を有し、第1の軸及び第2の軸は一致せず、リンク・システムは参照構造に対する第3の軸(105、205)を中心とした回転動作のために構成された第2のリンク(143、243)を有し、第1のリンクと第2のリンクは、第2の軸を中心とした第1のリンク

30

40

50

クの第1の方向(126、146、226、246)への回転が第3の軸を中心とした第2のリンクの第2の方向(126、146、226、246)への回転を生じさせるよう結合(160、260)され、リンク・システムは、要素と参照構造との間の第1の回転角度(144、244)が第1のリンクと参照構造との間の第2の回転角度(125、225)から独立して駆動され得るように構成及び配置され、第1のアクチュエータ又は第2のアクチュエータの一方は、第1のアクチュエータ又は第2のアクチュエータの他方が動作可能にロックされた時に第1の軸を中心とした要素の回転を駆動するように構成及び配置される、アクチュエータ・システムが提供される。

【0009】

別の態様において、アクチュエータ・システム(100、200)であって、参照構造(110、210)に対する第1の軸(105、203)を中心とした回転動作のために構成された制御された要素(180、280)と、複数のアクチュエータ・ユニットとを含み、複数のアクチュエータ・ユニットのそれぞれは、リンク・システムの第1の自由度(122に対する123、222に対する223)に電力供給するように構成及び配置された第1のアクチュエータ(120、220)と、リンク・システムの第2の自由度(142'に対する143'、242'に対する243')を選択的にロックするように構成及び配置された保持デバイス(140'、240')であって、第1の自由度及び第2の自由度は独立した自由度である、保持デバイスとを含み、リンク・システムは参照構造に対する第2の軸(104、204)を中心とした回転動作のために構成された第1のリンク(123、223)を有し、第1の軸及び第2の軸は一致せず、リンク・システムは参照構造に対する第3の軸(105、205)を中心とした回転動作のために構成された第2のリンク(143'、243')を有し、第1のリンクと第2のリンクは、第2の軸を中心とした第1のリンクの第1の方向(126、146、226、246)への回転が第3の軸を中心とした第2のリンクの第2の方向(126、146、226、246)への回転を生じさせるよう結合(160、260)され、リンク・システムは、要素と参照構造との間の第1の回転角度(144、244)が第1のリンクと参照構造との間の第2の回転角度(125、225)から独立して駆動され得るように構成及び配置され、保持デバイスは、第1のアクチュエータが機能する時に第2の自由度をロックし、第1のアクチュエータが動作可能にロックされた時に第2の自由度をロック解除するように構成及び配置される、アクチュエータ・システムが提供される。

【0010】

別の態様において、アクチュエータ・システムであって、参照構造と、第1の軸を中心とした回転のために参照構造に回転可能に結合される出力部材と、第1の部材と第2の部材とを有する第1のアクチュエータであって、第2の部材は参照構造に対して回転するように構成され、第1の部材は第2の軸を中心に参照構造に対して回転するように構成され、第1の部材は参照構造に対する第2の部材の回転から独立して参照構造に対して回転するように構成された、第1のアクチュエータと、第1の部材と第2の部材とを有する第2のアクチュエータであって、第2の部材は参照構造に対して回転するように構成され、第1の部材は第3の軸を中心に参照構造に対して回転するように構成され、第1の部材は参照構造に対する第2の部材の回転から独立して参照構造に対して回転するように構成された、第2のアクチュエータと、第1のアクチュエータの第1の部材と第2のアクチュエータの第1の部材との間で回動可能に連結される第1のリンクであって、第1のアクチュエータの第1の部材及び第2のアクチュエータの第1の部材は、第1のアクチュエータの第1の部材の第1の方向への回転が第2のアクチュエータの第1の部材の第2の方向への回転を生じるように結合される、第1のリンクと、第1のアクチュエータの第2の部材と出力部材との間に回動可能に連結される第2のリンクとを含む、アクチュエータ・システムが提供される。

【0011】

アクチュエータ・システムは第2のアクチュエータの第2の部材と出力部材との間に回動可能に連結される第3のリンクをさらに含み得る。第1の方向と第2の方向とは同じで

10

20

30

40

50

あり得る。第1の方向と第2の方向とは反対であり得る。第1の軸及び第3の軸は一致し得る。第1の部材は固定子であり得る。第2の部材は回転子であり得る。

【0012】

別の態様において、アクチュエータ・システムであって、参照構造と、第1の軸を中心とした回転のために参照構造に回転可能に結合される出力部材と、第1の部材と第2の部材とを有する第1のアクチュエータであって、第2の部材は参照構造に対して回転するよう構成され、第1の部材は第2の軸を中心に参照構造に対して回転するよう構成され、第1の部材は参照構造に対する第2の部材の回転から独立して参照構造に対して回転するよう構成された、第1のアクチュエータと、第1の部材と第2の部材とを有する保持デバイスであって、第2の部材は参照構造に対して回転するよう構成され、保持デバイスは、第2の部材に対する第1の部材の回転位置がロックされた第1の構成と、第1の部材及び第2の部材が互いに対して自由に回転する第2の位置とが交互になるよう構成される、保持デバイスと、第1のアクチュエータの第1の部材と保持デバイスの第1の部材との間で回動可能に連結される第1のリンクであって、第1のアクチュエータの第1の部材と保持デバイスの第1の部材は、第1のアクチュエータの第1の部材の第1の方向への回転が保持デバイスの第1の部材の第2の方向への回転を生じるように結合される、第1のリンクと、第1のアクチュエータの第2の部材と出力部材との間で回動可能に連結される第2のリンクとを含み、保持デバイスは第1のアクチュエータが動作可能にロックされた時、第1の構成から第2の構成に移動する、アクチュエータ・システムが提供される。

【0013】

アクチュエータ・システムはさらに、保持デバイスの第2の部材と出力部材との間に回動可能に連結される第3のリンクを含み得る。保持デバイスは磁気クラッチであり得る。第1の方向と第2の方向とは同じであり得る。第1の方向と第2の方向とは反対であり得る。第1の軸及び第3の軸は一致し得る。第1の部材は固定子であり得る。第2の部材は回転子であり得る。

【0014】

別の態様において、アクチュエータ・システムを制御する方法であって、アクチュエータ・システムを提供するステップを含み、アクチュエータ・システムは、参照構造に対する第1の軸を中心とした回転動作のために構成された制御された要素と、要素及び参照構造に連結されたリンク・システムと、リンク・システムの第1の自由度に電力供給するよう構成及び配置された第1のアクチュエータと、リンク・システムの第2の自由度に電力供給するよう構成及び配置された第2のアクチュエータであって、第1の自由度及び第2の自由度は独立した自由度である、第2のアクチュエータとを含み、リンク・システムは参照構造に対する第2の軸を中心とした回転動作のために構成された第1のリンクを有し、第1の軸及び第2の軸は一致せず、リンク・システムは参照構造に対する第3の軸を中心とした回転動作のために構成された第2のリンクを有し、第1のリンク及び第2のリンクは、第2の軸を中心とした第1のリンクの第1の方向への回転が第3の軸を中心とした第2のリンクの第2の方向への回転を生じさせるよう結合され、リンク・システムは、要素と参照構造との間の第1の回転角度が第1のリンクと参照構造との間の第2の回転角度から独立して駆動され得るよう構成及び配置され、第1のアクチュエータ又は第2のアクチュエータの一方は、第1のアクチュエータ又は第2のアクチュエータの他方が動作可能にロックされた時、第1の軸を中心とした要素の回転を駆動するよう構成及び配置され、方法はさらに、第1のアクチュエータ及び第2のアクチュエータに、制御された要素が第2の軸を中心に回転し、第1のリンクの角度位置が第1の軸の周りで一定に保持されるように同時に電力を提供するステップを含む方法が提供される。

【0015】

別の態様において、アクチュエータ・システムを制御する方法であって、アクチュエータ・システムを提供するステップを含み、アクチュエータ・システムは、参照構造に対する第1の軸を中心とした回転動作のために構成された制御された要素と、要素及び参照構造に連結されたリンク・システムと、リンク・システムの第1の自由度に電力供給するよ

10

20

30

40

50

うに構成及び配置された第1のアクチュエータと、リンク・システムの第2の自由度を選択的にロックするように構成及び配置された保持デバイスであって、第1の自由度及び第2の自由度は独立した自由度である、保持デバイスとを含み、リンク・システムは参照構造に対する第2の軸を中心とした回転動作のために構成された第1のリンクを有し、第1の軸及び第2の軸は一致せず、リンク・システムは参照構造に対する第3の軸を中心とした回転動作のために構成された第2のリンクを有し、第1のリンク及び第2のリンクは、第2の軸を中心とした第1のリンクの第1の方向への回転が第3の軸を中心とした第2のリンクの第2の方向への回転を生じさせるように結合され、リンク・システムは、要素と参照構造との間の第1の回転角度が第1のリンクと参照構造との間の第2の回転角度から独立して駆動され得るように構成及び配置され、保持デバイスは、第1のアクチュエータが機能する時に第2の自由度をロックし、第1のアクチュエータが動作可能にロックされた時に第2の自由度をロック解除するように構成及び配置され、方法はさらに、第1のアクチュエータ及び保持デバイスに、保持デバイスのリンクがリンク・システムの第2の自由度をロックし、第1のアクチュエータが制御された要素に望ましいトルクを付与するよう同時に電力を提供するステップを含む方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】第1のアクチュエータ・システムの等角図である。

【図2】第1のアクチュエータ・システムの他の実施例の等角図である。

【図3】第2のアクチュエータ・システムの斜視図である。

【図4】第2のアクチュエータ・システムの他の実施例の斜視図である。

【図5】第3のアクチュエータ・システムの斜視図である。

【図6】第3のアクチュエータ・システムの他の実施例の図である。

【図7】第2のアクチュエータ・システムの他の実施例の図である。

【図8】第4のアクチュエータ・システムの前面斜視図である。

【図9】第4のアクチュエータ・システムの後部斜視図である。

【図10】第4のアクチュエータ・システムの正面図である。

【図11】第4のアクチュエータ・システムの側面図である。

【図12】図11の12-12線に沿った断面図である。

【図13】第4のアクチュエータ・システムの後面図である。

【図14】第4のアクチュエータ・システムの一部分解した前面斜視図である。

【図15】第4のアクチュエータ・システムの一部分解した後面斜視図である。

【図16】明確性のため参照構造が省かれた第4のアクチュエータ・システムの前面斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

最初に、いくつかの図面を通して一貫して、同様の参照番号が同じ構造要素、部分又は表面を示すことが意図されることが明確に理解されるべきである。その理由はそのような要素、部分又は表面が明細書全体によりさらに記載又は説明され得、この詳細な記載は不可欠な部分であるからである。別段の指示がない限り、図面は明細書と共に読まれる（例えば平行線模様、部品の配置、比率、破片等）ことが意図され、及び本発明の明細書全体の一部と見なされる。以下の説明で使用される、用語「平行」、「垂直」、「左」、「右」、「上」、「下」及びそれらの形容詞及び副詞の派生語（例えば「平行に」、「右方向に」、「上方に」等）は、単に特定の図面を読み手が見た時の図示された構造の方向に言及する。同様に、用語「内側に」及び「外側に」は一般に、延長又は回転の軸に対する表面の方向に適宣言及する。

【0018】

図面を参照し、最初に図1を参照すると、本発明は改良されたアクチュエータ・システムを提供し、第1の実施例は全体として100で示される。参照構造110は剛性の材料を含み得る。参照構造110は第1の部分110A及び第2の部分110Bを有し、それ

10

20

30

40

50

らは互いに第3の部分110Cを通して堅く連結される。第1の部分110Aは、シャフト121及びシャフト141にそれぞれ連結される2つの結合部112及び113を保持する。結合部112は軸104を中心とした参照構造110に対する回転のため、回転係合するシャフト121を保持する。同様に、結合部113は軸105を中心とした参照構造110に対する回転のため、回転係合するシャフト141を保持する。軸104と105は全体として互いに平行であり、固定された距離だけ離間する。

【0019】

第1の回転型アクチュエータ120は、軸104を中心とする互いの相対的な回転動作のために構成及び配置された第1の部材123及び第2の部材122を有する。回転型アクチュエータ120は電気モータであるが、例えばこれに限らないが、油圧アクチュエータ、空気圧式アクチュエータ等の他のアクチュエータの種類、又は他の同様のアクチュエータも使用され得る。第1の部材123は固定子と呼ばれ得、第2の部材122は回転子と呼ばれ得るが、固定子123も回転子122も参照構造110に対して固定されていないことに留意すべきである。10

【0020】

回転子122はシャフト121に堅く結合される。固定子123は個別に参照構造110に堅く取り付けられていない。より具体的に言うと、固定子123は、参照構造110に対する回転子122の回転から独立して軸104を中心に参照構造110に対して回転できる。別の言い方をすると、第1の回転アクチュエータ120は参照構造110に対して2つの自由度を有する。第1の自由度は参照構造110に対する回転子122の回転角度124として規定され得る。第2の自由度は参照構造110に対する固定子123の回転角度125として規定され得る。20

【0021】

第2の回転型アクチュエータ部材140は、軸105を中心とする互いの相対的な回転動作のために構成及び配置された第1の部材143及び第2の部材142を有する。回転型アクチュエータ140は電気モータであるが、例えばこれに限らないが、油圧アクチュエータ、空気圧式アクチュエータ等の他のアクチュエータの種類、又は他の同様のアクチュエータも使用され得る。第1の部材143は固定子と呼ばれ得、第2の部材142は回転子と呼ばれ得る。しかし、固定子143も回転子142も参照構造110に対して固定されていないことに留意すべきである。30

【0022】

回転子142はシャフト141に堅く結合される。固定子143は個別に参照構造110に堅く取り付けられていない。より具体的に言うと、固定子143は、参照構造110に対する回転子142の回転から独立して軸105を中心に参照構造110に対して回転できる。別の言い方をすると、第2のアクチュエータ140は参照構造110に対して2つの自由度を有する。第1の自由度は参照構造110に対する回転子142の回転角度144として規定され得る。第2の自由度は参照構造110に対する固定子123の回転角度145として規定され得る。

【0023】

出力部材180は回転子142に堅く結合される。よって、出力部材は軸105を中心に参照構造110に対して回転子142と共に回転する。参照構造110の第2の部分110Bは、参照構造110に回転係合する出力部材180及び回転子122を保持するのにさらなるサポートをそれぞれ提供する結合部115及び116を有する。出力部材180は例えば航空機制御面等の駆動される物体に結合され得る。40

【0024】

固定子123及び固定子143は結合部160を通して回転して共に結合される。結合部160は固定子123を、参照構造110に対して、参照構造110に対する固定子143の回転の反対の角度だけ回転させる。より具体的には、結合部160は角度145と同一及び反対の変化を生じさせるため角度125に何らかの変化を生じさせる。言い換えると、回転型アクチュエータ120と参照構造110との間の自由度は結合部160によ50

つて回転型アクチュエータ140と参照構造110との間の1つの自由度と共にされる。結合部160は固定子123に回動可能に連結され、且つ固定子143に回動可能に連結されたリンクである。駆動アーム部分123aが固定子123に配置され、駆動アーム部分143aが固定子143に配置される。リンク160aが駆動アーム部分123aと143aとの間に回動可能に連結される。しかし、結合部160は歯車結合、ベルト結合、又は他の同様の結合であってもよい。

【0025】

回転子122及び回転子142はまた結合部190を通して共に結合される。結合部190は回転子122を、回転子142が参照構造110に対してどのように回転するかに等しい角度方向だけ参照構造110に対して回転させる。より具体的には、結合部190は角度144の変化に等しい角度124の何らかの変化を生じさせる。言い換えると、回転型アクチュエータ120と参照構造110との間の自由度は、結合部190によって回転型アクチュエータ140と参照構造110との間の1つの自由度と共にされる。図1に示されるように、結合部190は部材122の駆動アーム部分122Aに回動可能に連結され、且つ部材142の駆動アーム部分142Aに回動可能に連結されたリンク190aであるが、結合部190は歯車結合、ベルト結合、又は他の同様の結合であってもよい。

【0026】

結合部160は固定子123と固定子143とを参照構造110に対して反対の方向に回転させる一方、結合部190は回転子122と回転子142とを参照構造110に対して同じ方向に回転させる。

【0027】

リンク機構170は参照構造110と出力部材180との間の堅いリンクと継手の組である。より具体的には、リンク機構170は結合部160及び190、並びに部材121、122、123、141、142及び143を含む。リンク機構170は参照構造110に対し2つの自由度を有する。言い換えると、参照構造110に対するリンク機構170の状態は2つの独立した変数により記載され得る。例えば、角度144(回転子142の参照構造110に対する角度を表す)及び角度124(シャフト121の参照構造110に対する角度を表す)を知ることはリンク機構170の状態を具体的に規定する。その理由はリンク機構170内のどの部材(リンク)も角度144又は124を調節せずに移動できないためである。この観点から考えると、角度124及び角度144はリンク機構170の独立する2つの自由度を表す。代替として、リンク機構170の2つの自由度は角度125及び角度144として規定され得る。リンク機構170のどの部材も、角度125又は角度144を変化させずにリンク機構170に対して移動できない。

【0028】

回転型アクチュエータ100は一般に、第1のアクチュエータ120及び第2のアクチュエータ140と共に同時に電力供給して出力部材180を参照構造110に対して望ましい方法で移動させることにより操作される。例えば、ユーザが出力部材180を参照構造110に対して時計回りに回転させたい場合、言い換えると、角度144が減少する場合、アクチュエータ120及びアクチュエータ140が同時に作動し、アクチュエータ120はアクチュエータ140と同じ且つ反対の大きさのトルクを提供するであろう。より具体的には、アクチュエータ120が作動され、回転子122に、固定子123に対する時計回りの回転を促すトルクを付与する。同時に、アクチュエータ140が作動され、回転子142に、固定子143に対する時計回りの回転を促すトルクを付与する。この状況の下で、アクチュエータ120及びアクチュエータ140からのトルクに対抗することは、結合部160を通して互いに逆らって作用することになる。アクチュエータ120が回転子122へ時計回りにトルクを付与すると、同じ且つ反対のトルクが結合部160に付与され、結合部160に反時計回りの回転を促す。アクチュエータ120により結合部160に付与されるトルクは結合部160への右下方向の力として現れる。アクチュエータ140が回転子142に時計回りのトルクを付与すると、同じ且つ反対のトルクが結合部

10

20

30

40

50

160に付与される。アクチュエータ140により結合部160に付与されるトルクは、アクチュエータ140により結合部160に付与される左上方向の力として現れる。アクチュエータ120により結合部160に付与される力は一般に、アクチュエータ140より結合部160に付与される力と、同じ且つ反対である。これは一般に固定子123及び143を固定されたままにし、回転子122及び142を時計回りに回転させることになる。結合部190は参照構造110に対する回転子122及び142の回転角度124、144を等しいままにする。

【0029】

出力部材180を参照構造110に対し反時計回りに回転させるため、回転型アクチュエータ120及び140は、出力部材180を時計回りに回転させる時に比べて反対の方向に作動される。10

【0030】

アクチュエータ100は、アクチュエータ120又はアクチュエータ140が動かなくなつた（例えば電気機械の故障、又は油圧弁のロック等）時、出力部材180が故障していないアクチュエータにより望ましい回転方向に作動され続けるであろうという有利な特徴を有する。これは動かなくなつたアクチュエータが結合部160を通して他方のアクチュエータに対抗するトルクをなお提供できるためである。例えば、アクチュエータ120が回転子122に対して固定子123の回転を不注意でロックした時、参照構造110に対して時計回りに（角度144を減少させて）出力部材180を回転させたいと望んでいるユーザを考える。固定子123は回転子122に回転がロックされているため、回転子122と参照構造110との間の角度124のいかなる変化も固定子123と参照構造110との間の角度125のすべての変化と必ず同一になる。固定子123と回転子122は参照構造110に対し、ユニットとしてなお共に回転し得ることに留意されたい。アクチュエータ140が回転子142に時計回りのトルクを付与すると、固定子143への同じ且つ反対のトルクが、結合部160への左上方向の力として結合部160を通して分配される。この結合部160への左上方向の力は、回転子122への時計回りのトルクとして動かなくなつたアクチュエータを通して伝送される、固定子123に付与される時計回りのトルクとなる。結合部190は回転子122及び142の回転を同一にし、一方出力部材180は故障を通して所望の通り時計回りに回転する。20

【0031】

2重直列モードで作動するため、アクチュエータ120、140のそれぞれには内部又は外部であり得るブレーキ機構及びコントローラが設けられる。これらのブレーキは、アクチュエータの1つがオープン状態で故障した（例えばアクチュエータが電力を失い固定子及び回転子を互いに対して自由に回転可能とする）場合に、アクチュエータ・システム100に動作の継続を可能とする。このブレーキは、アクチュエータの固定子と回転子との間の互いに対する回転をロックするために各アクチュエータ内に構成される。ブレーキは制動するのに電力を必要としないフェイルセーフのブレーキであり得る。この2重直列構成において、アクチュエータ120、140の1つがオープン状態で故障した場合に、その故障したアクチュエータのブレーキが係合される。これは残りのアクチュエータ120、140になお出力部材180を作動させることを可能にする。しかし、そのような故障の間、出力部材180が作動するアクチュエータに対して回転する速度は、出力部材180が両方のアクチュエータが作動する時に回転する速度の半分になる。40

【0032】

図2を参照すると、他の実施例100'が示され、アクチュエータ120は、これに制限されないが、ブレーキ、磁気クラッチ、環状モータ等を含む保持デバイス140'と対になる。通常の動作では、保持デバイス140'は部材143'と部材142'との間の回転位置をロックする。アクチュエータ120が故障すると、保持デバイス140'は部材143'と部材142'との間のロックを解放し、それはアクチュエータ120が出力部材180に有する効果を効果的に解放する。これは出力部材180が別のアクチュエータ（図示せず）により駆動されることを可能とする。この配置は1つのアクチュエータ150

20と1つの保持デバイス140'を含むため単一の構成であり、アクチュエータ120が故障すると、ユニットは以下により詳細に記載するようにネットワークから脱落する。さらに他の単一の構成において、2つのアクチュエータがどちらのアクチュエータにもブレーキを有さずに提供され得、一方のアクチュエータが回転子及び固定子の位置を保持するためのみに構成され、他方のアクチュエータがリンク機構170を通して出力部材180を駆動するのに使用される。

【0033】

図3において、第2のアクチュエータ・システムは全体として200で示される。参照構造210は剛性の材料を含む。参照構造210は、固定される第1の部分210A及び第2の部分210Bを有する。第1の部分210Aは、シャフト221及びシャフト241にそれぞれ連結される2つの結合部221、213を保持する。結合部212は軸204を中心とした参照構造210に対する回転のため、回転係合するシャフト221を保持する。同様に、結合部213は軸205を中心とした参照構造210に対する回転のため、回転係合するシャフト241を保持する。軸204と軸205とは全体として互いに平行であり、固定された距離だけ離間する。

【0034】

第1の回転型アクチュエータ220は、軸204を中心とする互いの相対的な回転動作のために構成及び配置された第1の部材223及び第2の部材222を有する。回転型アクチュエータ220は電気モータであるが、例えはこれに限らないが、油圧アクチュエータ、空気圧式アクチュエータ等の他のアクチュエータの種類、又は他の同様のアクチュエータも使用され得る。第1の部材223は固定子と呼ばれ得、第2の部材222は回転子と呼ばれ得るが、固定子223も回転子222も参照構造210に対して固定されていないことに留意すべきである。

【0035】

回転子222はシャフト221に堅く結合される。固定子223は個別に参照構造210に堅く取り付けられていない。より具体的に言うと、固定子223は、参照構造210に対する回転子222の回転から独立して軸204を中心に参照構造210に対して回転できる。別の言い方をすると、第1の回転アクチュエータ220は参照構造210に対して2つの自由度を有する。第1の自由度は参照構造210に対する回転子122の回転角度224として規定され得る。第2の自由度は参照構造210に対する固定子223の回転角度225として規定され得る。

【0036】

第2の回転型アクチュエータ部材240は、軸205を中心とする互いの相対的な回転動作のために構成及び配置された第1の部材243及び第2の部材242を有する。回転型アクチュエータ240は電気モータであるが、例えはこれに限らないが、油圧アクチュエータ、空気圧式アクチュエータ等の他のアクチュエータの種類、又は他の同様のアクチュエータも使用され得る。第1の部材243は固定子と呼ばれ得、第2の部材242は回転子と呼ばれ得る。しかし、固定子243も回転子242も参照構造210に対して固定されていないことに留意すべきである。

【0037】

回転子242はシャフト241に堅く結合される。固定子243は個別に参照構造210に堅く取り付けられていない。より具体的に言うと、固定子243は、参照構造210に対する回転子242の回転から独立して軸205を中心に参照構造210に対して回転できる。別の言い方をすると、第2のアクチュエータ240は参照構造210に対して2つの自由度を有する。第1の自由度は参照構造210に対する回転子242の回転角度244として規定され得る。第2の自由度は参照構造210に対する固定子223の回転角度245として規定され得る。

【0038】

出力部材280は回転子242、222に結合される。よって、出力部材280は参照構造210に対して回転子222、242と共に回転する。参照構造210の第2の部分

10

20

30

40

50

210Bは、参照構造210に回転係合する回転子222、242を保持するのにさらなるサポートをそれぞれ提供する結合部215及び216を有する。結合部214、219は、参照構造210に対する回転のため、回転係合する出力部材280を保持する。出力部材280は例えば航空機制御面等の駆動される物体に結合され得る。

【0039】

固定子223及び固定子243は結合部260を通して回転して共に結合される。結合部260は固定子223を、参照構造210に対して、参照構造210に対する固定子243の回転の反対の角度だけ回転させる。より具体的には、結合部260は角度245と同一及び反対の変化を生じさせるため角度225に何らかの変化を生じさせる。言い換えると、回転型アクチュエータ220と参照構造210との間の自由度は結合部260によって回転型アクチュエータ240と参照構造210との間の1つの自由度と共にされる。結合部260は固定子223の駆動アーム部分223aに回動可能に連結され、且つ固定子243の駆動アーム部分243aに回動可能に連結されたリンク260aである。しかし、結合部260は歯車結合、ベルト結合、又は他の同様の結合であってもよい。

10

【0040】

回転子222及び回転子242の両方は結合部270を通して共に出力部材280に結合される。結合部270は、回転子222、242が参照構造210に対して回転するのと同じ方向に出力部材280が回転するように、回転子222及び242の両方の回転を出力部材280に伝送させる。より具体的には、結合部270は回転子222、242の回転を出力部材280で合計させる。結合部270は1対のリンク270aと270bを含む。リンク270aは部材222の駆動アーム部分222aと出力部材280の駆動アーム部分280aとの間に回動可能に連結される。リンク270bは部材242の駆動アーム部分242aと出力部材280の駆動アーム部分280bとの間に回動可能に連結される。しかし、結合部270は歯車結合、ベルト結合、又は他の同様の結合であってもよい。

20

【0041】

結合部260は固定子223と固定子243とを参照構造210に対して反対の方向に回転させる一方、結合部270は回転子122と回転子142とを参照構造210に対して同じ方向に回転させる。

30

【0042】

リンク機構290は参照構造210と出力部材280との間の堅いリンクと継手の組である。より具体的には、リンク機構290は結合部260及び270、並びに部材221、222、223、241、242及び243を含む。リンク機構290は参照構造210に対し2つの自由度を有する。言い換えると、参照構造210に対するリンク機構290の状態は2つの独立した変数により記載され得る。例えば、角度244(回転子242の参照構造210に対する角度を表す)及び角度224(シャフト221の参照構造210に対する角度を表す)を知ることはリンク機構290の状態を具体的に規定する。その理由はリンク機構290内のどの部材(リンク)も角度244又は224を調節せずに移動できないためである。この観点から考えると、角度224及び角度244はリンク機構290の独立する2つの自由度を表す。代替として、リンク機構290の2つの自由度は角度225及び角度244として規定され得る。リンク機構290のどの部材も、角度225又は角度244を変化させずにリンク機構210に対して移動できない。

40

【0043】

回転型アクチュエータ200は一般に、第1のアクチュエータ220及び第2のアクチュエータ240と共に同時に電力供給して出力部材280を参照構造210に対して望ましい方法で移動させることにより操作される。例えば、ユーザが出力部材280を参照構造210に対して時計回りに回転させたい場合(図2の装置方向に示されるように)、アクチュエータ220及びアクチュエータ240が同時に作動し、アクチュエータ220はアクチュエータ240と同じ且つ反対の大きさのトルクを提供するであろう。より具体的には、アクチュエータ220が作動され、回転子222に、固定子223に対する時計回

50

りの回転を促すトルクを付与する。同時に、アクチュエータ 240 が作動され、回転子 242 に、固定子 243 に対する時計回りの回転を促すトルクを付与する。この状況の下で、アクチュエータ 220 及びアクチュエータ 240 からのトルクに対抗することは、結合部 260 を通して互いに逆らって作用することになる。より具体的には、アクチュエータ 220 が回転子 222 へ時計回りにトルクを付与すると、同じ且つ反対のトルクが結合部 260 に付与され、結合部 260 に反時計回りの回転を促す。アクチュエータ 220 により結合部 260 に付与されるトルクは結合部 260 への右下方向の力として現れる。アクチュエータ 240 が回転子 242 に時計回りのトルクを付与すると、同じ且つ反対のトルクが結合部 260 に付与される。アクチュエータ 240 により結合部 260 に付与されるトルクは、アクチュエータ 240 により結合部 260 に付与される左上方向の力として現れる。アクチュエータ 220 により結合部 260 に付与される力は一般に、アクチュエータ 240 により結合部 260 に付与される力と、同じ且つ反対である。これは一般に固定子 223 及び 243 を固定されたままにし、回転子 222 及び 242 を時計回りに回転させることになる。結合部 270 は参照構造 210 に対する回転子 222 及び 242 の回転角度 224、244 を等しいままにする。

【 0044】

出力部材 280 を参照構造 210 に対し反時計回りに回転させるため、回転型アクチュエータ 220 及び 240 は、出力部材 280 を時計回りに回転させる時に比べて反対の方向に作動される。

【 0045】

2重直列モードで作動するため、アクチュエータ 220、240 のそれぞれには内部又は外部であり得るブレーキ及びコントローラが設けられる。アクチュエータ 220、240 の1つが電力を失うと故障したユニットのブレーキが適用され、残りのアクチュエータ 220、240 が通常の速度の半分で出力部材を移動させる。アクチュエータ 200 は、アクチュエータ 220 又はアクチュエータ 240 が動かなくなった（例えば電気機械の故障、又は油圧弁のロック等）時、出力部材 280 が故障していないアクチュエータにより望ましい回転方向に作動され続けるであろうという有利な特徴を有する。これは動かなくなったアクチュエータが結合部 260 を通して他方のアクチュエータに対抗するトルクをなお提供できるためである。例えば、アクチュエータ 220 が回転子 222 に対して固定子 223 の回転を不注意でロックした時、参照構造 210 に対して時計回りに出力部材 280 を回転させたいと望んでいるユーザを考える。固定子 223 は回転子 222 に回転がロックされているため、回転子 222 と参照構造 210 との間のいかなる角度 224 の変化も固定子 223 と参照構造 210 との間の角度 225 のあらゆる変化と必ず同一になる。固定子 223 と回転子 222 は参照構造 210 に対し、ユニットとしてなお共に回転し得ることに留意されたい。アクチュエータ 240 が回転子 242 に時計回りのトルクを付与すると、固定子 243 への同じ且つ反対のトルクが、結合部 260 への左上方向の力として結合部 260 を通して分配される。この結合部 260 への左上方向の力は、回転子 222 への時計回りのトルクとして動かなくなったアクチュエータを通して伝送される、固定子 223 に付与される時計回りのトルクとなる。結合部 270 は回転子 222 及び 242 の回転を同一にし、一方出力部材 280 は故障を通して所望の通り時計回りに回転する。

【 0046】

図 4 を参照すると、アクチュエータ 220 は、これに制限されないが、ブレーキ、磁気クラッチ、環状モータ等を含む保持デバイス 240' と対になる。通常の動作では、保持デバイス 240' は部材 243' 及び回転子 242' を互いにに対してロックする。アクチュエータ 220 が故障又は電力を失うと、保持デバイス 240' は固定子 242' 及びアクチュエータ 220 を解放し、保持デバイス 240' はバイパスモードに入り、ネットワークの他のアクチュエータの電力の下で自由に回転する。さらに別の単一の構成において、図 3 のアクチュエータ 220 及び 240 はブレーキを有さずに提供され得る。

【 0047】

10

20

30

40

50

図5を参照すると、2重直列アクチュエータ220及び240を有するシステムは2重直列アクチュエータ320及び340と対になり、全体として300で示される第3のアクチュエータ・システムを形成する。参照構造310は剛性の材料を含む。参照構造310は、固定される第1の部分310A及び第2の部分310Bを有する。第1の部分310Aは、シャフト321及びシャフト341にそれぞれ連結される2つの結合部312及び313を保持する。結合部312は軸304を中心とした参照構造310に対する回転のため、回転係合するシャフト321を保持する。同様に、結合部313は軸305を中心とした参照構造310に対する回転のため、回転係合するシャフト341を保持する。軸304と305とは全体として互いに平行であり、固定された距離だけ離間する。

【0048】

10

第1の回転型アクチュエータ320は、軸304を中心とする互いの相対的な回転動作のために構成及び配置された第1の部材323及び第2の部材322を有する。回転型アクチュエータ320は電気モータであるが、例えばこれに限らないが、油圧アクチュエータ、空気圧式アクチュエータ等の他のアクチュエータの種類、又は他の同様のアクチュエータも使用され得る。第1の部材323は固定子と呼ばれ得、第2の部材322は回転子と呼ばれ得るが、固定子323も回転子322も参照構造310に対して固定されていないことに留意すべきである。

【0049】

回転子322はシャフト321に堅く結合される。固定子323は個別に参照構造310に堅く取り付けられていない。より具体的に言うと、固定子323は、参照構造310に対する回転子322の回転から独立して軸304を中心に参照構造310に対して回転できる。別の言い方をすると、第1の回転アクチュエータ320は参照構造310に対して2つの自由度を有する。第1の自由度は参照構造310に対する回転子322の回転角度324として規定され得る。第2の自由度は参照構造310に対する固定子323の回転角度325として規定され得る。

20

【0050】

第2の回転型アクチュエータ部材340は、軸305を中心とする互いの相対的な回転動作のために構成及び配置された第1の部材343及び第2の部材342を有する。回転型アクチュエータ340は電気モータであるが、例えばこれに限らないが、油圧アクチュエータ、空気圧式アクチュエータ等の他のアクチュエータの種類、又は他の同様のアクチュエータも使用され得る。第1の部材343は固定子と呼ばれ得、第2の部材342は回転子と呼ばれ得る。しかし、固定子343も回転子342も参照構造310に対して固定されていないことに留意すべきである。

30

【0051】

回転子342はシャフト341に堅く結合される。固定子343は個別に参照構造310に堅く取り付けられていない。より具体的に言うと、固定子343は、参照構造310に対する回転子342の回転から独立して軸305を中心に参照構造310に対して回転できる。別の言い方をすると、第2のアクチュエータ340は参照構造310に対して2つの自由度を有する。第1の自由度は参照構造310に対する回転子342の回転角度344として規定され得る。第2の自由度は参照構造310に対する固定子323の回転角度345として規定され得る。

40

【0052】

出力部材280は回転子322、342に結合される。よって、出力部材280は参照構造310に対して回転子322、342と共に回転する。参照構造310の第2の部分310Bは、参照構造310に回転係合する回転子322、342を保持するのにさらなるサポートをそれぞれ提供する結合部315及び316を有する。出力部材280は例えば航空機制御面等の駆動される物体に結合され得る。

【0053】

固定子323及び固定子343は結合部360を通して回転して共に結合される。結合部360は固定子323を、参照構造310に対して、参照構造310に対する固定子3

50

43の回転の反対の角度だけ回転させる。より具体的には、結合部360は角度345と同一及び反対の変化を生じさせるため角度325に何らかの変化を生じさせる。言い換えると、回転型アクチュエータ320と参照構造310との間の自由度は結合部360によって回転型アクチュエータ340と参照構造310との間の1つの自由度と共にされる。結合部360は固定子323の駆動アーム部分323aと回転可能に連結され、且つ固定子343の駆動アーム部分343aに回転可能に連結されたリンク360aである。しかし、結合部360は歯車結合、ベルト結合、又は他の同様の結合であってもよい。

【0054】

回転子322及び回転子342の両方は結合部370を通して出力部材280に結合される。結合部370は、回転子322、342が参照構造310に対して回転するのと同じ方向に出力部材280が回転するように、回転子322及び342の両方の回転を出力部材280に伝送させる。より具体的には、結合部370は回転子322、342の回転を出力部材280で合計させる。結合部370は1対のリンク370aと370bを含む。リンク370aは部材322の駆動アーム部分322aと出力部材280の駆動アーム部分280Aとの間に回転可能に連結される。リンク370bは部材342の駆動アーム部分342aと出力部材280の駆動アーム部分280bとの間に回転可能に連結される。しかし、結合部370は歯車結合、ベルト結合、又は他の同様の結合であってもよい。

10

【0055】

結合部360は固定子323と固定子343とを参照構造310に対して反対の方向に回転させる一方、結合部370は回転子322と回転子342とを参照構造310に対して同じ方向に回転させる。

20

【0056】

リンク機構390は参照構造310と出力部材280との間の堅いリンクと継手の組である。より具体的には、リンク機構390は結合部360及び370、並びに部材321、322、323、341、342及び343を含む。リンク機構390は参照機構310に対し2つの自由度を有する。言い換えると、参照構造310に対するリンク機構390の状態は2つの独立した変数により記載され得る。例えば、角度344(回転子342の参照構造310に対する角度を表す)及び角度324(シャフト321の参照構造310に対する角度を表す)を知ることはリンク機構390の状態を具体的に規定する。その理由はリンク機構390内のどの部材(リンク)も角度344又は324を調節せずに移動できないためである。この観点から考えると、角度324と角度344はリンク機構390の独立する2つの自由度を表す。代替として、リンク機構390の2つの自由度は角度325と角度344として規定され得る。リンク機構390のどの部材も、角度325又は角度344を変化させずにリンク機構310に対して移動できない。

30

【0057】

回転型アクチュエータ300は一般に、第1のアクチュエータ320及び第2のアクチュエータ340と共に同時に電力供給して出力部材280を参照構造310に対して望ましい方法で移動されることにより操作される。例えば、ユーザが出力部材280を参照構造310に対して時計回りに回転させたい場合(図5の装置方向に示すように)、アクチュエータ320とアクチュエータ340が同時に作動し、アクチュエータ320はアクチュエータ340と同じ且つ反対の大きさのトルクを提供するであろう。より具体的には、アクチュエータ320が作動され、回転子322に、固定子323に対する時計回りの回転を促すトルクを付与する。同時に、アクチュエータ340が作動され、回転子342に、固定子343に対する時計回りの回転を促すトルクを付与する。この状況の下で、アクチュエータ320及びアクチュエータ340からのトルクに対抗することは、結合部360を通して互いに逆らって作用することになる。より具体的には、アクチュエータ320が回転子322へ時計回りにトルクを付与すると、同じ且つ反対のトルクが結合部360に付与され、結合部360に反時計回りの回転を促す。アクチュエータ320により結合部360に付与されるトルクは結合部360への右下方向の力として現れる。アクチュエータ340が回転子342に時計回りのトルクを付与すると、同じ且つ反対のトルクが結

40

50

合部 360 に付与される。アクチュエータ 340 により結合部 360 に付与されるトルクは、アクチュエータ 340 により結合部 360 に付与される左上方向の力として現れる。アクチュエータ 320 により結合部 360 に付与される力は一般に、アクチュエータ 340 により結合部 360 に付与される力と、同じ且つ反対である。これは一般に固定子 323 及び 343 を固定されたままにし、回転子 322 及び 342 を時計回りに回転させることになる。結合部 370 は参照構造 310 に対する回転子 322 及び 342 の回転角度 324、344 を等しいままにする。

【 0058 】

出力部材 280 を参照構造 310 に対し反時計回りに回転させるため、回転型アクチュエータ 320 及び 340 は、出力部材 280 を時計回りに回転させる時に比べて反対の方向に作動される。

10

【 0059 】

2重直列モードで作動するため、アクチュエータ 220、240、320、340 のそれぞれには内部又は外部であり得るブレーキ及びコントローラが設けられる。アクチュエータ 220、240、320、340 の1つ又は複数が電力を失うと、残りのアクチュエータ 220、240、320、340 の1つが出力部材 280 を移動させ得る。第3のアクチュエータ・システム 300 はまた、アクチュエータ 220、240、320、340 の何れかが動かなくなった（例えば電気機械の故障、又は油圧弁のロック等）時、出力部材 280 が故障していないアクチュエータの少なくとも1つにより望ましい回転方向に作動され続けるであろうという有利な特徴を有する。これは、アクチュエータ 220 又は 240 が故障した場合、動かなくなったアクチュエータが結合部 260 を通して他方のアクチュエータに対抗するトルクをなお提供できるためである。例えば、アクチュエータ 220 が回転子 222 に対して固定子 223 の回転を不注意でロックした時、参照構造 210 に対して時計回りに出力部材 280 を回転させたいと望んでいるユーザを考える。固定子 223 は回転子 222 に回転がロックされているため、回転子 222 と参照構造 210 との間のいかなる角度 224 の変化も固定子 223 と参照構造 210 との間の角度 225 のあらゆる変化と必ず同一になる。固定子 223 及び回転子 222 は参照構造 210 に対し、ユニットとしてなお共に回転し得ることに留意されたい。アクチュエータ 240 が回転子 242 に時計回りのトルクを付与すると、固定子 243 への同じ且つ反対のトルクが、結合部 260 への左上方向の力として結合部 260 を通して分配される。この結合部 260 への左上方向の力は、回転子 222 への時計回りのトルクとして動かなくなったアクチュエータを通して伝送される、固定子 223 に付与される時計回りのトルクとなる。結合部 270 は回転子 222 及び 242 の回転を同一にし、一方出力部材 280 は故障を通して所望の通り時計回りに回転する。また、回転子 320、340 は出力部材 280 を時計回りに回転させ続ける。

20

【 0060 】

図 6 を参照すると、アクチュエータ 220、320 のそれぞれは、図 2 及び図 4 に関連して上記に記載される单一のユニット操作のために保持デバイス 240' 及び 340' と対になる。

30

【 0061 】

図 7において、結合部 260' は回動点 290、292 において固定子 243 の駆動アーム部分 243a と固定子 223 の駆動アーム部分 223a との間を回動可能に連結するリンク 260a' を含む。結合部 260 の配置と対照的に、リンク 260a' は軸 204 及び 205 の中心の間の線 261' と交差しない。結合部 270' は、回動点 294、295 において駆動アーム部分 242a と出力部材 280 の駆動部分 280a との間で回動可能に連結されたリンク 270a'、及び回動点 296、297 において駆動アーム部分 222a と出力部材 280 の駆動部分 280b との間で回動可能に連結されたリンク 270b' を含む。リンク 270b' は軸 205 の反対側へと横切る。

40

【 0062 】

図 8 から図 11 を全体に参照し、まず図 8 を参照すると、第 4 のアクチュエータ・シス

50

テム 4 0 0 は 6 つのアクチュエータ 4 0 3、4 0 6、4 0 9、4 1 2、4 1 5（図 9）及び 4 1 8（図 9）を含む。アクチュエータはモーメントを打ち消して配置され、以下に詳細に記載するように、すべて共通の出力部材 4 2 1（図 1 2）に機械的に結合される。アクチュエータは 2 重直列であり得る対又は単一の対に配置され得る。単一の対のユニットの場合、各対のアクチュエータの 1 つは上述のように保持デバイスと置換される。保持デバイスと対になったアクチュエータが電力を失った又は故障の場合、ユニットはネットワークから脱落し自由に回転する。2 重直列ユニットの場合、各アクチュエータには内部又は外部であり得るブレーキ及びコントローラが設けられ、その結果、対の一方のアクチュエータの電力喪失により、対の他方のアクチュエータが直列ユニットと共に動かすことになる。

10

【 0 0 6 3 】

出力部材 4 2 1 はシャフト 4 2 4 と係合するように構成される。図示のように、シャフト 4 2 4 はスプリンのシャフトであるが、本開示に基づき、当業者には出力部材 4 2 1 からの回転を伝送する他の機械的手段も使用され得ることが明らかであろう。参照構造 4 2 7 と参照構造 4 3 0 は剛性の部材である。リンク 4 3 3 が参照構造 4 2 7、4 3 0 に固定して取り付けられる。参照構造 4 3 0 は軸受 4 3 1 を含む。

【 0 0 6 4 】

図 8 の下部から始め、反時計回りに説明すると、モーメント打消アーム 4 7 8 が第 1 のアクチュエータ 4 0 3 の固定子 4 3 9 に連結される。モーメント打消アーム 4 7 8 は軸 4 8 1 を中心として固定子 4 3 9 と共に回転する。リンク 4 8 4 は一方の端部でアーム 4 7 8 に回動可能に取り付けられ、アクチュエータ 4 0 3 と対をなすアクチュエータ 4 0 6 の固定子 4 4 2 に取り付けられたモーメント打消アーム 4 8 7 に回動可能に取り付けられる。反時計回りに継続して、モーメント打消アーム 4 9 3 はアクチュエータ 4 0 9 の固定子 4 4 5 に連結される。アーム 4 9 3 を隣接するアーム 4 9 6 に連結するリンクは明確にするため省かれている。モーメント打消アーム 4 9 6 はアクチュエータ 4 1 2 の固定子 4 4 8 に連結される。モーメント打消アーム 4 9 9 はアクチュエータ 4 1 5 の固定子 4 5 1 に連結される。リンク 5 0 2 は一方の端部でアーム 4 9 9 に回動可能に取り付けられ、反対の端部でアーム 5 0 5 に回動可能に取り付けられる。アーム 5 0 5 はアクチュエータ 4 1 8 の固定子 4 5 4 に連結される。回転子 4 5 7、4 6 0、4 6 3 等が参照構造 4 2 7 と 4 3 0 との間に配置され、それぞれの固定子に対して回転する。回転子は以下に詳しく説明するように出力部材 4 2 1 に結合される。

20

【 0 0 6 5 】

参照構造 4 2 7 は、参照構造 4 2 7 に対する回転のために回転係合する固定子 4 3 9、4 4 2、4 4 5、4 4 8、4 5 1、及び 4 5 4（図 1 3）を保持するための軸受 4 3 6（図 1 5 に最も良く示される）を含む。

30

【 0 0 6 6 】

図 1 2 を参照すると、回転子 4 5 7、4 6 0、4 6 3、4 6 6、4 6 9、4 7 2 はそれぞれの固定子に対する回転動作のために構成及び配置される。回転子 4 5 7、4 6 0、4 6 3、4 6 6、4 6 9、4 7 2 は出力部材 4 2 1 に機械的に結合される。図 1 2 の底部右側から始めて反時計回りに説明するが、回転子 4 5 7 の駆動アーム部分 5 1 1 は直に垂直である軸 5 1 4 を中心として回転子 4 5 7 と共に回転する。リンク 5 1 7 が一方の端部で駆動アーム部分 5 1 1 に回動可能に連結され、他方の端部でクラランク 5 2 0 に回動可能に連結される。クラランク 5 2 0 は出力部材 4 2 1 に固定して取り付けられる。回転子 4 6 0 の駆動アーム部分 5 2 3 は直に垂直な軸 5 2 6 を中心に回転子 4 6 0 と共に回転する。リンク 5 2 9 が第 1 の端部で駆動アーム部分 5 2 3 に回動可能に連結され、第 2 の端部でクラランク 5 3 2 に回動可能に連結される。クラランク 5 3 2 は出力部材 4 2 1 に固定して取り付けられ、図 1 2 の方向に対してクラランク 5 2 0 の下方に位置する。回転子 4 6 3 の駆動アーム部分 5 3 5 は直に垂直な軸 5 3 8 を中心に回転子 4 6 3 と共に回転する。リンク 5 4 1 が第 1 の端部で駆動アーム部分 5 3 5 に回動可能に連結され、反対の端部でクラランク 5 2 0 に回動可能に連結される。回転子 4 6 6 の駆動アーム部分 5 4 4 は直に垂直な軸 5

40

50

47を中心回転子466と共に回転する。リンク550が第1の端部で駆動アーム部分544に回動可能に連結され、反対の端部でクランク532に回動可能に連結される。回転子469の駆動アーム部分553は直に垂直な軸556を中心に回転子469と共に回転する。リンク557が第1の端部で駆動アーム部分553に回動可能に連結され、反対の端部でクランク520に回動可能に連結される。回転子472の駆動アーム部分559は直に垂直な軸562を中心に回転子472と共に回転する。リンク565が第1の端部で駆動アーム部分559に回動可能に連結され、反対の端部でクランク532に回動可能に連結される。

【0067】

図14及び図15を参照すると、分解斜視図はアクチュエータ415を示す。アクチュエータ415はモーメント打消アーム499に連結されたトルク管452を含む固定子451を含む。固定子451のすべての部品は参考構造427、430に対する回転動作のために配置され、回転子469と共に相対的に回転するように構成されている。回転子469は、図12に関連して上記に記載するように、出力部材421と連結される駆動アーム部分553を有する。固定子451のモーメント打消アーム499は、リンク502により隣接するアクチュエータ418のモーメント打消アーム505に連結される。アーム499及び505は共に結合され、その結果それらのモーメントは打ち消される。モーメント打消アームの残りの対である478及び487と493及び496とは同じように構成されて3つのアクチュエータ・ユニットのネットワークを形成し、それぞれのユニットが同様に連結された2つのアクチュエータを有する。

10

【0068】

図16において、第4のアクチュエータ・システム400が示され、参考構造430が明確性のため省かれている。図の左側において、リンク502によるモーメント打消駆動アーム499及び505の連結が示される。リンク502は回動点506において、第1の端部が駆動アーム499に回動可能に取り付けられ、回動点507において、反対の端部が駆動アーム505に回動可能に取り付けられる。

20

【0069】

出力部材421はスライン・シャフト424(図8)を収容するためのスライン穴422を有する。出力部材421には、出力部材421に結合されたクランク520及び532(図12)が設けられ得、その結果クランク520及び532への力は出力部材421を回転させる。回転子463は、回動点536において第1の端部が回転子463の駆動アーム部分535に回動可能に取り付けられ、回動点537において反対側の端部がクランク520に回動可能に取り付けられる連結ロッド又はリンク541を経由して、クランク520に連結される。クランク532は、出力部材421の回転の軸550に対する軸方向の下方又は右側に位置する。クランク520は3つの回転子への連結のため全体に三角形状を有し得、クランク532もまた他の3つの回転子への連結のため全体に三角形状を有し得る。

30

【0070】

開示された実施例にいくつかの修正がなされ得る。例えば、位置センサ、レゾルバ及び/又はエンコーダが、コントローラに有用なフィードバックを提供するためにアクチュエータ及び/又は他の任意のリンク継手に追加されてもよい。さらに、トルクセンサ及び/又は回転速度計がさらなるフィードバックを提供するために各アクチュエータ出力及び/又はリンク・システム内の他の任意のリンク継手にさらに追加されてもよい。2重直列構成において、1対の内の1つのモータは対応するモータと異なる種類であってもよい。例えば、一方のモータが高トルクの高速度モータであり、他方のモータが低速度、高性能の高トルクモータであってもよい。さらに多数の2重直列の対が使用される構成では、ブレーキは安全に除去され得る。その理由は、アクチュエータのオープン故障は、オープン故障が生じた際に第2のアクチュエータの対が出力部材を制御するために利用可能である場合には大きな懸念にはならないためである。

40

【0071】

50

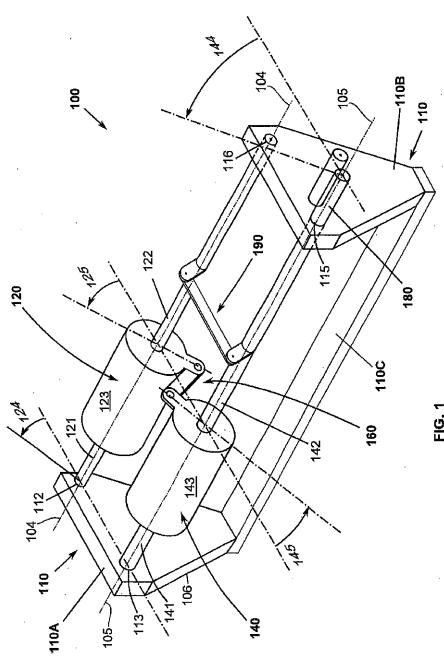
開示された実施例はいくつかの重要な利点をもたらす。開示された構成の多数の冗長な性質は、特に3重の構成において高いフェイルセーフの統計レベルを提供する。各アクチュエータの対においてさらなる自由度が存在するため、自己診断が、一方のアクチュエータが出力部材の位置を変更せずに他方のアクチュエータに対して移動する使用の間、安全に行われ得る。第4のシステムの六角形の配置は高い空間効率の構成を提供し、例えば航空機の機体等の強く制約された車両フレームの配置を可能にする。

【 0 0 7 2 】

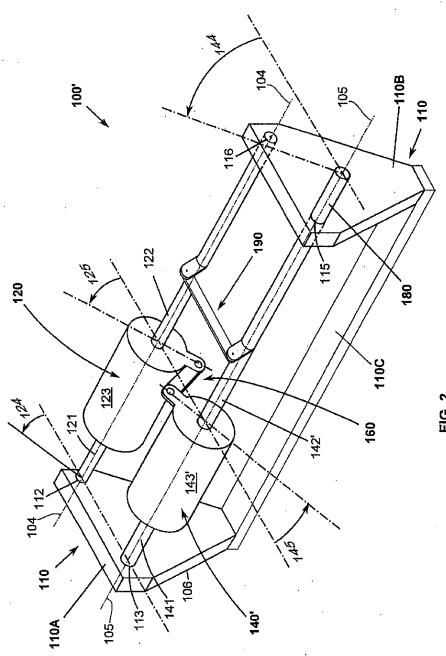
いくつかのアクチュエータ・システムが図示され及び説明され、いくつかの修正及び代替が議論された。従って、当業者は、以下の請求項に規定及び区別されているように、本発明の趣旨から逸脱せずに様々な追加の変更及び修正がなされ得ることを容易に理解するであろう。

10

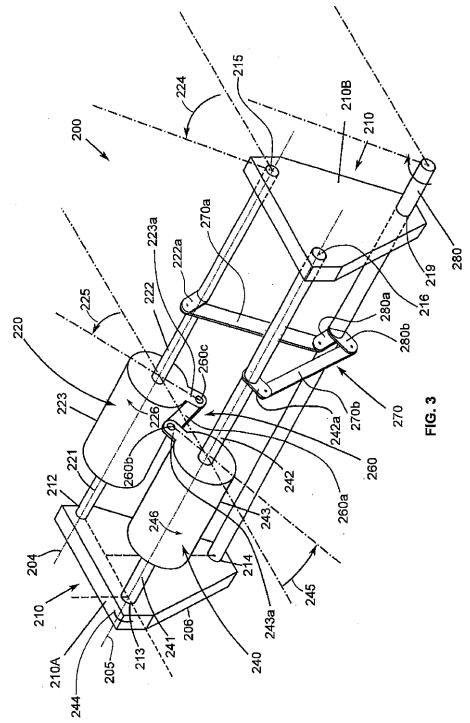
【 义 1 】



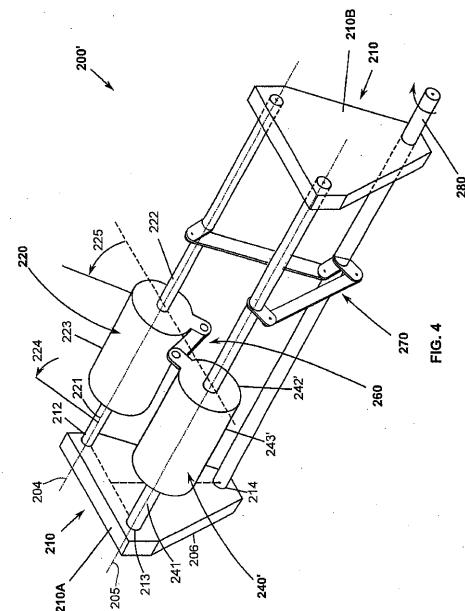
【図2】



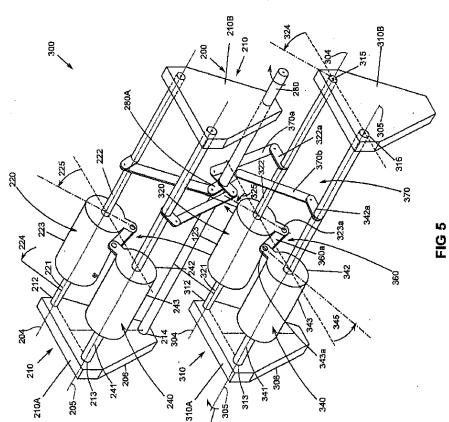
【図3】



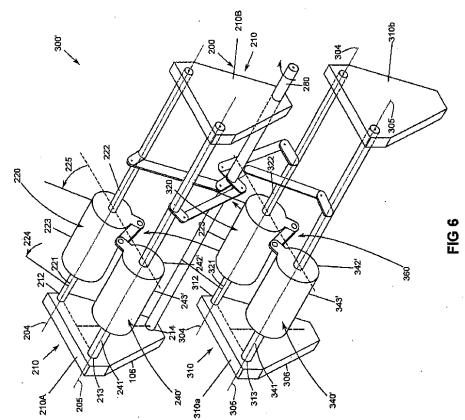
【図4】



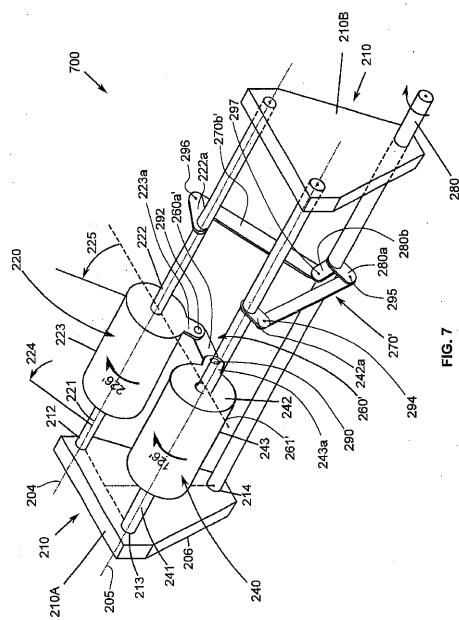
【図5】



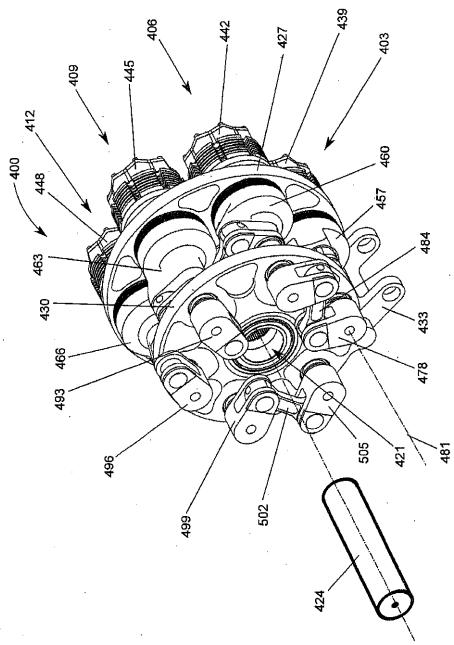
【図6】



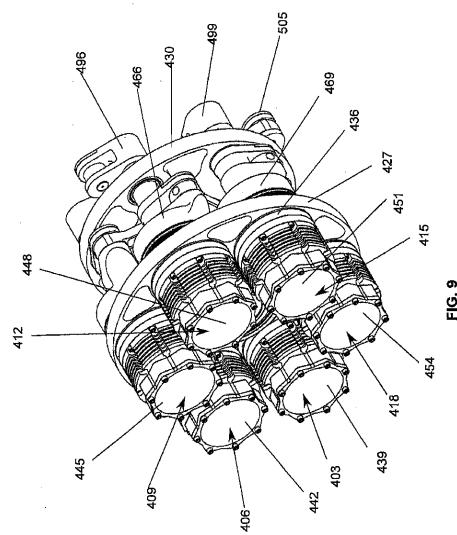
【 义 7 】



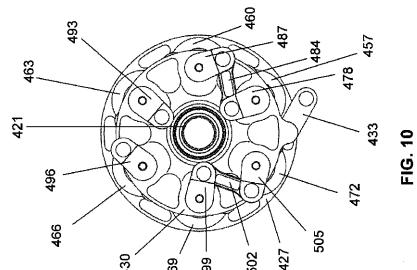
【 四 8 】



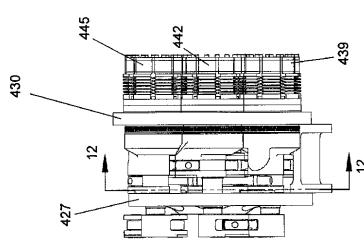
【図9】



【図10】



【図11】



【図12】

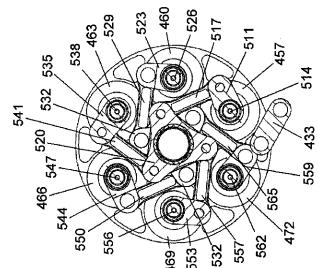


FIG. 11

【図13】

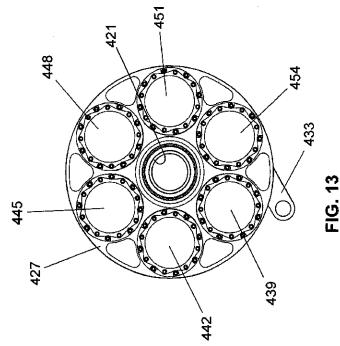


FIG. 13

【図14】

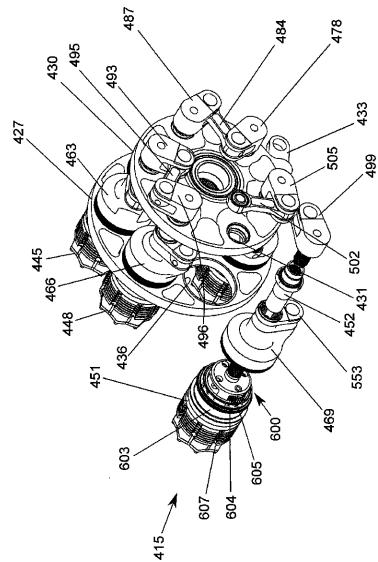


FIG. 14

【図15】

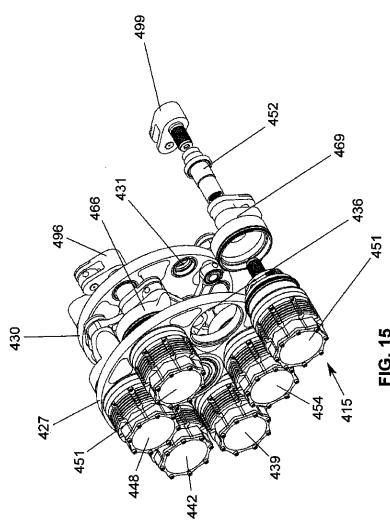


FIG. 15

【図16】

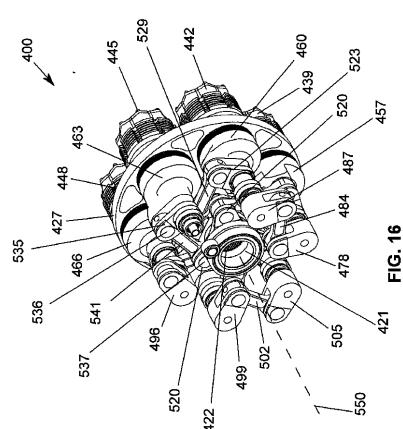


FIG. 16

フロントページの続き

審査官 藤村 聖子

(56)参考文献 特開平03-113156(JP,A)
特開昭61-157870(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 16 H 19 / 00 - 37 / 16
B 64 C 13 / 50
H 02 K 7 / 14