

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7540729号
(P7540729)

(45)発行日 令和6年8月27日(2024.8.27)

(24)登録日 令和6年8月19日(2024.8.19)

(51)国際特許分類

F I

B 6 0 K 7/00 (2006.01)

B 6 0 K 7/00

F 1 6 H 48/08 (2006.01)

F 1 6 H 48/08

F 1 6 H 48/10 (2012.01)

F 1 6 H 48/10

B 6 0 G 15/02 (2006.01)

B 6 0 G 15/02

請求項の数 19 (全36頁)

(21)出願番号	特願2021-531244(P2021-531244)	(73)特許権者	514315012
(86)(22)出願日	令和1年12月3日(2019.12.3)		インディゴ テクノロジーズ, インク .
(65)公表番号	特表2022-510978(P2022-510978		INDIGO TECHNOLOGIE
	A)		S, INC .
(43)公表日	令和4年1月28日(2022.1.28)		アメリカ国 マサチューセッツ02139
(86)国際出願番号	PCT/US2019/064263		キャンブリッジ シドニーストリート1
(87)国際公開番号	WO2020/117826		48
(87)国際公開日	令和2年6月11日(2020.6.11)	(74)代理人	100107984
審査請求日	令和4年12月1日(2022.12.1)		弁理士 廣田 雅紀
(31)優先権主張番号	62/774,813	(74)代理人	100182305
(32)優先日	平成30年12月3日(2018.12.3)		弁理士 廣田 鉄平
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)	(74)代理人	100096482
			弁理士 東海 裕作
(31)優先権主張番号	62/862,786	(74)代理人	100131093
(32)優先日	令和1年6月18日(2019.6.18)		弁理士 堀内 真
	最終頁に続く		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 多入力、多出力アクチュエータ及びこれを用いたアセンブリ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両用のアクチュエータであって、
前記車両のシャーシに強固に結合されたストラットにスライド可能に結合されるように構成された支持構造と、
前記支持構造に結合されたトランスミッションと、
前記支持構造及び前記トランスミッションに結合されたモータとを含み、前記モータは、回転軸を規定するスピンドルと、
前記回転軸の周りに回転するロータと、
前記スピンドルに回転可能に結合され、前記回転軸と同心で、前記ロータに第1のトルクを印加する第1のステータであって、前記第1のトルクが、前記第1のステータに印加される第1の反力トルクを生じさせる、前記第1のステータと、
前記スピンドルに回転可能に結合され、前記回転軸と同心で、前記ロータに第2のトルクを印加する第2のステータであって、前記第2のトルクが、前記第2のステータに印加される第2の反力トルクを生じさせる、前記第2のステータと、
前記第2のステータに回転可能に直接結合され、かつ前記車両の前記シャーシに直接結合するように構成されたリンクと
を備え、
前記第1の反力トルク及び前記第2の反力トルクが余勢を生成し、前記余勢が前記支持構造を介してA)前記リンク及びB)前記ストラットで、別個の分力として印加される、前

記アクチュエータ。

【請求項 2】

前記支持構造は、前記第 1 のトルクと前記第 2 のトルクとのベクトル和に比例したトルクを反映するように構成されている、請求項 1 に記載のアクチュエータ。

【請求項 3】

前記支持構造及び前記モータが並進軸に沿って移動できるようにされ、前記トランスミッションは、

前記第 1 のステータを前記トランスミッションに前記並進軸からずれた第 1 の点で接続する第 1 のリンクと、

前記第 2 のステータを前記トランスミッションに前記並進軸からずれた第 2 の点で接続する第 2 のリンクとを備える請求項 1 に記載のアクチュエータ。

10

【請求項 4】

前記第 1 の点は第 1 の半径方向距離によって前記回転軸から分離され、前記第 2 の点は前記第 1 の半径方向距離と異なる第 2 の半径方向距離によって前記回転軸から分離されている、請求項 3 に記載のアクチュエータ。

【請求項 5】

前記トランスミッションは、前記第 1 のリンク及び前記第 2 のリンクに結合されて、前記回転軸に平行な軸の周りに回転するトーションバーを備える、請求項 3 に記載のアクチュエータ。

【請求項 6】

20

さらに、

前記回転軸と同軸であって、前記第 1 のトルクと前記第 2 のトルクとの間の差に比例したトルクを出力する差動出力を備える、請求項 5 に記載のアクチュエータ。

【請求項 7】

さらに、

前記回転軸に平行であって、前記第 1 のトルクと前記第 2 のトルクとの間の差に比例したトルクを出力する差動出力を備える、請求項 5 に記載のアクチュエータ。

【請求項 8】

前記トランスミッションは、

前記第 1 のステータまたは前記第 2 のステータの少なくとも一方と噛み合って、前記第 1 のステータを前記第 2 のステータの回転に応じて回転させる第 1 のベベルギアを備える、請求項 1 に記載のアクチュエータ。

30

【請求項 9】

第 2 のベベルギアをさらに備え、

前記第 1 のベベルギア及び前記第 2 のベベルギアのそれぞれが、前記第 1 のステータ及び前記第 2 のステータと噛み合い、前記第 1 のステータを前記第 2 のステータの回転に応じて逆回転させる、請求項 8 に記載のアクチュエータ。

【請求項 10】

前記第 1 のベベルギアは、前記第 1 のステータと噛み合い、前記アクチュエータが、前記第 2 のステータと噛み合い、かつ前記第 1 のベベルギアとは異なる半径を有する第 2 のベベルギアをさらに備える、請求項 8 に記載のアクチュエータ。

40

【請求項 11】

前記トランスミッションは、

少なくとも 1 つの遊星歯車を備え、前記第 1 のステータまたは前記第 2 のステータの少なくとも一方と噛み合って、前記第 1 のステータを前記第 2 のステータの回転に応じて回転させる、請求項 1 に記載のアクチュエータ。

【請求項 12】

前記モータは、軸方向磁束モータまたは半径方向磁束モータの少なくとも一方である、請求項 1 に記載のアクチュエータ。

【請求項 13】

50

前記第 2 のステータは、前記トランスミッションを介して前記ストラットに前記第 2 の反力トルクを印加する、請求項 1 に記載のアクチュエータ。

【請求項 1 4】

車両用のアクチュエータであって、
前記車両のシャーシに移動可能に結合された支持構造と、
第 1 の回転軸を規定するスピンドルと、前記スピンドルに固定されたロータと、前記第 1 の回転軸と同心の第 1 のステータと、前記第 1 の回転軸と同心の第 2 のステータとを備える軸方向磁束モータと、

前記支持構造に回転可能に結合され、前記第 1 のステータ及び前記第 2 のステータに回転可能に結合されたトーションバーであって、前記第 1 の回転軸からずれた第 2 の回転軸の周りを回転可能な前記トーションバーと、

10

前記第 2 のステータに回転可能に結合され、前記シャーシに回転可能に結合された引張圧縮部材とを備える、前記アクチュエータ。

【請求項 1 5】

A) 回転軸の周りに回転するように構成されたロータまたは B) 車両のシャーシに対してスライド可能に移動するように構成された支持構造の少なくとも一方を駆動する方法であって、

前記ロータに第 1 のトルクを印加することと、

前記第 1 のトルクを印加する間に、前記ロータに第 2 のトルクを印加することと、

前記第 1 のトルクを印加することに応じて、前記回転軸の周りに回転するように構成された第 1 のステータに第 1 の反力トルクを印加することと、

20

前記第 2 のトルクを印加することに応じて、前記回転軸の周りに回転するように構成された第 2 のステータに第 2 の反力トルクを印加することであって、前記第 2 のステータは前記第 1 のステータにトランスミッションを介して結合されている、前記印加することと、

前記トランスミッションを介して前記支持構造に、前記第 1 のステータからの前記第 1 の反力トルクの少なくとも一部を伝達することと、

前記シャーシに直接、前記第 2 のステータからの前記第 2 の反力トルクの少なくとも一部を伝達することを含む、前記方法。

【請求項 1 6】

さらに、

30

前記支持構造を用いて、前記第 1 のトルクと前記第 2 のトルクとのベクトル和に比例したトルクを反映することを含む、請求項 1 5 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記支持構造を駆動することによって、前記支持構造は並進軸に沿って移動し、
前記第 1 の反力トルクの少なくとも一部を伝達することは、前記第 1 のステータからの前記第 1 の反力トルクの前記少なくとも一部を第 1 のリンクに伝達することを含み、前記第 1 のリンクは、前記第 1 のステータを前記トランスミッションに前記並進軸からずれた第 1 の点で接続する、請求項 1 5 に記載の方法。

【請求項 1 8】

前記第 2 の反力トルクの前記少なくとも一部を伝達することは、前記第 2 のステータからの前記第 2 の反力トルクの前記少なくとも一部を第 2 のリンクに伝達することを含み、
前記第 2 のリンクは、前記第 2 のステータを前記トランスミッションに前記並進軸からずれた第 2 の点で接続する、請求項 1 7 に記載の方法。

40

【請求項 1 9】

前記第 1 の点は第 1 の半径方向距離によって前記回転軸から分離され、前記第 2 の点は前記第 1 の半径方向距離と異なる第 2 の半径方向距離によって前記回転軸から分離されている、請求項 1 8 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

50

関連出願の相互参照

本出願は、35 USC 119(e)の下で、2019年6月18日に出願され、「A Multi-Input, Multi-Output Actuator」と題された米国特許出願第62/862,786号、及び2018年12月3日に出願され、「A Multi-Input, Multi-Output Actuator」と題された米国特許出願第62/774,813号の優先権利益を主張する。これらの出願はそれぞれ、すべての目的に対してその全体において参照により本明細書に組み込まれている。

【背景技術】

【0002】

電気を変換して家電製品、電動工具、及び自動車両における機械的力及び/または動きを得るために、電動モータが用いられる。典型的な電動モータのコストは主に、その製造で用いる原材料のコストに依存する。たとえば、電動モータのコイル内で用いる希土類磁石及び銅は典型的に、モータの全体コストに対する最大の要因である。機械システムのコストを下げるために、単一モータを用いて複数のサブシステムにパワー供給することが望ましい場合が多い。

【0003】

1つのモータを用いて多くのサブシステムを駆動することに対する良く知られたアプローチの1つは、ギア及び/またはスイッチを用いて、どのサブシステムをモータによって駆動するかを制御することである。たとえば、モータに結合されたギアボックスが複数のギアを有する場合があり、各ギアの出力が異なるサブシステムに結合されている。このように、単一モータを用いて2つ以上のサブシステムを駆動する場合があるが、ギアボックスがパワーを送れるのは一度に1つの機能のみである場合にはサブシステムは同時には使用されないという制限があることが多い。

【0004】

図1A~1Cに、運動学的に等価なアクチュエータアセンブリ100a~100cを示す。これらは、車輪自動車における2つの機能(推進及びアクティブサスペンション)を同時に実行するために用いることができる。図1Aのアクチュエータアセンブリ100aには、支持構造150に結合された軸方向磁束モータ120が含まれている。軸方向磁束モータ120には、スピンドル124にマウントされたロータ121が含まれている。ロータ121は、トルク源によって第1のステータ122及び第2のステータ123に印加されるトルク入力に応じて回転する。スピンドル124は基準接地11に結合されている(たとえば、道路と接触するホイールを介して)。スピンドル124はさらに、支持構造150に結合されている。支持構造150はシャーシ12に直接結合されている。シャーシ12には、アーム144a上にマウントされたジョイントハウジング142が含まれている。ジョイントハウジング142は、支持構造150に対してスライド可能に調整することができる。さらに、パネ152がジョイントハウジング142と支持構造150とに結合されて、サスペンションとしての復元力をもたらす。

【0005】

第1のステータ122は、ジョイントハウジング142に、リンク145aを介してノード146において結合され、第2のステータ123は、ジョイントハウジング142に、リンク145bを介してノード147において結合されている。リンク145a及び145bは、ノード143においてジョイントハウジング142に結合している。サスペンションを駆動するために、第1のステータ122及び/または第2のステータ123に反力トルクが印加される。その結果、シャーシ12上に力が及ぼされて、モータ120は支持構造150に沿ってシャーシ12に対して並進運動する(たとえば、図1Aで上下移動する)。

【0006】

図1Bに、車両を推進させること及び車両用のアクティブサスペンションをもたらしことの両方を行う別のアクチュエータアセンブリ100bを示す。この場合もやはり、シャーシ12は、アーム144b内のスロット149a及び149bを介して軸方向磁束モー

10

20

30

40

50

タ 1 2 0 に直接結合されている。スロット 1 4 9 a 及び 1 4 9 b は、第 1 のステータ 1 2 2 にノード 1 4 6 においてまた第 2 のステータ 1 2 3 にノード 1 4 7 においてマウントされたピンに結合している。

【 0 0 0 7 】

図 1 C に、推進及びアクティブサスペンションをもたらす別のアクチュエータアセンブリ 1 0 0 c を示す。シャーシ 1 2 にはアーム 1 4 4 c が含まれている。アーム 1 4 4 c は、ジョイントハウジング 1 4 2 に結合する代わりに、リンク 1 4 5 a 及び 1 4 5 b にノード 1 4 8 a 及び 1 4 8 b においてそれぞれ結合している。リンク 1 4 5 a 及び 1 4 5 b は、図 1 A と同様に、第 1 のステータ 1 2 2 及び第 2 のステータ 1 2 3 にノード 1 4 6 及び 1 4 7 においてそれぞれ結合している。

10

【発明の概要】

【 0 0 0 8 】

図 1 A ~ 1 C のアクチュエータアセンブリ 1 0 0 a ~ 1 0 0 c (まとめて、アクチュエータアセンブリ 1 0 0) はロータ 1 2 1 を回転させて、サスペンションを並進運動させることができる。アクチュエータアセンブリ 1 0 0 が用いられる理由は主に、モータ 1 2 0 の出力がシャーシ 1 2 に直接結合されることに由来するその統合化の簡単さからである。しかし、これらのアクチュエータアセンブリ 1 0 0 はいくつかの不備な点を欠点として持っている。第 1 に、アクチュエータアセンブリ 1 0 0 は、支持構造 1 5 0 とシャーシ 1 2 との間の力/トルクを反映することができない。なぜならば、第 1 のステータ 1 2 2 及び第 2 のステータ 1 2 3 に印加される反力トルクは、シャーシ 1 2 によって散逸されるからである。言い換えれば、支持構造によって、シャーシに対するスピンドル 1 2 4 の並進運動が制限される。第 1 のステータ 1 2 2 及び第 2 のステータ 1 2 3 のどちらも、図 1 A ~ 1 C に示すアクチュエータアセンブリ 1 0 0 内の支持構造にトルク負荷を与えない。

20

【 0 0 0 9 】

この結果、アクチュエータアセンブリ 1 0 0 がさらなる出力をもたらすことを防ぐ。第 2 に、アクチュエータアセンブリ 1 0 0 は内蔵型メカニズムではなく、所望の駆動をもたらすためのシャーシ 1 2 との統合に基づく。その結果、シャーシ 1 2 には、アクチュエータアセンブリ 1 0 0 が適切に動作できるようにするためのある構造的特徴が必要であるということを意味する。

【 0 0 1 0 】

30

したがって、本開示は、力/トルクを反映することができ及び/または広範囲のシャーシまたは他の基準構造と適合するアクチュエータを対象とする。例示的なアクチュエータとしては、モータ、トランスミッション、及び支持構造(サスペンション)を挙げてもよい。モータには、駆動用の入力トルクをもたらす 1 つ以上のトルク源が含まれていてもよい。トランスミッションは、アクチュエータがもたらす結果として得られる出力力/トルクを変更するために、トルク源を結合及び制限してもよい。たとえば、アクチュエータは、1 つ以上の入力トルクの重ね合わせに基づく合計トルク出力をもたらしてもよい。その結果、トランスミッションは、逆回転運動を発生させるためにトルク源を結合及び制限してもよい。このようにして、アクチュエータは、1 つ以上の入力トルクの差し引きに基づいて差動トルク出力をもたらしてもよい。

40

【 0 0 1 1 】

アクチュエータからの出力力/トルクをさらに、種々の分力/トルクに分割してもよい。分力/トルクは、アクチュエータを他のサブシステムに接続する 1 つ以上のノードにおいて印加される。たとえば、出力力/トルクには、アクチュエータの支持構造及びシャーシとの間に印加される反映された力/トルクが含まれていてもよい。反映された力/トルクは、アクチュエータの他方の出力からの力/トルクにおけるアンバランスに応じて生じる。反映された力/トルクは、サブシステムを駆動するさらに別の出力をもたらしてもよい。たとえば、反映された力/トルクを、サスペンションにおけるアンチダイブ及び/またはアンチスクワット機能(たとえば、前方減速の間に車両の前部が下方に動くこと及び/または前方加速の間に車両の後部が下方に動くことを防ぐ)に対して用いてもよい。

50

【 0 0 1 2 】

さらに、アクチュエータは、1つ以上の入力トルク及び／または反力トルクに基づいて種々の大きさ及び／または方向の出力の混合をもたらしてもよい。たとえば、トランスミッションは、1つ以上のトルク源の可動域及び／または運動比を制限することによって、各出力力／トルクの入力トルク／反力トルクへの依存性を変えてもよい。またアクチュエータは、入力間の非対称応答を形成するメカニズムを組み込んでもよい（たとえば、第1のトルク源は第2のトルク源を動かすが、第2のトルク源は第1のトルク源を動かすことができない）。

【 0 0 1 3 】

1つの典型的な応用例では、アクチュエータは、車両のアクティブサスペンションシステムの一部を用いてもよい。アクチュエータは、MacPhersonストラットを介してアクチュエータに結合されたシャーシ及びアクチュエータ内のモータに結合されたホイールを含むアクチュエータアセンブリの一部であってもよい。ホイールはバネ下質量であり、シャーシはバネ上質量である。アクチュエータには、モータ及び／またはトランスミッションをシャーシに、バネ上質量をバネ下質量に対して動かすことができるコンポーネントを介して直接結合するロッカージョイントメカニズムまたはスライディングジョイントメカニズムが含まれていてもよい。

【 0 0 1 4 】

一実施例では、車両用のアクチュエータには、サスペンションを介して車両のシャーシに接続された支持構造、支持構造に結合されたトランスミッション、ならびに支持構造及びトランスミッションに結合されたモータが含まれている。モータには、回転軸の周りに回転するロータ、回転軸と同心の第1のステータ、及び回転軸と同心の第2のステータが含まれる。第1のステータは、第1のトルクをロータ及びサスペンションにトランスミッションを介して印加する。第2のステータは、第2のトルクをロータならびにサスペンション及び／またはシャーシに印加する。

【 0 0 1 5 】

別の実施例では、車両用のアクチュエータアセンブリには、支持構造を伴う軸方向磁束モータ、回転軸を規定し、ハウジング内の開口部を通して延びるスピンドル、スピンドルに固定されたロータ、回転軸と同心の第1のステータ、及び回転軸と同心の第2のステータが含まれる。またアクチュエータアセンブリには、支持構造に強固に接続され、車両のシャーシに圧縮可能に結合されたサスペンション、サスペンションに回転可能に結合され、第1のステータ及び第2のステータに回転可能に結合されたトーションバー、ならびに第2のステータに回転可能に結合され、シャーシに回転可能に結合された引張圧縮部材が含まれている。

【 0 0 1 6 】

一実施例では、車両のロータまたはサスペンションの少なくとも一方を駆動する方法には以下のステップが含まれる。（1）ロータに第1のトルクを印加することであって、ロータは回転軸の周りに回転するように構成されている、印加すること、（2）第1のトルクを印加する間に、ロータに第2のトルクを印加することと、（3）第1のトルクを印加することに応じて、回転軸の周りに回転するように構成された第1のステータに第1の反力トルクを印加すること、（4）第2のトルクを印加することに応じて、回転軸の周りに回転するように構成された第2のステータに第2の反力トルクを印加することであって、第2のステータは第1のステータにトランスミッションを介して結合されている、印加すること、（5）第1のステータからの第1の反力トルクの少なくとも一部をサスペンションに、トランスミッションを介して伝達すること、（6）第2のステータからの第2の反力トルクの少なくとも一部をサスペンションまたは車両のシャーシの少なくとも一方に伝達することであって、シャーシはサスペンションに結合されている、伝達すること。

【 0 0 1 7 】

前述の考え方及び以下でより詳細に説明するさらなる考え方のすべての組み合わせ（このような考え方が互いに矛盾していないならば）は、本明細書で開示した本発明の主題の

10

20

30

40

50

一部と考えられる。詳細には、本開示の終わりに示される特許請求の範囲に記載される主題のすべての組み合わせは、本明細書で開示した本発明の主題の一部と考えられる。参照により組み込まれているいずれかの開示においてやはり示され得る本明細書で明確に用いられる専門用語には、本明細書で開示した特定の考え方に最も一致する意味を与えなければならない。

【 0 0 1 8 】

当業者であれば理解するように、図面は主に説明を目的としており、本明細書で説明する本発明の主題の範囲を限定することは意図されていない。図面は必ずしも一定の比率ではない。場合によっては、異なる特徴部の理解を容易にするために、本明細書で開示した本発明の主題の種々の態様を図面内で誇張または拡大して示す場合がある。図面では、同様の参照文字は全般的に、同様の特徴部（たとえば、機能的に同様及び／または構造的に同様の要素）を指す。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 9 】

【図 1】図 1 A、図 1 B、及び図 1 C は、それぞれ車両推進及びアクティブサスペンションをもたらす第 1 の、第 2 の、及び第 3 のアクチュエータアセンブリを示す。

【図 2】図 2 A 及び図 2 B は、シャーシに直接結合されたステータを伴う典型的なアクチュエータアセンブリを示す。

【図 3 A】軸方向磁束モータを伴う典型的なアクチュエータの内側の図を示す。

【図 3 B】図 3 A のアクチュエータの背面図を示す。

【図 3 C】図 3 A のアクチュエータの外側の図を示す。

【図 3 D】図 3 A のアクチュエータの斜視図を示す。

【図 4 A】MacPhersonストラットサスペンションに結合された図 3 A のアクチュエータを含むアクチュエータアセンブリの内側の図を示す。

【図 4 B】図 4 A のアクチュエータアセンブリの背面図を示す。

【図 4 C】図 4 A のアクチュエータアセンブリの斜視図を示す。

【図 5 A】Panhardリンク及びドライブシャフトと同軸の差動シャフトを伴う典型的なアクチュエータの斜視図を示す。

【図 5 B】図 5 A のアクチュエータの断面斜視図を示す。

【図 5 C】図 5 A のアクチュエータの背面図を示す。

【図 5 D】図 5 A のアクチュエータの内側の図を示す。

【図 5 E】図 5 A のアクチュエータの断面図を示す。

【図 6 A】図 5 A のアクチュエータをハブモータとして含む典型的なアクチュエータアセンブリを示す。

【図 6 B】車両ホイールに対して内側にマウントされた図 5 A のアクチュエータを含む別の典型的なアクチュエータアセンブリを示す。

【図 6 C】ホイールアセンブリ内の振りアームサスペンションと統合された図 5 A のアクチュエータを含む別の典型的なアクチュエータアセンブリの側面図を示す。

【図 7 A】ベベルギアトランスミッションを伴う典型的なアクチュエータの断面図を示す。

【図 7 B】デュアルベベルギアトランスミッションを伴う典型的なアクチュエータの断面図を示す。

【図 7 C】遊星歯車トランスミッションを伴う典型的なアクチュエータの断面図を示す。

【図 7 D】内部及び外部ステータを収容する支持構造の外側にベベルギアが配置されたベベルギアトランスミッションを伴う典型的なアクチュエータの断面図を示す。

【図 7 E】遊星歯車が外部ステータ上の差動シャフトに内部ステータを結合する遊星歯車トランスミッションを伴う典型的なアクチュエータの断面図を示す。

【図 8 A】マルチプリートランスミッションを伴う典型的なアクチュエータを示す図を示す。

【図 8 B】シングルプリー駆動のトランスミッションを伴う典型的なアクチュエータを示す。

10

20

30

40

50

【図 8 C】デュアルプリー駆動のトランスミッションを伴う典型的なアクチュエータを示す。

【図 8 D】シングルプリー、デュアルベルト/ケーブルトランスミッションを伴う典型的なアクチュエータを示す。

【図 8 E】デュアルヘリカルギアトランスミッションを伴う典型的なアクチュエータの側面図を示す。

【図 8 F】図 8 E のアクチュエータの平面図を示す。

【図 9】図 9 A は、角柱スライディングジョイントを介してシャーシに直接結合されたトランスミッションを伴う典型的なアクチュエータアセンブリを示す。図 9 B は、ロッカージョイントを介してシャーシに直接結合されたトランスミッションを伴う別の典型的なアクチュエータアセンブリを示す。

10

【図 10 A】ロッカーリンクと、ドライブシャフトからずれてトーションバーと同軸の差動シャフトとを伴う別の典型的なアクチュエータの斜視図を示す。

【図 10 B】図 10 A のアクチュエータの断面斜視図を示す。

【図 10 C】図 10 A のアクチュエータの背面図を示す。

【図 10 D】図 10 A のアクチュエータの内側の図を示す。

【図 10 E】図 10 A のアクチュエータの断面図を示す。

【図 11 A】トランスミッション内の二次ベベルギアにマウントされた差動シャフトを伴う典型的なアクチュエータの断面図を示す。

【図 11 B】シャーシに直接結合されたデュアルギアトランスミッションを伴う典型的なアクチュエータの側面図を示す。

20

【図 12】図 12 A は、リンケージベースのトランスミッションを伴うアクチュエータを含む典型的なアクチュエータアセンブリの正面図を示す。図 12 B、C は、それぞれ図 12 A のアクチュエータの平面図、アクチュエータの内側の図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下に続くのは、種々のサブシステムに対する 1 つ以上の出力（たとえば、力、トルク）をもたらしアクチュエータに関する種々の考え方及びアクチュエータの実施態様（たとえば、モータ、トランスミッション、及び支持構造のアセンブリ）のより詳細な説明である。具体的には、トランスミッション、モータ、トランスミッション間の結合、支持体、モータ、及び/または基準構造、ならびにアクチュエータを統合するアクチュエータアセンブリに関する種々の態様について、本明細書で説明する。上記で導入され、以下でより詳細に説明する考え方を複数の方法で実施してもよい。具体的な実施態様及び応用例の実施例は主に、当業者に明らかな実施態様及び代替案を当業者が実施できるようにするための説明を目的として示されている。

30

【0021】

以下に説明する図及び実施例は、本実施態様の範囲を単一の実施形態に限定することは意図されていない。説明または例示した要素の一部または全部を置換することによって他の実施態様が可能である。また、開示した実施例の実施態様のある要素を、既知のコンポーネントを用いて部分的または完全に実施してもよいが、場合によっては、本実施態様を不明瞭にしないように、このような既知のコンポーネントのうち本実施態様の理解にとって必要なものについてのみ説明し、このような既知のコンポーネントの他の部分についての詳細な説明は省略する。

40

【0022】

以下の説明では、本発明のアクチュエータの種々の実施例が示されている。所与の実施例または実施例のセットによって、モータ（たとえば、ロータ、ステータ）、支持構造、及びトランスミッション（たとえば、トーションバー、リンケージ、遊星歯車、ベベルギア、ベルト、プリー、ギアトレイン、トラック駆動システム）の 1 つ以上の特定の特徵部が示されている。モータ、ハウジング、及びトランスミッションを含むアクチュエータの所与の実施例と共に説明する特徵部を、本開示によるアクチュエータの他の実施例で用い

50

ることを、本明細書で開示した種々の特徴部が、本開示による所与のシステムに容易に組み合わされ得るように行ってもよい（これらの特徴部が互いに互換性がないという条件で）。

【0023】

一般的に、アクチュエータは、1つ以上の力/トルク入力に基づいて1つ以上のサブシステムを駆動することができる。アクチュエータがアクチュエータアセンブリ内の他のコンポーネントにどのように結合されるかに応じて、アクチュエータの出力を選択的に印加してもよいし（たとえば、一度に1つの出力のみを印加する）または同時に印加してもよい（たとえば、1つ以上の出力を同時に印加する）。

【0024】

いくつかの典型的な実施形態では、アクチュエータには、2つのトルク源であって、それぞれ、第1のコンポーネントを動かす（たとえば、ロータを回転させる）ためにトルク入力を印加するトルク源が含まれていてもよい。各トルク入力に対して、反力トルクを、第2のコンポーネント（たとえば、第1のステータ）及び第3のコンポーネント（たとえば、第2のステータ）（それぞれのトルク源を支持する）に印加してもよい。反力トルクは、トルク入力と同じ大きさであってもよいが、実質的に反対方向に印加される。こうして、第1、第2、及び第3のコンポーネントは一般的に、互いに対して動き得る。たとえば、第1、第2、及び第3のコンポーネントをそれぞれ、共通軸の周りに回転するように制限することによって、それぞれのコンポーネントが互いに対して回転するようにしてもよい。また第1、第2、及び第3のコンポーネントを他の機械的負荷によって制限してもよい。こうして、コンポーネントは、動く代わりに力またはトルクを伝達してもよい。このようにして、アクチュエータは複数の出力力/トルクをもたらしてもよい。

【0025】

さらに、各出力力/トルクをさらなる出力に分割してもよい（たとえば、力を、結合された出力ではあるがそれぞれ別個に用いられる2つのそれぞれの力成分に分割してもよい）。たとえば、アクチュエータを2つの異なるノードにおいてシャーシに結合してもよい。一方のノードにおいて、アクチュエータがシャーシ上に及ぼした力によって、アクチュエータが垂直方向に並進運動してもよい（たとえば、アクティブサスペンション）。他方のノードにおいて、アクチュエータとシャーシとの間に及ぼされた力によって、不要な水平方向の並進運動を防ぐか、減らすか、または並進運動に抵抗してもよい。

【0026】

本明細書で開示するアクチュエータには、電動モータ、たとえば軸方向磁束モータ、半径方向磁束モータ、または半径-軸方向磁束モータであって、実質的に等しいサイズ及び出力パワーの少なくとも2つのトルク源（たとえば、ブラッシュレス直流（DC）トルク源）を伴うものが含まれていてもよい。軸方向磁束モータでは、各トルク源を対応するステータにマウントすることができる。対応するステータは、印加される反力トルクに応じて回転してもよい。2つのステータがロータを共有してもよい。ロータには、それぞれのステータ上のコイルによって発生した磁場に応答する永久磁石が含まれる。単一のロータを2つのステータとともに用いることによって、アクチュエータの全体動作に対してさらなる効率をもたらされ得る。しかし、モータには2つ以上のロータが含まれていてもよい（たとえば、ステータあたり少なくとも1つのロータが含まれていてもよい）。

【0027】

さらに、以下で説明する典型的な実施形態は、アクチュエータをアクチュエータアセンブリに統合してロータを回転させ及び/またはサスペンション（たとえば、車両上の）を駆動することに関するが、本発明のアクチュエータは他の応用例で用いてもよい。たとえば、アクチュエータは、車両動作（たとえば、限定することなく、最低地上高調整、ステアリング、サスペンションチューニング調整、及び/またはアンチダイブ/アンチスクワット）用の他の出力をもたらしてもよい。またアクチュエータを用いて、2つの動作モード（たとえば、シート調整）を伴う車両内の他の動的システムを動作させてもよい。アクチュエータをシャーシに、種々のタイプのサスペンション（たとえば、限定することなく

10

20

30

40

50

、MacPhersonストラット、ロールスタビライザと同様のリンケージを通したシャーシへのトルク接続、または任意の他のサスペンションであって回転運動を直線運動に変換するのに適したものを用いて結合してもよい。

【0028】

2つ以上の自由度を駆動することができる単一のアクチュエータを有する効果は、スペース、材料、及び/または許容質量が限定される他の技術に応用され得る。このような応用例としては以下が挙げられるが、これらに限定されない。水上車両用の船外ステアリングを伴う電気プロペラ、ジェット推進システムにおける推力偏向、航空機翼用の多自由度駆動システム、制御可能なピッチプロペラ駆動、種々の人工衛星搭載サブシステム（たとえば、キューブ人工衛星上）の駆動、さらなる動作程度（たとえば、アクティブカメラ安定性、調整）を伴う回転プラットフォーム、光学システムの安定性制御、医療用ツールング及びデバイスに対する指向性及び回転コンポーネントの駆動、穿孔コンポーネント、複数の運動エネルギードメインからの環境発電、及び風力タービンのコンパクトな方位角制御。

【0029】

たとえば、インホイールモータまたは車両のバネ上質量もしくはシャーシ上の内側にマウントされたモータとして、アクチュエータを用いて、牽引を行う間の車両の最低地上高を調整してもよい。この場合、アクチュエータを道路車両の1つのコーナー（アクチュエータの出力の1つが、ホイールまたはホイールに回転可能に接続されたドライブシャフトに結合される）にマウントしてもよい。第2の出力を、車両の最低地上高を制御する高さ調整メカニズムに結合してもよい。各ホイールが、対応するアクチュエータ及び高さ調整メカニズムを有していてもよい。高さ調整メカニズムには、駆動されたときに車両のバネ上及びバネ下質量を結合するバネ（たとえば、メインサスペンションバネまたはロールスタビライザ）の一方の端部を動かす親ネジまたはボールネジが含まれていてもよい。別の高さ調整メカニズムには、バネ上及びバネ下質量間に配置されたねじりバネに結合されたギアまたはギアのセットが含まれていてもよい。別の実施形態では、メカニズムが出力軸の動きをピストンに変換することによって、耐荷メカニズム（たとえば、エアバッグまたは油圧シリンダ）に対する圧力を形成してもよい。

シャーシに直接結合されたステータを伴うアクチュエータ

【0030】

図2Aに、スライディングジョイントトランスミッションとシャーシ12に直接結合されたステータとを伴うアクチュエータアセンブリ200aの一実施例を示す。図示したように、アクチュエータアセンブリ200aにはアクチュエータ210aが含まれ、アクチュエータ210aはモータ220、トランスミッション240a、及び支持構造250を伴っている。モータ220には、スピンドル224に取り付けられたロータ221が含まれている。スピンドル224は回転軸13を規定している。スピンドル224を、基準接地11（たとえば、スピンドル224に固定されて道路と接触するホイール）に機械的に結合してもよい。モータ220にはさらに、第1のステータ222及び第2のステータ223が含まれている。これらはそれぞれ、ロータ221に入力トルクを印加するトルク源（図示せず）を支持する。第1のステータ222及び第2のステータ223は、1つ以上のベアリングを介してスピンドル224と同軸にマウントしてもよい。こうして、第1のステータ222及び第2のステータ223をスピンドル224に対して回転させてもよい。スピンドル224をさらに、支持構造250（たとえば、MacPhersonストラットのストラットハウジング）に結合してもよい。支持構造250は、ストラット253（シャーシ12に堅固に結合されている）に沿ってスライド可能に調整できてもよい。場合によっては、支持構造250及びストラット253は角柱スライディングジョイントを構成してもよい。アクチュエータアセンブリ200aにはさらに、アクチュエータ210aが静的負荷の下にあるときに支持構造250をストラット253に沿った特定の位置に維持する復元力を与えるバネ254a及び254bが含まれていてもよい。

【0031】

トランスミッション 240 a には、スライディングジョイントハウジング 242 が含まれていてもよい。スライディングジョイントハウジング 242 は、モータ 220 を支持構造 250 に結合し、支持構造 250 を介してシャーシ 12 への横力に対して反作用を及ぼす。図示したように、トランスミッション 240 a にはリンク 245 a 及び 245 b が含まれていてもよい。これらは、一端において、第 1 のステータ 222 にノード 246 において、第 2 のステータ 223 にノード 247 において、それぞれ結合し、もう一端において、ジョイントハウジング 242 にノード 243 において結合している。リンク 245 a 及び 245 b をノード 247、246、及び 243 にピンジョイント（またはボールジョイント）を介して結合して、並進運動を限定しながら、それぞれのノードの周りの回転運動を可能にしてもよい。ジョイントハウジング 242 は支持構造 250 に沿ってスライド可能であってもよい。さらに、第 2 のステータ 223 をシャーシ 12 にリンク 248 a を介して直接結合してもよい。図示したように、リンク 248 a を、第 2 のステータ 223 上のノード 247 とシャーシ 12 とにピンジョイントを介して結合してもよい。リンク 248 a は剛性または柔軟な引張圧縮部材であってもよい。

10

【0032】

第 1 のステータ 222 及び第 2 のステータ 223 に結合されたトルク源は、互いとは独立に入力トルクを発生させることができる。しかし、第 1 のステータ 222 及び第 2 のステータ 223 を、トランスミッション 240 a を介して互いに結合してもよい。さらに、アクチュエータ 210 a は、アクチュエータアセンブリ 200 a の他のコンポーネントに 3 つの場所において結合されている（すなわち、ロータ 221 が基準接地 11 に、支持構造 250 がシャーシ 12 にストラット 253 を介して、及び第 2 のステータ 223 がシャーシ 12 にリンク 248 a を介して）。こうして、アクチュエータ 210 a は、2 つの独立した入力に対して最大で 3 つの力／トルク出力を与え得る。

20

入力トルク及び反力トルク

【0033】

前述したように、本明細書で説明するアクチュエータは、システム（たとえば、車両）の種々のサブシステムを機械的に駆動する（たとえば、ホイールを回転させる、サスペンションを駆動する）ための複数の出力を与えてもよい。図 2 A に示すアクチュエータアセンブリ 200 a について、アクチュエータ 210 a は、複数の力及び／またはトルク出力をもたらして、（1）ロータ 221 を回転させ（たとえば、ロータに結合されたホイールを回転させて推進させ）、及び／または（2）ストラット 253 に沿って支持構造 250 をスライド可能に調整する（たとえば、サスペンションを駆動する）ことによって、アクチュエータ 210 a をシャーシ 12 及び／または基準接地 11 に対して並進運動させ、及び／または第 1 のステータ 222 と第 2 のステータ 223 との間の余勢に基づいて、システム内の望ましくない力及び／または動きを補償してもよい（たとえば、車両がブレーキをかけているときのアンチダイブ及び／または車両が加速しているときのアンチスクワットをもたらして、車両安定性及び／またはオペレータの快適さを高める）。この実施例では、アクチュエータ 210 a の第 1 のステータ 222 及び第 2 のステータ 223 に印加される反力トルクによって生成される余勢を、異なる方向に沿って印加される 2 つの力成分（たとえば、2 つの直交する力成分）に分離してもよい。2 つの力成分の大きさ及び／または方向を結合してもよい。さらに、余勢をリンク 248 a を介して非ゼロの力として印加してもよく、及び／または支持構造 250 を介して（1）リンク 248 a 及び（2）ストラット 253 に別個の分力として印加してもよい。

30

40

【0034】

1 つのケースでは、第 2 のステータ 223 に結合されたトルク源が非作動のままである一方で、第 1 のステータ 222 に結合されたトルク源が、ロータ 221 に印加される入力トルクを発生させてもよい。入力トルクによって、ロータ 221 が基準接地 11 に対して回転軸 13 の周りに回転してもよい。第 1 のステータ 222 が入力トルクを発生させると、対応する反力トルクも発生して第 1 のステータ 222 に印加される。反力トルク及び入力トルクの大きさは実質的に等しくてもよいが、トルクが印加される方向は実質的に反対

50

であってもよい。たとえば、ロータ 2 2 1 に印加される入力トルクは時計方向に沿っていてもよく、第 1 のステータ 2 2 2 に印加される反力トルクは反時計方向に沿っていてもよい。

【 0 0 3 5 】

第 1 のステータ 2 2 2 に印加される反力トルクによって、第 1 のステータ 2 2 2 が回転軸 1 3 の周りに回転してもよい。しかし、第 1 のステータ 2 2 2 の動きは、トランスミッション 2 4 0 a のリンク 2 4 5 a (第 1 のステータ 2 2 2 にノード 2 4 6 において結合されている) によって制限されてもよい。別の言い方をすると、第 1 のステータ 2 2 2 に印加される反力トルクの少なくとも一部は、トランスミッション 2 4 0 a にリンク 2 4 5 a を介して伝達されてもよい。トランスミッション 2 4 0 a に伝達される反力トルクの一部によって、ジョイントハウジング 2 4 2 が支持構造 2 5 0 に沿ってスライドしてもよく、及び/または反力トルクの一部は第 2 のステータ 2 2 3 にリンク 2 4 5 b を介して伝達してもよい。

10

【 0 0 3 6 】

第 2 のステータ 2 2 3 がシャーシ 1 2 から切り離されると、反力トルクによって、第 1 のステータ 2 2 2 及び第 2 のステータ 2 2 3 が回転軸 1 3 の周りに反対方向に回転し、一方で、トランスミッション 2 4 0 a 内のジョイントハウジング 2 4 2 は支持構造 2 5 0 に沿ってスライドする。第 2 のステータ 2 2 3 とシャーシ 1 2 との間のリンク 2 4 8 a が取り外されると、シャーシ 1 2 とアクチュエータ 2 1 0 との間の何らかの力がサスペンションを通して支持構造 2 5 0 を介して印加される。ステータ 2 2 2 は自分自身を慣性的に加速して、トランスミッション 2 4 0 a を引っ張る。支持構造 2 5 0 は、トランスミッション 2 4 0 a が要求するトルク結合を供給して、ステータ 2 2 3 をリンク 2 4 5 b を介して慣性的に加速する。スピンドル 2 2 4 は、基準接地 1 1 からの力とともにステータ慣性負荷から支持構造への結合力に対して反作用を及ぼし、その結果、サスペンションから反作用を受ける。

20

【 0 0 3 7 】

しかし、第 2 のステータ 2 2 3 をシャーシ 1 2 にリンク 2 4 8 a を介して結合することによって、アクチュエータ 2 1 0 a とシャーシ 1 2 との間に正味の力が付与され、正味の力によってアクチュエータ 2 1 0 a はストラット 2 5 3 に沿って(すなわち、基準接地 1 1 に向かってまたは基準接地 1 1 から離れるように)並進運動する。図 2 A に示すアクチュエータアセンブリ 2 0 0 a の図に関して、反力トルクが第 1 のステータ 2 2 2 に回転軸 1 3 の周りに時計方向に沿って印加されると、アクチュエータ 2 1 0 a は基準接地 1 1 に向かって並進運動する。対照的に、反力トルクが回転軸 1 3 の周りに反時計方向に沿って印加されると、アクチュエータ 2 1 0 a は基準接地 1 1 から離れるように並進運動する。

30

【 0 0 3 8 】

別のケースでは、第 1 のステータ 2 2 2 に結合されたトルク源が非作動のままである一方で、第 2 のステータ 2 2 3 に結合されたトルク源が、ロータ 2 2 1 に印加される入力トルクを発生させてもよい。前述のケースと同様に、入力トルクによって、ロータ 2 2 1 が基準接地 1 1 に対して回転軸 1 3 の周りに回転してもよい。対応する反力トルク(同様の大きさだが、入力トルクと反対方向に印加される)も、第 2 のステータ 2 2 3 に印加されてもよい。しかしこの場合は、反力トルクは、トランスミッション 2 4 0 a を介して間接的に伝達されるのではなくて、リンク 2 4 8 a を通してシャーシ 1 2 に直接伝達されてもよい。反力トルクによって最初に、トランスミッション 2 4 0 a の駆動と第 1 のステータ 2 2 2 の回転とが起きてもよい。しかし定常状態条件下では、第 2 のステータ 2 2 3 に印加される反力トルクは、リンク 2 4 8 a を介して主にシャーシ 1 2 に伝達されてもよい。前述のケースと同様に、反力トルクによって、アクチュエータ 2 1 0 a は、ストラット 2 5 3 に沿って生じる支持構造 2 5 0 の並進運動に基づいて、基準接地 1 1 に向かってまたはそこから離れるように並進運動してもよい。

40

【 0 0 3 9 】

前述のケースの場合、アクチュエータ 2 1 0 a によって発生した出力力及びトルクの大

50

きさ及び方向を、部分的には、第１のステータ２２２及び第２のステータ２２３によってロータ２２１上に付与されるトルクの大きさ及び／または方向を調整することによって制御してもよい。しかし、第１のステータ２２２または第２のステータ２２３のみを介してトルクを与えることによって、出力力／トルクが同時に生じてもよい（望ましくはない場合がある）。たとえば、アクチュエータ２１０aをシャーシ１２に対して並進運動させることなく、ロータ２２１及びスピンドル２２４に結合されたホイールを回転させることが、好ましい場合がある。このようなケースの場合、アクチュエータ２１０aは、第１のステータ２２２及び第２のステータ２２３によって同時にトルクを与えることによって、ある出力をもたらしてもよい。

【００４０】

場合によっては、アクチュエータは、トルク源によって発生した入力トルク及び／または反力トルクを重ね合わせて、どの出力をアクチュエータによって供給するかを選択的に制御する合計及び差動トルクを発生させてもよい。図２Aに示すアクチュエータ２１０aの場合、入力トルクが第１のステータ２２２及び第２のステータ２２３によって同じ方向に付与されると、ロータ２２１は反対方向に回転する。こうして、摩擦及び機械利得（後述する）を無視して、ロータ２２１が受けるトルクを、付与されたトルクのベクトル和と見なしてもよい。同時に、やはり摩擦及び機械利得を無視して、トランスミッション２４０aが受けとるトルクを、付与されたトルクのベクトル差と見なすことができる。トランスミッション２４０aが受ける機械利得によって、アクチュエータ２１０aからのさらなる出力（たとえば、アンチダイブ、アンチスクワット機能用）として利用できる余勢がもたらされてもよい。

【００４１】

たとえば、第１のステータ２２２及び第２のステータ２２３は、同じ大きさ及び方向の入力トルクをもたらしてもよい。こうして、合計トルクが２倍の大きさの入力トルクを有し、その結果、ロータ２２１は回転軸１３の周りに回転する。第１のステータ２２２と第２のステータ２２３とに印加される反力トルクは同様に、同じ大きさを有し、入力トルクと反対の方向に印加される。その代わりに、シャーシ１２にマウントされた支持構造２５０とストラット２５３との間に反力が生成される。

【００４２】

別の実施例では、第１のステータ２２２及び第２のステータ２２３は、同じ大きさで逆方向の入力トルクをロータ２２１に与えてもよい。この場合、入力トルクによってロータ２２１の回転が妨げられる（すなわち、入力トルクは互いにキャンセルする）。第１のステータ２２２及び第２のステータ２２３に印加される、結果として得られる反力トルクは同様に、同じ大きさを有しているが、回転軸１３に対して反対方向に印加される。こうして、反力トルクによって、トランスミッション２４０aが駆動し、及び／または正味の差動トルク出力が生じる（すなわち、差動トルクは、それぞれの反力トルクの強め合う干渉を有する）。その結果、ストラット２５３に沿ってアクチュエータ２１０aの並進運動が生じる（サスペンションを駆動する）。

【００４３】

全般的に、第１のステータ２２２及び第２のステータ２２３は、種々の大きさ及び方向を伴う入力トルクをもたらしてもよい。こうして、アクチュエータ２１０aがもたらす出力力／トルクの相対的な大きさを、入力トルク及び対応する反力トルクの大きさ及び／または方向に基づいて変えてもよい。全般的に、アクチュエータ２１０aにおける一方または両方の入力トルクの大きさ及び／または方向に対する調整によって、以下の出力のうちの１つ以上を発生させてもよい。（１）ロータ２２１を回転させること、（２）アクチュエータ２１０aをストラット２５３に沿って並進運動させること、及び（３）支持構造２５０とストラット２５３との間に反力を発生させること。アクチュエータ２１０aがもたらす出力力／トルクのうちの１つ以上の相対的な大きさ及び／または方向を、入力トルクに対して実質的に連続的な（または別個の）仕方で調整してもよい。たとえば、入力トルク（複数可）の大きさ及び／または方向が連続的に変化すると、出力力／トルクに対する

10

20

30

40

50

連続変化が生じる。

機械利得及び運動比

【 0 0 4 4 】

さらに、トランスミッション 2 4 0 a は機械利得をもたらしてもよい、機械利得は、第 1 のステータ 2 2 2 と第 2 のステータ 2 2 3 との相対位置に依存する運動比として定量化することができる。運動比は、モータ 2 2 0、トランスミッション 2 4 0 a、支持構造 2 5 0、ならびにこれらのコンポーネント及びそれらのサブコンポーネント間の接続部の構造（たとえば、リンク長さ及び形状ならびにノード位置）に依存する。図 2 A では、たとえば、アクチュエータ 2 1 0 a 内のリンク 2 4 5 a 及び 2 4 5 b は同じ長さを有し、ノード 2 4 7 及び 2 4 6 に対称的に結合されている。ノード 2 4 7 及び 2 4 6 は、回転軸 1 3 から同様の半径方向距離にある。したがって、第 1 のステータ 2 2 2 が回転すると、第 2 のステータ 2 2 3 が 1 : 1 運動比で回転する。

10

【 0 0 4 5 】

他の実施形態では、リンク 2 4 5 a 及び 2 4 5 b の幾何学的形状及び／またはノード 2 4 7 及び 2 4 6 の場所を変えて、第 1 のステータ 2 2 2 と第 2 のステータ 2 2 3 との間の異なる運動比を形成してもよい。その結果、第 1 のステータ 2 2 2 及び／または第 2 のステータ 2 2 3 上の入力トルクに対する、アクチュエータ 2 1 0 a からの各出力力／トルクの依存性を変更される。たとえば、第 1 のステータ 2 2 2 に印加される反力トルクによって生じるアクチュエータ 2 1 0 a とシャーシ 1 2 との間のトルクが、第 2 のステータ 2 2 3 に印加される反力トルクよりも大きくなるように、トランスミッション 2 4 0 a を構成してもよい（たとえば、第 1 のステータ 2 2 2 は、車両トランスミッションにおいてより大きいトルクを発生させる低速ギアと類似する方法で機能してもよい）。そうではなく、第 2 のステータ 2 2 3 に印加される反力トルクによって、第 1 のステータ 2 2 2 に印加される反力トルクよりも速いレートの駆動がアクチュエータ 2 1 0 a とシャーシ 1 2 との間に生じてもよい（たとえば、第 2 のステータ 2 2 3 は、車両トランスミッションにおいてより高速を可能にする高速ギアと類似の仕方で機能してもよい）。

20

【 0 0 4 6 】

別の実施例では、第 1 のステータ 2 2 2 及び第 2 のステータ 2 2 3 の可動域を、出力力／トルクが部分的に第 1 のステータ 2 2 2 及び第 2 のステータ 2 2 3 の角度位置に依存するように変更してもよい。たとえば、第 1 のステータ 2 2 2 及び第 2 のステータ 2 2 3 の回転範囲を限定する機械的ストップを、アクチュエータ 2 1 0 a 内に組み込んでもよい。機械的ストップは、アクチュエータ 2 1 0 a が特定のノードにおいて差動トルク出力を発生させることができる角度範囲を規定してもよい。機械的ストップを支持構造 2 5 0 に結合してもよい。このようにして、アクチュエータ 2 1 0 a ならびにその内部及び外部接続部の幾何学的形状を、アクチュエータ 2 1 0 a が生成する種々の出力力／トルクを調整するように選択してもよい。

30

【 0 0 4 7 】

またトランスミッション 2 4 0 a は、第 1 のステータ 2 2 2 と第 2 のステータ 2 2 3 との間に非対称応答を発生させてもよい。たとえば、第 2 のステータ 2 2 3 は、第 1 のステータ 2 2 2 に印加される反力トルクに応じて回転してもよいが、第 1 のステータ 2 2 2 は、第 2 のステータ 2 2 3 に印加される反力トルクに応じて回転しなくてもよい。これは、たとえばラチェティングメカニズムを用いて、第 1 のステータ 2 2 2 は一方向に沿ってのみ（たとえば、時計回りにのみ、反時計回りにのみ）回転することができ、一方で第 2 のステータ 2 2 3 は 1 つ以上の方向に自由に（たとえば、時計回り及び反時計回りに）回転するようにすることで、達成され得る。第 1 のステータ 2 2 2 と第 2 のステータ 2 2 3 との間に非対称応答があると、入力トルク及び／または反力トルクに対する出力力／トルクの依存性を変更する別のパラメータがもたらされ得る。2 つのステータ間の運動比は、一定である必要もまたは線形である必要もない。

40

ロッカージョイントを介してシャーシに結合したステータを伴うアクチュエータ

【 0 0 4 8 】

50

図 2 B に、ロッカージョイントトランスミッション 2 4 0 b とシャーシ 1 2 に直接結合されたステータとを伴う別の典型的なアクチュエータアセンブリ 2 0 0 b を示す。図示したように、アクチュエータアセンブリ 2 0 0 b は、図 2 A のアクチュエータアセンブリ 2 0 0 a といくつかの類似点を共有している。アクチュエータアセンブリ 2 0 0 b には、図 2 A と同様に、モータ 2 2 0、トランスミッション 2 4 0 b、及び支持構造 2 5 0 が含まれる。モータ 2 2 0 には、回転軸 1 3 を規定するスピンドル 2 2 4 に結合されたロータ 2 2 1 が含まれる。スピンドル 2 2 4 はやはり基準接地 1 1 に結合されている。またモータ 2 2 0 には、第 1 のステータ 2 2 2 及び第 2 のステータ 2 2 3 が含まれている。これらはそれぞれ、トルク源を支持し、スピンドル 2 2 4 と同軸である。スピンドル 2 2 4 は、シャーシ 1 2 に堅固にマウントされたストラット 2 5 3 に沿ってスライド可能に調整することができる支持構造 2 5 0（たとえば、ストラットハウジング）によって支持されている。パネ 2 5 4 a 及び 2 5 4 b を用いて、アクチュエータ 2 1 0 b に対する復元力を与えてもよい。

10

【0049】

この場合、ロッカージョイントトランスミッション 2 4 0 b には、ノード 2 4 3 の周りに回転するロッカージョイントアーム 2 4 4 が含まれる。図示したように、トランスミッション 2 4 0 b には、対応するピンジョイント（またはボールジョイント）を介して、第 1 のステータ 2 2 2 にノード 2 4 6 において結合されたリンク 2 4 5 a と、第 2 のステータ 2 2 3 にノード 2 4 7 において結合されたリンク 2 4 5 b とが含まれる。リンク 2 4 5 a 及び 2 4 5 b は、ロッカージョイントアーム 2 4 4 に結合されており、ロッカージョイントアーム 2 4 4 自体は、支持構造 2 5 0 にノード 2 4 3 において結合されている。ロッカージョイントアーム 2 4 4 を、リンク 2 4 5 a 及び 2 4 5 b ならびに支持構造 2 5 0 に、対応するピンジョイント（またはボールジョイント）を介して結合してもよい。

20

【0050】

また第 2 のステータ 2 2 3 は、リンク 2 4 8 b によってシャーシ 1 2 に直接結合されている。リンク 2 4 8 b は、第 2 のステータ 2 2 3 にノード 2 4 9 において結合している。ここで、ノード 2 4 9 はノード 2 4 7 とは一緒に配置されていない。その代わりに、たとえば、図 2 B に示すようなカムによって、半径方向にずれている。リンク 2 4 8 b の長さ及びノード 2 4 9 の（半径方向の）場所は、第 2 のステータ 2 2 3 の回転と支持構造 2 5 0 の並進運動との間の所望の運動比が得られるように選択することができる。

30

【0051】

アクチュエータアセンブリ 2 0 0 b は、アクチュエータアセンブリ 2 0 0 a と同様の仕方で動作してもよい。トランスミッション 2 4 0 a をトランスミッション 2 4 0 b の瞬時の直線化と見なしてもよい。第 1 のステータ 2 2 2 及び第 2 のステータ 2 2 3 上のトルク源はそれぞれ、ロータ 2 2 1 に印加される入力トルクを発生させてもよく、その結果、ロータ 2 2 1 が基準接地 1 1 に対して回転軸 1 3 の周りに回転する。各トルク源は、第 1 のステータ 2 2 2 及び第 2 のステータ 2 2 3 に印加される対応する反力トルクを発生させてもよい。第 2 のステータ 2 2 3 の場合、印加される反力トルクはリンク 2 4 8 b を介してシャーシ 1 2 に直接伝達されてもよく、その結果、アクチュエータ 2 1 0 b は、ストラット 2 5 3 に沿って基準接地 1 1 から離れるようにまたはこれに向かって並進運動させ得る。

40

【0052】

第 1 のステータ 2 2 2 の場合、印加される反力トルクはリンク 2 4 5 a を介してロッカージョイントアーム 2 4 4 に伝達されてもよい。その結果、ロッカージョイントアーム 2 4 4 は支持構造 2 5 0 に対してノード 2 4 3 の周りに回転させ得る。しかし、その代わりに、第 2 のステータ 2 2 3 をシャーシ 1 2 に結合するリンク 2 4 8 b が課す制限によって、第 1 のステータ 2 2 2 からトランスミッション 2 4 0 b に伝達される反力トルクの少なくとも一部が、リンク 2 4 5 b を介して第 2 のステータ 2 2 3 に伝達されてもよい。この反力トルクは次に、アクチュエータ 2 1 0 b とシャーシ 1 2 との間に正味の力またはトルクを形成してもよく、その結果、支持構造 2 5 0 を介してストラット 2 5 3 に沿ってアクチュエータ 2 1 0 b の並進運動が生じる。また反力ノトルクを支持構造 2 5 0 とシャーシ

50

１２との間に印加してもよく、これを別の出力（たとえば、アンチダイブ、アンチスクワット）として用いてもよい。

【００５３】

ロッカージョイントアーム２４４の幾何学的形状を変更して、各出力力／トルクの、第１のステータ２２２及び第２のステータ２２３上のトルク源によって生じたそれぞれの入力トルク及び／または反力トルクに対する依存性を調整してもよい。たとえば、ロッカージョイントアーム２４４の長さは、第１のステータ２２２及び／または第２のステータ２２３に対する角回転の範囲に影響してもよい。ロッカージョイントアーム２４４の向きは、ノード２４７及び２４６のそれぞれの場所ならびにリンク２４５a及び２４５bの長さに依存し得るが、トランスミッション２４０bが支持構造２５０に印加する反力の方向に影響してもよい。たとえば、ロッカージョイントアーム２４４は、力が主にアームの長さに沿って伝達される細長部材であってもよい（横力の方がロッカージョイントアーム２４４を回転させる可能性が高い）。

Panhardリンク及び同軸駆動及び差動シャフトを伴う軸方向磁束モータ

【００５４】

図３A～３Dに、図２Bのアクチュエータ２１０bと運動学的に同等である典型的なアクチュエータ３１０のいくつかの図を示す。図示したように、アクチュエータ３１０には軸方向磁束モータ３２０が含まれていてもよい。モータ３２０には、スピンドル３２４にマウントされたロータ３２１が含まれる。モータ３２０にはさらに、第１のステータ３２２及び第２のステータ３２３が含まれている。これらは、スピンドル３２４によって同軸に制限され、ロータ３２１の対向する側面上に配置されている。図示したように、第１のステータ３２２及び第２のステータ３２３はそれぞれ、それぞれのハウジングに結合されていてもよい。ハウジングは共に、実質的に密閉された空洞を形成してロータ３２１を含み、一方で依然として第１のステータ３２２と第２のステータ３２３との間の回転運動を可能にしている。

【００５５】

第１のステータ３２２及び第２のステータ３２３にはそれぞれ、トルク源が含まれている。トルク源には、ロータ３２１またはそれぞれのステータ上に配置された１つ以上の磁石と、１つ以上の磁石と反対側でロータ３２１またはそれぞれのステータ上に配置された１つ以上のコイルとが含まれている。電流がコイル（複数可）に、付随するエレクトロニクス（図示せず）を介して印加されると磁場が発生し、そして磁場は磁石（複数可）の永久磁場と相互に作用して、ロータ３２１（及び／またはステータ）を回転させる。この軸方向磁束モータ３１０の場合、磁石及びコイルがロータ３２１及びステータの面上に、それぞれマウントされている。またモータ３２０は、半径方向磁束モータ（１つ以上の磁石及びコイルが、周囲（たとえば、ロータ３２１の外縁、ロータ３２１を囲むステータの内縁）上にマウントされている）、または組み合わせである半径－軸方向磁束モータであってもよい。

【００５６】

アクチュエータ３１０には、モータ３２０及びトランスミッション３４０に対する機械的な支持を与える支持構造３５０が含まれていてもよい。前述したように、支持構造２５０はアクチュエータ３１０の基準フレームに対して静止したままであってもよい。別言すれば、支持構造３５０は、モータ３２０及びトランスミッション３４０に対して動かないが、基準接地またはシャーシに対しては動く。図示したように、支持構造３５０によって、他の自由度を制限しながら、スピンドル３２４を回転させることを可能にし得る。また支持構造２５０は、支持構造３５０をストラットハウジングに結合するための開口部３１１を規定してもよい（図４A～４C参照）。図示したように、開口部３１１は、ストラットハウジングを挿入できるように成形してもよい。１つ以上の留め具を用いて、支持構造３５０をストラットハウジングに確実に結合してもよい。

【００５７】

トランスミッション３４０には、第１のステータ３２２にノード３４６において結合す

10

20

30

40

50

る第1の弓形リンク345aと、第2のステータ323にノード347において結合する第2の弓形リンク354bとが含まれていてもよい。リンク345a及び345bは、ノード343を通して回転軸に沿って支持構造350に対して回転するトーションバー344に結合されている。トーションバー344は、支持構造350における開口部（トーションバーの他の自由度を制限しながらトーションバー344が回転できるようにする）内に配置されていてもよい。この実施例では、支持構造350によって、トーションバーの質量中心の動きが支持構造350に対する特定の弓形に制限される。

【0058】

図2Bのアクチュエータ210bと同様に、図3のアクチュエータ310は、ロータ321に印加される合計トルクと差動トルク出力を発生させるように構成されている。これらの出力力/トルクを用いて種々のサブシステムを駆動してもよい。たとえば、合計トルクによってドライブシャフトをスピンさせて、その結果、ホイールを回転させてもよい。そして差動トルクがアクティブサスペンションシステムを駆動してもよい。

【0059】

図4A~4Cに、図3A~3Dのアクチュエータ310を組み込むアクチュエータアセンブリ400のいくつかの図を示す。図示したように、アクチュエータ310はサスペンションシステムに統合されている。サスペンションシステムでは、アクチュエータ310が、合計トルクを用いて、スピンドル324に結合されたホイール410を回転させる。差動トルクを用いて、シャーシ12に結合されたサスペンションを駆動する。

【0060】

図4A~4Cに、開口部311を介してストラットハウジング412に結合されたアクチュエータ310の支持構造350を示す。ストラットハウジング412は、シャーシ12に結合されたストラット453に沿ってスライド可能に調整することができる。バネ454は、ストラット453に沿って配置され、シャーシ12及び支持構造350に結合されて、サスペンションが駆動されるときに復元力を与える。アクチュエータアセンブリ400にはさらに、第2のステータ323をシャーシ12にノード349において結合するリンク448（引張圧縮部材またはブッシュロッドとして示す）が含まれている。図示したように、リンク448を第2のステータ323及びシャーシ12に、それぞれのボールジョイントを介して結合してもよい。アクチュエータアセンブリ400にはまた、下方の制御アーム482及びタイロッド480が含まれていてもよい。これらはそれぞれ、一端においてシャーシ12に結合され、もう一端において支持構造350に結合されている。下方の制御アーム482及びタイロッド480によってさらに、支持構造350の運動学的な動きが制限されてもよい。こうして、ストラットハウジング412、ストラット453、下方の制御アーム482、及びタイロッド480は共に、MacPhersonストラットサスペンションを構成している。

【0061】

第1のステータ322及び第2のステータ323に印加される反力トルクによって、余勢を発生させてもよい。余勢は、リンク448に沿ってシャーシ12に伝達して、アクチュエータ310をストラットハウジング412を介してストラット453に沿って並進運動させてもよく、及び/または車両がブレーキをかけているかまたは加速しているときにアクチュエータ310の圧縮または伸張をそれぞれ防いでよい。前述したように、反力/トルクをストラットハウジング412とストラット453との間に発生させてもよく、これによって、別の出力を与える（たとえば、力成分に対して反作用を及ぼす）ことができる。

ロッカーリンク及びオフセット駆動及び差動シャフトを伴う軸方向磁束モータ

【0062】

図5A~5Eに、トランスミッション540を伴う別の典型的なアクチュエータ510を示す。トランスミッション540は、軸方向磁束モータ520内での第1のステータ522及び第2のステータ523の動きを制限するロッカーリンクを有している。アクチュエータ310と同様に、トランスミッション540にはトーションバー544が含まれて

10

20

30

40

50

いる。トーションバー 5 4 4 は、スピンドル 5 2 4 の回転軸に平行な軸に沿って回転するように支持構造 5 5 0 によって制限された機械的に剛性のコンポーネントである。トーションバー 5 4 4 は、リンク 5 4 5 a を介して第 1 のステータ 5 2 2 にノード 5 4 6 において、またリンク 5 4 5 b を介して第 2 のステータ 5 2 3 にノード 5 4 7 において結合されている。リンク 5 4 5 a 及び 5 4 5 b は、それらのそれぞれのジョイントにおいて回転可能に自由である。支持構造 5 5 0 は、吊り下げまたは負荷応答基準フレーム（たとえば、車両シャーシ）にマウントしてもよい。このケースの場合、第 2 のステータ 5 2 3 を、第 2 のステータ 5 2 3 上の差動シャフト 5 6 2 を介して外部のサブシステムにノード 5 4 9 において結合してもよい。差動シャフト 5 6 2 は、ロータ 5 2 1 及びスピンドル 5 2 4 と同じ回転軸の周りに回転してもよい。アクチュエータ 3 1 0 と比べて、アクチュエータ 5 1 0 は同様に動作する。ただし、差動トルクは、リンクまたはプッシュロッド部材（たとえば、リンク 4 4 8 ）を通して力として出力されるのではなく、差動シャフト 5 6 2 を介して出力される。

【 0 0 6 3 】

図 6 A に、図 5 A ~ 5 E のアクチュエータ 5 1 0 をハブモータとして組み込む典型的なアクチュエータアセンブリ 6 0 0 a を示す。図示したように、ロータ 5 2 1 に印加される合計トルクによって、スピンドル 5 2 4 にマウントされたホイール 4 1 0 を回転させてもよい。差動シャフト 5 6 2 がもたらす差動トルクをトルクシャフト 6 1 0 に印加してもよい。このように、アクチュエータ 5 1 0 は、パネ下質量からシャーシ 1 2 を駆動するために力/トルク出力を直接発生させることはなく、むしろ、差動トルクをシャーシ 1 2 に対して内側のトルクシャフト 6 1 0 を介して純粋なトルクとして伝達する。トルクシャフト 6 1 0 に伝達されたトルクを用いて、他のサブシステムを駆動してもよい（たとえば、別のメカニズムを介してサスペンションを駆動する）。またアクチュエータアセンブリ 6 0 0 a には、サスペンションの一部を構成する下方の A - アーム 6 8 2、上部の A - アーム 6 8 4、及びタイロッド 6 8 0 が含まれている。A - アーム 6 8 2 及び 6 8 4 ならびにタイロッド 6 8 0 は、シャーシ 1 2 及び支持構造 5 5 0 に結合されている（アーム 6 8 2 及び 6 8 4 ならびにタイロッド 6 8 0 が結合されている支持構造 5 5 0 の部分は図示せず）。

【 0 0 6 4 】

図 6 B に、アクチュエータ 5 1 0 が車両のパネ上質量またはシャーシ 1 2 の内側にマウントされている別の典型的なアクチュエータアセンブリ 6 0 0 b を示す。図示したように、アクチュエータアセンブリ 6 0 0 b には、モータ 5 2 0 のスピンドル 5 2 4 をホイール 4 1 0 に結合するドライブシャフト 6 2 4 が含まれている。こうして、ロータ 5 2 1 に印加される合計トルクを用いて、ホイール 4 1 0 をドライブシャフト 6 2 4 を介して回転させてもよい。差動シャフト 5 6 2 は、差動トルクを駆動部材 6 2 2 に伝達するリンケージ 6 2 0 に結合されている。駆動部材 6 2 2 は他のサブシステム（たとえば、サスペンションメカニズムを駆動する）に結合されていてもよい。

【 0 0 6 5 】

図 6 C に、図 3 A ~ 3 D のアクチュエータ 3 1 0 が振りアームサスペンション内に組み込まれた別の典型的なアクチュエータアセンブリ 6 0 0 c を示す。振りアームサスペンションは典型的に、種々のタイプの車両（たとえば、限定することなく、モーターサイクル、自転車、及びスクーター）において用いられる。図示したように、アクチュエータ 3 1 0 を支持フレーム 6 3 0 にマウントしてもよい。支持フレーム 6 3 0 は、ホイール 4 1 0 の両側を支持するフォークを有していてもよい。支持フレーム 6 3 0 はシャーシ 1 2 に、アーム 6 3 2（たとえば、リーディングアーム、トレーリングアーム）を介してマウントしてもよい。アーム 6 3 2 は、支持フレーム 6 3 0 及びシャーシ 1 2 に回転可能に結合されている。アーム 6 3 2 は、ホイールの質量中心の移動を、曲線経路（たとえば、円弧）に沿うように制限してもよい。また支持フレーム 6 3 0 を緩衝装置 6 3 4 を介してシャーシ 1 2 に結合して、サスペンションをもたらしようにしてもよい。緩衝装置 6 3 4 を、ピンジョイントを介して支持フレーム 6 3 0 に結合してもよい。アクチュエータ 3 1 0 をロッド 6 3 6 を介してシャーシ 1 2 に結合してもよい。ロッド 6 3 6 は、シャーシ 1 2 及び

10

20

30

40

50

アクチュエータ 3 1 0 に回転可能に結合されている。

【 0 0 6 6 】

こうして、ロッド 6 3 6 をアクチュエータ 3 1 0 (たとえば、差動トルク)によって駆動して、ストラット 6 3 4 がロッド 6 3 6 によって収縮または伸長するようにしてもよい。トランスミッション 3 4 0 によって、第 1 のステータ 3 2 2 を第 2 のステータ 3 2 3 にリンク 3 4 5 a 及び 3 4 5 b ならびにトーションバー 3 4 4 を介して結合してもよく、その結果、反力トルクを第 1 のステータ 3 2 2 から第 2 のステータ 3 2 3 に(または逆もまた同様)伝達することができる。こうして、ロッド 6 3 6 を第 1 のステータ 3 2 2 または第 2 のステータ 3 2 3 に接続してもよい。

ベベルギアトランスミッションを伴う軸方向磁束モータ

10

【 0 0 6 7 】

図 7 A に、ベベルギアトランスミッション 7 4 0 a を有する別の典型的なアクチュエータ 7 1 0 a を示す。図示したように、アクチュエータ 7 1 0 a には、スピンドル 7 2 4 にロータ 7 2 1 がマウントされた軸方向磁束モータ 7 2 0 が含まれていてもよい。モータ 7 2 0 には、第 1 のステータ 7 2 2 a 及び第 2 のステータ 7 2 3 a が含まれていてもよい。これらは、ロータ 7 2 1 の対向する側に配置され、1 つ以上のベアリング(それぞれ「X」を伴う円として表している)を介してスピンドル 7 2 4 の周りに回転するように同軸に制限されている。モータ 7 2 0 は、支持構造 7 5 0 に支持されて囲まれていてもよい。トランスミッション 7 4 0 a は、第 1 のステータ 7 2 2 a を第 2 のステータ 7 2 3 a にベベルギア 7 4 8 a を介して結合してもよい。ベベルギア 7 4 8 a は、1 つ以上のベアリングを介して支持構造 7 5 0 に対してノード 7 4 3 において回転してもよい。全般的に、1 つのベベルギア 7 4 8 a のみを用いてもよい。しかし、図 7 A に示すトランスミッション 7 4 0 a には、さらなる機械的な支持を与えるために 2 つのベベルギア 7 4 8 a が含まれている。

20

【 0 0 6 8 】

ベベルギア 7 4 8 a には、第 1 のステータ 7 2 2 a 上の対応するギア歯とノード 7 4 6 において、また第 2 のステータ 7 2 3 a 上の対応するギア歯とノード 7 4 7 において噛み合う 1 つ以上のギア歯が含まれていてもよい。こうして、反力トルクに応じた第 1 のステータ 7 2 2 a の回転によって、ベベルギア 7 4 8 a が回転し、その結果、第 2 のステータ 7 2 3 a が反対方向に回転する。このように、ベベルギアトランスミッション 7 4 0 a によって、第 1 のステータ 7 2 2 a と第 2 のステータ 7 2 3 a との間の逆回転がもたらされる。こうして、アクチュエータ 7 1 0 a は、図 2 B に示すアクチュエータ 2 1 0 b と同様に運動学的に動作する。合計トルクを印加してロータ 7 2 1 を回転させてもよく、差動トルクを、第 2 のステータ 7 2 3 a に固定された差動シャフト 7 6 2 において出力してもよい。反力/トルクをベベルギア 7 4 8 a を介して支持構造 7 5 0 に印加してもよい。

30

【 0 0 6 9 】

図 7 B に、デュアルベベルギアメカニズムを伴うトランスミッション 7 4 0 b を有する別の典型的なアクチュエータ 7 1 0 b を示す。トランスミッション 7 4 0 b には、同じスピンドル 7 2 4 にマウントされた別個のベベルギアを介して第 1 のステータ 7 2 2 b 及び第 2 のステータ 7 2 3 b と噛み合うデュアルベベルギア 7 4 8 b が含まれている。デュアルベベルギア 7 4 8 b によって、デュアルベベルギア 7 4 8 b におけるベベルギアの相対サイズ及び/またはスピンドル軸 1 3 からの相対的な歯直径に基づいて、第 1 のステータ 7 2 2 b と第 2 のステータ 7 2 3 b との間の異なる運動比が可能になってもよい。たとえば、第 1 のステータ 7 2 2 b に結合されたギアは、第 2 のステータ 7 2 3 b に結合されたギアより大きくてもよく、その結果、第 1 のステータ 7 2 2 b とデュアルベベルギア 7 4 8 b との間に伝達されるトルクが増幅され、及び/または第 2 のステータ 7 2 3 b とデュアルベベルギア 7 4 8 b との間の回転速度が増幅される。

40

【 0 0 7 0 】

図 7 C に、遊星歯車メカニズムを伴うトランスミッション 7 4 0 c を有する別の典型的なアクチュエータ 7 1 0 c を示す。この場合、トランスミッション 7 4 0 c には、スピン

50

ドル 7 2 4 の回転軸に平行な回転軸の周りに回転する遊星歯車 7 4 8 c が含まれていてもよい。図示したように、支持構造 7 5 0 によって、遊星歯車 7 4 8 c の他の並進運動及び回転の自由度が制限されてもよい。アクチュエータ 7 1 0 c は、図 7 A のアクチュエータ 7 1 0 a と同様に動作してもよい。

【 0 0 7 1 】

図 7 D に、モータ 7 2 0 から支持構造 7 5 0 内に収容されたベベルギアメカニズム（支持構造 7 5 0 内に配置されている）がトランスミッション 7 4 0 d に含まれる別の典型的なアクチュエータ 7 1 0 d を示す。この場合、第 1 のステータ 7 2 2 d は、差動トルクを伝達する差動シャフト 7 6 4 にマウントされている。ロータ 7 2 1 及び第 2 のステータ 7 2 3 d は差動シャフト 7 6 4 と同軸である。ロータ 7 2 1 にはさらに、第 1 のステータ 7 2 2 d を部分的に囲むロータフレーム 7 2 6 に結合されたドライブシャフト（スピンドル）7 2 4 が含まれている。アクチュエータ 7 1 0 d は、図 7 A のアクチュエータ 7 1 0 a と同様に動作し、トランスミッション 7 4 0 d には、第 1 のステータ 7 2 2 d 及び第 2 のステータ 7 2 3 d と噛み合うベベルギア 7 4 8 d が含まれている。しかし、この場合は、第 2 のステータ 7 2 3 d はトランスミッション 7 4 0 d を介して第 1 のステータ 7 2 2 d に反力トルクを伝達する。

【 0 0 7 2 】

図 7 E に、トランスミッション 7 4 0 e に遊星歯車メカニズムが含まれ、第 1 のステータ 7 2 2 e が差動シャフト 7 6 4 を介して差動トルクを出力する別の典型的なアクチュエータ 7 1 0 e を示す。アクチュエータ 7 1 0 e はアクチュエータ 7 1 0 d と同様である。ただし、ベベルギア 7 4 8 d の代わりに遊星歯車 7 4 8 e を用いて、第 1 のステータ 7 2 2 e と第 2 のステータ 7 2 3 e とを結合している。図示したように、遊星歯車 7 4 8 e は、差動シャフト 7 6 4 の回転軸に平行な軸の周りに回転してもよく、他の点では、支持構造 7 5 0 によって他の並進運動及び回転の自由度に沿って制限されていてもよい。

プーリトランスミッションを伴う軸方向磁束モータ

【 0 0 7 3 】

図 8 A に、ベルトメカニズムを用いて反力トルクを伝達する典型的なトランスミッション 8 4 0 a を示す。図示したように、第 1 のステータ 8 2 2 を、シャフトにマウントされたプーリ 8 3 2 に結合してもよい。第 2 のステータ 8 2 3 を、1 つ以上のベアリングを介して第 1 のステータ 8 2 2 の周りに同心円状に回転するシャフトにマウントされたプーリ 8 3 1 に結合してもよい。プーリ 8 3 1 及び 8 3 2 を、プライマリープーリ 8 3 0 にベルト 8 3 6 及び 8 3 8 をそれぞれ介して結合してもよい。プライマリープーリ 8 3 0 を支持構造 8 5 0 に結合して、それによって制限してもよい。こうして、第 2 のステータ 8 2 3 が回転すると、ベルト 8 3 6 を介してプライマリープーリ 8 3 0 が回転し、その結果、ベルト 8 3 8 を介して第 1 のステータ 8 2 2 が反対方向に回転する。このようにして、トランスミッション 8 4 0 a は、図 2 A ~ 7 E のトランスミッションと同様の機能を与えてもよい。トランスミッション 8 4 0 a にはまた、ベルト 8 3 8 をガイドし及び / またはベルト 8 3 8 に張力を与えるアイドラプーリ 8 3 4 が含まれていてもよい。

【 0 0 7 4 】

アイドラプーリ 8 3 4 を支持構造 8 5 0 によって並進運動的に制限してもよい。さらに、チェーン及び / またはケーブルをベルト 8 3 6 及び 8 3 8 の代わりに用いてもよい。ベルト 8 3 6 及び 8 3 8 は、それぞれのプーリとの摩擦接触に基づいてトルクを伝達してもよい。こうして、ベルト 8 3 6 及び 8 3 8 の寸法及び / またはトランスミッション 8 4 0 a の構造を、ベルト 8 3 6 及び 8 3 8 と、それぞれのプーリとの間の接触面積が増加するように適応させて、滑りを減らしてもよい。場合によっては、さらに滑りを減らすために、ベルト 8 3 6 及び 8 3 8 はプーリ上の対応する歯と噛み合う歯を有してもよい。しかし、場合によっては、ベルト 8 3 6 及び 8 3 8 が、制御された方法で滑ることが好ましい場合がある。

【 0 0 7 5 】

図 8 B に、シングルプーリトランスミッション 8 4 0 b を伴う典型的なアクチュエータ

８１０ｂを示す。図示したように、アクチュエータ８１０ｂには、同じ回転軸の周りに回転する第１のステータ８２２及び第２のステータ８２３が含まれていてもよい。トランスミッション８１０ｂには、ベルト８４３であって、一端は第１のステータ８２２にノード８４６において結合され、もう一端は第２のステータ８２３にノード８４７において結合されたベルト８４３が含まれていてもよい。ベルト８４３を、第１のステータ８２２と第２のステータ８２３との間に配置されたプーリ８４２によってガイドしてもよい。こうして、第１のステータ８２２が回転すると、第１のステータ８２２に沿ってベルト８４３が引かれる。その結果、張力がベルト８４３に沿って発生し、それに応じてプーリ８４２及び第２のステータ８２３が回転する。詳細には、第２のステータ８２３は第１のステータ８２２とは反対方向に回転する。このデザインの場合、第１のステータ８２２及び第２のステータ８２３の角変位の範囲を調整するように、ベルト８４３の長さを適応させてもよい。

10

【００７６】

図８Ｃに、デュアルプーリトランスミッション８４０ｃを伴う典型的なアクチュエータ８１０ｃを示す。図示したように、トランスミッション８４０ｃには、プーリ８４４ａ及び８４４ｂが含まれていてもよい。両方ともベルト８４５をガイドするために用いられる。図８Ｂのアクチュエータ８１０ｂにおけるベルト８４３とは異なり、アクチュエータ８１０ｃにおけるベルト８４５は、第１のステータ８２２にも第２のステータ８２３にも固定されていない。その代わりに、ベルト８４５は、第１のステータ８２２、第２のステータ８２３、及びプーリ８４４ａ及び８４４ｂの周りに、張力を受けて巻かれている。しかし、第１のステータ８２２と第２のステータ８２３との間に逆回転の動きをもたらすことによって、アクチュエータ８１０ｃはアクチュエータ８１０ｂと同様に動作する。このデザインの場合、ベルト８４５の長さを、第１のステータ８２２、第２のステータ８２３、ならびにプーリ８４４ａ及び８４４ｂのサイズ及び配置によって制限してもよい。

20

【００７７】

図８Ｄに、シングルプーリ、デュアルベルトトランスミッション８４０ｄを伴う典型的なアクチュエータ８４０ｄを示す。図示したように、トランスミッション８４０ｄには、第１のステータ８２２及び第２のステータ８２３の回転軸に平行な回転軸の周りに回転する円筒型プーリ８４６が含まれていてもよい。この設計の場合、トランスミッション８４０ｄには、第１のステータ８２２をプーリ８４６に結合するベルト８４９ａと、第２のステータ８２３をプーリ８４６に結合するベルト８４９ｂとが含まれている。ベルト８４９ａを撚り合わせて、プーリ８４６の周りに巻き付くさらなるループを形成して、トランスミッション８４０ｄが、第１のステータ８２２と第２のステータ８２３との間に逆回転の動きを与えるようにしてもよい。場合によっては、ベルト８４９ａ及び８４９ｂの一方または両方をそれらのそれぞれのステータに固定して、回転の範囲を制限してもよい。

30

【００７８】

図８Ｅ及び８Ｆに、デュアルヘリカルギアトランスミッション８４０ｅを伴う典型的なアクチュエータ８１０ｅのいくつかの図を示す。図示したように、トランスミッション８４０ｅには、支持構造８５０に対して回転するヘリカルギア８６０及び８６２が含まれていてもよい。ヘリカルギア８６０及び８６２が噛み合ってもよく、その結果、ギア８６０と８６２との間に逆回転の動きが生じる。第１のステータ８２２を、ヘリカルギア８６０にマウントされたプーリによってガイドされたベルト８６６を介して、ヘリカルギア８６０に結合してもよい。同様に、第２のステータ８２３を、ヘリカルギア８６２にマウントされたプーリによってガイドされたベルト８６８を介して、ヘリカルギア８６２に結合してもよい。こうして、第１のステータ８２２が回転すると、ベルト８６６が引っ張られて張力が生じ、ヘリカルギア８６０が回転する。その結果、ヘリカルギア８６２及び第２のステータ８２３が、ベルト８６８を介して反対方向に回転する。ベルト８６６及び８６８をそれぞれ、アイドラ－８６４を介して張力を受けて保持してもよい。アイドラ－８６４を支持構造８５０によって制限して、ヘリカルギア８６０及び８６２に平行な軸の周りに回転するようにしてもよい。

40

50

シャーシに結合したトランスミッションを伴う典型的なアクチュエータ

【 0 0 7 9 】

図 9 A に、スライディングジョイントトランスミッション 9 4 0 a を伴うアクチュエータアセンブリ 9 0 0 a を示す。スライディングジョイントトランスミッション 9 4 0 a では、トランスミッション 9 4 0 a がシャーシ 1 2 に直接結合されている。図示したように、アクチュエータアセンブリ 9 0 0 a には、モータ 9 2 0 を伴うアクチュエータ 9 1 0 a、トランスミッション 9 4 0 a、及び支持構造 9 5 0 が含まれている。前述と同様に、モータ 9 2 0 には、回転軸 1 3 を規定するスピンドル 9 2 4 に取り付けられたロータ 9 2 1 が含まれている。スピンドル 9 2 4 を基準接地 1 1 に機械的に結合してもよい（たとえば、道路上のホイールを介して）。モータ 9 2 0 にはさらに、第 1 のステータ 9 2 2 及び第 2 のステータ 9 2 3 が含まれている。これらはそれぞれ、ロータ 9 2 1 にトルクを印加するトルク源を支持している（図示せず）。第 1 のステータ 9 2 2 及び第 2 のステータ 9 2 3 を、1 つ以上のベアリングを介してスピンドル 9 2 4 に同軸に制限してもよい。スピンドル 9 2 4 をさらに、支持構造 9 5 0 に結合してもよい。支持構造 9 5 0 は、シャーシ 1 2 に堅固に結合されたストラット 9 5 3 に沿って、スライド可能に調整できてもよい。前述と同様に、アクチュエータアセンブリ 9 0 0 a には、アクチュエータ 9 1 0 a に対する復元力を与えるバネ 9 5 4 a 及び 9 5 4 b が含まれていてもよい。

【 0 0 8 0 】

またトランスミッション 9 4 0 a は、以前の実施形態と同様に、第 1 のステータ 9 2 2 及び第 2 のステータ 9 2 3 に結合していてもよい。トランスミッション 9 4 0 a には、ノード 9 4 6 における第 1 のステータ 9 2 2 をノード 9 4 3 におけるジョイントハウジング 9 4 2 に結合するリンク 9 4 5 a と、ノード 2 2 0 4 における第 2 のステータ 9 2 3 をジョイントハウジング 9 4 2 に結合するリンク 9 4 5 b と、が含まれていてもよい。リンク 9 4 5 a 及び 9 4 5 b をステータ及びジョイントハウジング 9 4 2 に、ピンジョイント（またはボールジョイント）を介して結合してもよい。この実施形態におけるトランスミッション 9 4 0 a は、ノード 9 4 9 においてシャーシ 1 2 にリンク 9 4 8 を介して直接結合されている。リンク 9 4 8 によって、アクチュエータ 9 1 0 a 内で反力トルクが伝達される方法が変わる。たとえば、反力トルクが第 1 のステータ 9 2 2 に印加されると、反力トルクの少なくとも一部はリンク 9 4 5 a を介してジョイントハウジング 9 4 2 に伝達される。その結果、ジョイントハウジング 9 4 2 が支持構造 9 5 0 に沿ってスライドする。しかし、ジョイントハウジング 9 4 2 はシャーシ 1 2 に直接結合されているため、反力トルクは主に、トランスミッション 9 4 0 a からシャーシ 1 2 に伝達する（第 2 のステータ 9 2 3 に伝達されるのではなくて）。反力トルクが第 2 のステータ 9 2 3 に印加されると、同様の作用がもたらされる。第 2 のステータ 9 2 3 は第 1 のステータ 9 2 2 から反力トルクを受けないため、対応するトルク源から同様の反力トルクを印加するときに、第 1 のステータ 9 2 2 及び第 2 のステータ 9 2 3 を対称的に装着してもよい。

【 0 0 8 1 】

しかしながら、アクチュエータ 9 1 0 a は以前の実施形態と同様に動作してもよい。入力トルクを、ロータ 9 2 1 に印加されるベクトル和されたトルクとして表してもよい。トランスミッション 9 4 0 a によって、第 1 のステータ 9 2 2 と第 2 のステータ 9 2 3 との間に逆回転が生じ、その結果、反力トルクを差動トルク出力として表してもよい。差動トルクは、アクチュエータ 9 1 0 a をストラット 9 5 3 に沿って並進運動させるリンク 9 4 8 に沿って、トランスミッション 9 4 0 a とシャーシ 1 2 との間に力を発生させてもよい。さらに、差動トルクによって、アクチュエータ 9 1 0 a の支持構造 9 5 0 とストラット 9 5 3 との間に反力ノトルクが生じてもよく、これを、さらなる出力として用いてもよい（たとえば、アンチダイブ、アンチスクワット用に）。

【 0 0 8 2 】

図 9 B に、トランスミッション 9 4 0 b がロッカージョイントが含み、シャーシ 1 2 に直接結合されている別の典型的なアクチュエータアセンブリ 9 0 0 b を示す。アクチュエータ 2 1 0 b と同様に、トランスミッション 9 4 0 b には、リンク 9 4 5 a 及び 9 4 5 b

10

20

30

40

50

と支持構造 9 5 0 上のノード 9 4 3 とに結合するロッカージョイントアーム 9 4 4 が含まれていてもよい。さらに、ロッカージョイントアーム 9 4 4 は、ノード 9 4 9 においてシャーシ 1 2 にリンク 9 4 8 を介して直接結合されていてもよい。しかし、トランスミッション 9 4 0 b はアクチュエータ 2 1 0 b と同様に動作してもよく、アクチュエータアセンブリ 9 0 0 b はアクチュエータ 9 1 0 a と同様にトルクを伝達してもよい。

【 0 0 8 3 】

図 1 0 A ~ 1 0 E に、やはり差動トルク出力を与える P a n h a r d リンクを有するトランスミッション 1 0 4 0 を伴う典型的なアクチュエータ 1 0 1 0 のいくつかの図を示す。アクチュエータ 1 0 1 0 はアクチュエータ 9 1 0 b と運動学的に同様であり、したがって同様に動作する。(特に断らない限り、同様の末尾の数字を伴う参照番号は運動学的に等価であり、たとえば、図 9 B のロータ 9 2 1 は図 1 0 E のロータ 1 0 2 1 と運動学的に同等である)。図示したように、トランスミッション 1 0 1 0 c には、トーションバー 1 0 4 4 に結合されたリンク 1 0 4 5 a 及び 1 0 4 5 b が含まれている。この場合、差動シャフト 1 0 6 2 はトーションバーに直接結合されている。こうして、第 1 のステータ 1 0 2 2 及び第 2 のステータ 1 0 2 3 に印加される反力トルクをトーションバーを通して出力として伝達してもよい。

10

【 0 0 8 4 】

図 1 1 A に、差動トルクを直接出力するベベルギアメカニズムをトランスミッション 1 1 4 0 a が有する別の典型的なアクチュエータ 1 1 1 0 a を示す。アクチュエータ 1 1 1 0 a も図 9 B のアクチュエータ 9 1 0 b と運動学的に同様であり、したがって同様に動作する。(やはり、特に断らない限り、同様の末尾の数字を伴う参照番号は運動学的に等価である)。トランスミッション 1 1 4 0 b には、第 1 のステータ 1 1 2 2 及び第 2 のステータ 1 1 2 3 と噛み合うベベルギア 1 1 4 8 a が含まれていて、第 1 のステータ 1 1 2 2 と第 2 のステータ 1 1 2 3 との間に逆回転の動きを形成する。しかし、この場合、ベベルギア 1 1 4 8 a には、差動シャフト 2 3 5 0 を支持する二次ベベルギア 1 1 4 8 b と噛み合う補足ギアが含まれている。このように、第 1 のステータ 1 1 2 2 及び / または第 2 のステータ 1 1 2 3 が回転するとベベルギア 1 1 4 8 a が回転し、次に二次ベベルギア 1 1 4 8 b が回転し、その結果、ノード 1 1 4 9 において差動トルクが出力される。

20

【 0 0 8 5 】

図 1 1 B に、シャーシ 1 2 に結合されたデュアルギアトランスミッション 1 1 4 0 b を伴う別の典型的なアクチュエータ 1 1 1 0 b を示す。図示したように、トランスミッション 1 1 4 0 b には、第 1 のステータ 1 1 2 2 と噛み合う第 1 のギア 1 1 6 0 と、第 2 のステータ 1 1 2 3 と噛み合う第 2 のギア 1 1 6 2 とが含まれていてもよい。第 1 のギア 1 1 6 0 及び第 2 のギア 1 1 6 2 も互いに噛み合ってもよく、その結果、第 1 のステータ 1 1 2 2 と第 2 のステータ 1 1 2 3 との間に逆回転運動が生じる。第 1 のギア 1 1 6 0 及び第 2 のギア 1 1 6 2 を支持構造 1 1 5 0 によって支持してもよい。さらに、第 2 のギア 1 1 6 2 をリンケージ 1 1 4 8 c を介してシャーシ 1 2 に結合してもよい。こうして、反力トルクが第 1 のギア 1 1 6 0 及び / または第 2 のギア 1 1 6 2 に伝達されると、次にリンケージ 1 1 4 8 c を介してシャーシ 1 2 に伝達されて、アクチュエータ 1 1 1 0 b をシャーシ 1 2 に対して並進運動させる駆動力が生じてもよい。アクチュエータ 1 1 1 0 b も図 9 B のアクチュエータ 9 1 0 b と運動学的に同様である。

30

40

【 0 0 8 6 】

図 1 2 A ~ 1 2 C に、差動トルクとは対照的に並進運動及び / または力を出力する典型的なアクチュエータアセンブリ 1 2 0 0 のいくつかの図を示す。この場合、アクチュエータ 1 2 1 0 は図 9 A のアクチュエータ 9 1 0 a と運動学的に同等である。アクチュエータ 1 2 1 0 には、第 1 のステータ 1 2 2 2 及び第 2 のステータ 1 2 2 3 を逆回転に制限するトランスミッション 1 2 4 0 が含まれていてもよい。トランスミッション 1 2 4 0 には、リンケージ 1 2 7 2 を介してシャーシ 1 2 に結合するスライディングジョイント 1 2 7 4 が含まれていてもよい。スライディングジョイント 1 2 7 4 は、支持構造 1 2 5 0 に結合されたストラット 1 2 7 0 に沿ってスライド可能に調整できてもよい。またスライディン

50

グジョイント 1 2 7 4 を、支持構造 1 2 5 0 に対してスライド可能に調整することができるアーム 1 2 7 6 上にマウントしてもよい。この調整は、スライディングジョイント 1 2 7 4 がストラット 1 2 7 0 に対して動くときに沿う軸と実質的に直交する軸に沿って行う。このように、ストラット 1 2 7 0 及びアーム 1 2 7 6 によって、アクチュエータ 1 2 1 0 は、シャーシ 1 2 に対して並進運動に制限される（回転とは対照的に）。

【 0 0 8 7 】

図 8 A ~ 8 F に示すトランスミッションを、トランスミッションがシャーシ 1 2 に直接結合されるアクチュエータ内に容易に組み込み得る。これは、部分的には、トランスミッション内のコンポーネントの 1 つに差動シャフトを加えることによって達成してもよい。たとえば、差動シャフトを、図 8 A ~ 8 F に示すブリーベースのトランスミッション内のプーリの 1 つ上に配置してもよく、同様にトランスミッションをシャーシ 1 2 に直接結合してもよい。

結び

【 0 0 8 8 】

本明細書で説明するすべてのパラメータ、寸法、材料、及び構成は典型的であることが意図されており、実際のパラメータ、寸法、材料、及び/または構成は、本発明の教示が用いられる具体的な応用例または応用例（複数）に依存する。当然のことながら、前述の実施形態は主に例として示しており、添付の特許請求の範囲及びその均等物の範囲において、本発明の実施形態を、具体的に説明し請求したこと以外で実施してもよい。本開示の発明の実施形態は、本明細書で説明するそれぞれの個々の特徴部、システム、物品、材料、キット、及び/または方法に向けられている。

【 0 0 8 9 】

加えて、2 つ以上のこのような特徴部、システム、物品、材料、キット、及び/または方法の任意の組み合わせは、このような特徴部、システム、物品、材料、キット、及び/または方法が互いに矛盾していない場合には、本開示の発明の範囲に含まれる。他の置換、修正、変更及び省略を、典型的な実施態様の設計、動作条件、及び個々の要素の配置において、本開示の範囲から逸脱することなく行ってもよい。数値範囲を用いることは、同じ結果を生む同じ機能を同じ方法で実現する範囲から外れる均等物を排除するものではない。

【 0 0 9 0 】

また種々の発明概念を、少なくとも 1 つの実施例が示された 1 つ以上の方法として具体化してもよい。本方法の一部として行った作用を、場合によっては、異なる方法で順序付けしてもよい。したがって、いくつかの本発明の実施態様において、所与の方法の個々の作用を、具体的に例示したものとは異なる順序で行ってもよく、これには、いくつかの作用を同時に行うことが含まれていてもよい（たとえ、例示的な実施形態において、このような作用が順次的な作用として示されていたとしても）。

【 0 0 9 1 】

本明細書で述べたすべての刊行物、特許出願、特許、及び他の参考文献は、その全体において参照により組み込まれている。

【 0 0 9 2 】

すべての定義は、本明細書で規定され使用される場合、辞書の定義、参照により組み込まれた文献における定義、及び/またはその定義された用語の普通の意味に優先すると理解しなければならない。

【 0 0 9 3 】

不定冠詞「a」及び「an」は、本明細書及び特許請求の範囲で用いる場合、明瞭にそうでないという指示がない限り、「少なくとも 1 つ」を意味すると理解しなければならない。

【 0 0 9 4 】

語句「及び/または」は、本明細書及び特許請求の範囲で用いる場合、結合された要素（すなわち、あるケースでは接続的に存在し、他のケースでは離散的に存在する要素）の

10

20

30

40

50

「一方または両方」を意味するものと理解すべきである。「及び／または」を用いて列記された複数の要素は、同様に（すなわち、結合された要素の「１つ以上」と）解釈すべきである。「及び／または」節によって具体的に特定した要素以外の他の要素が（具体的に特定した要素に関係しているか関係していないかに関わらず）任意的に存在していてもよい。したがって、非限定的な例として、「Ａ及び／またはＢ」への言及は、「含む」などのオープンエンドの用語とともに用いるときは、一実施形態ではＡのみ（任意的にＢ以外の要素を含む）を、別の実施形態ではＢのみ（任意的にＡ以外の要素を含む）を、さらに他の実施形態ではＡ及びＢの両方（任意的に他の要素を含む）などを指すことができる。

【００９５】

本明細書及び特許請求の範囲で用いる場合、「または」は、上記で規定したような「及び／または」と同じ意味を有すると理解すべきである。たとえば、リスト内の物品を分けるとき、「または」または「及び／または」は包括的であると、すなわち、要素の数またはリストのうちの少なくとも１つ（しかし、２つ以上も含む）及び任意的に、リストに載っていないさらなる物品が含まれると解釈されるものとする。明瞭にそうでないという指示がある用語、たとえば「のうちの１つのみ」または「のうちの厳密に１つ」または特許請求の範囲で用いるときに「から成る」のみが、要素の数またはリストのうちの厳密に１つの要素を含むことを指す。全般的に、用語「または」は、本明細書で用いる場合、「いずれか」、「のうちの１つ」、「のうちの１つのみ」または「のうちの厳密に１つ」などの排他性の用語が先行するときには、排他的な代替物（すなわち「一方または他方であるが両方ではない」）を示すとのみ解釈されるものとする。「本質的に～から成る」は、特許請求の範囲で用いるときには、特許法の分野で用いられるその普通の意味を有するものとする。

【００９６】

本明細書及び特許請求の範囲で用いる場合、語句「少なくとも１つ」は、１つ以上の要素のリストに関連して、要素のリスト内の要素のいずれか１つ以上から選択された少なくとも１つの要素を意味するものと理解すべきであり、必ずしも要素のリスト内の具体的に列記されたありとあらゆる要素のうちの少なくとも１つを含む必要はなく、また要素のリスト内の要素の任意の組み合わせを除外するものではない。またこの定義は、語句「少なくとも１つの」が指す要素のリスト内の具体的に特定した要素以外の要素が（具体的に特定した要素に関係しているか関係していないかに関わらず）任意的に存在していてもよいことも認める。したがって、非限定的な実施例として、「Ａ及びＢのうちの少なくとも１つ」（または同様な意味合いで「ＡまたはＢのうちの少なくとも１つ」、または同様な意味合いで「Ａ及び／またはＢのうちの少なくとも１つ」）は、一実施形態では少なくとも１つのＡ（任意的に２つ以上のＡを含む）があつてＢは存在しないこと（及び任意的にＢ以外の要素を含む）、別の実施形態では少なくとも１つのＢ（任意的に２つ以上のＢを含む）があつてＡは存在しないこと（及び任意的にＡ以外の要素を含む）、さらに他の実施形態では、少なくとも１つのＡ（任意的に２つ以上のＡを含む）及び少なくとも１つのＢ（任意的に２つ以上のＢを含む）があること（及び任意的に他の要素を含む）などを指すことができる。

【００９７】

特許請求の範囲では、ならびに前述の明細書では、すべての移行句、たとえば「含む（comprising）」、「含む（including）」、「運ぶ」、「有する」、「含む（containing）」、「伴う」、「保持する」、「から成る」などはオープンエンドであることを、すなわち、以下を含むがこれらに限定されないと意味することを、理解すべきである。移行句「から成る」及び「本質的にから成る」のみがそれぞれクローズド移行句またはセミクローズド移行句であるものとするのは、米国特許庁の特許審査便覧、セクション 2111.03 に記載されているとおりである。

10

20

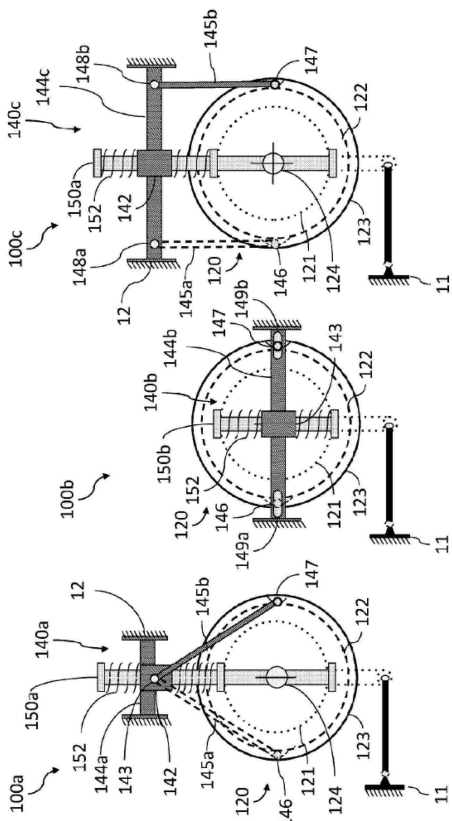
30

40

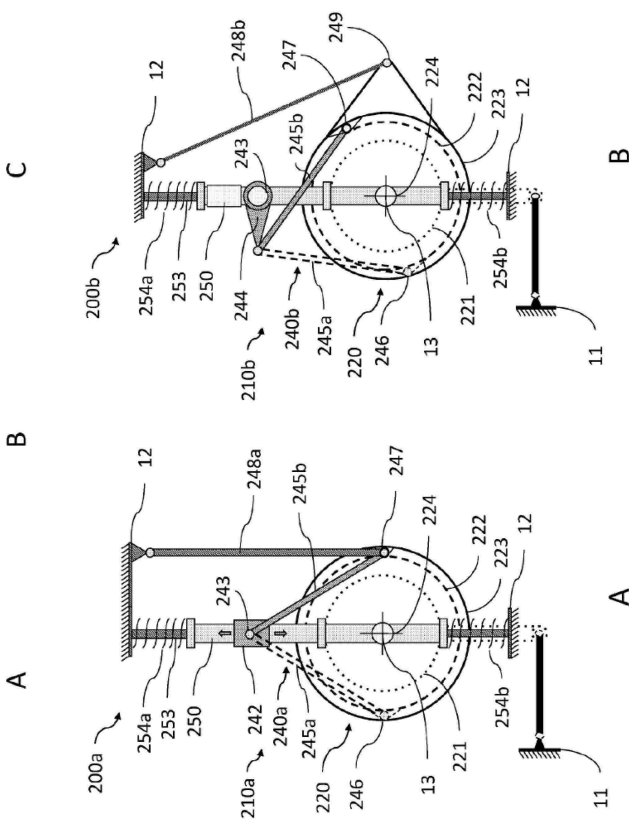
50

【図面】

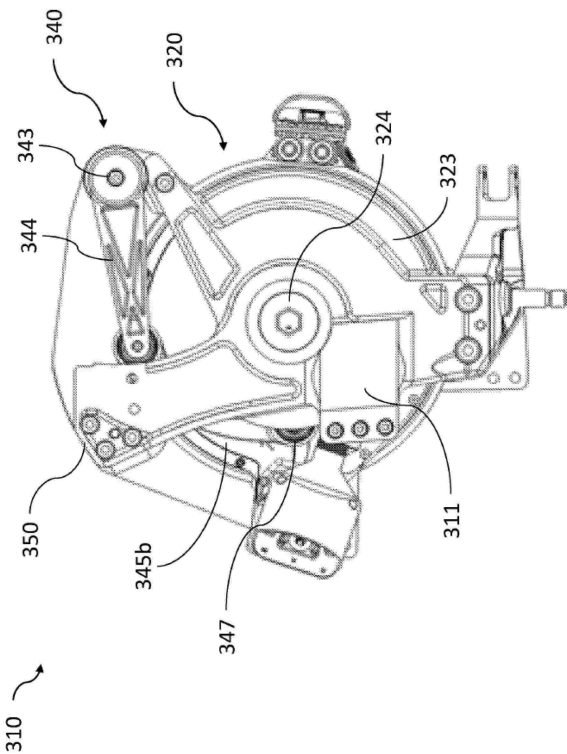
【図 1】



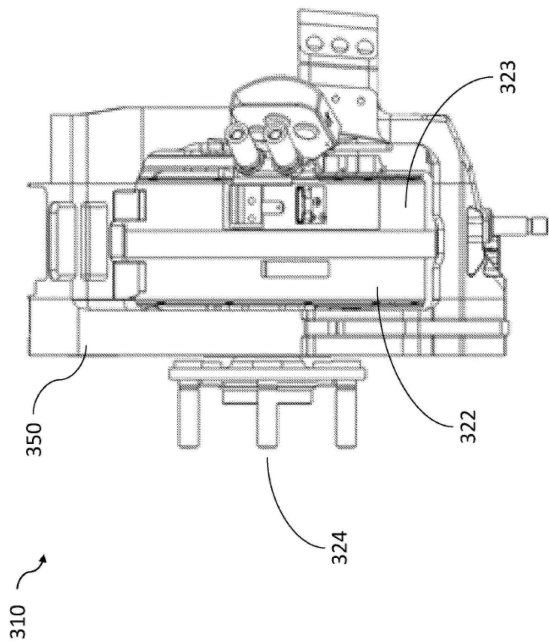
【図 2】



【図 3 A】



【図 3 B】



10

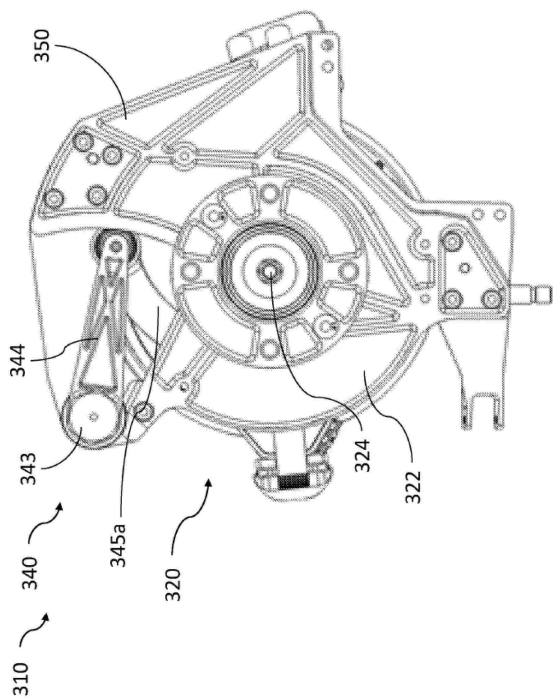
20

30

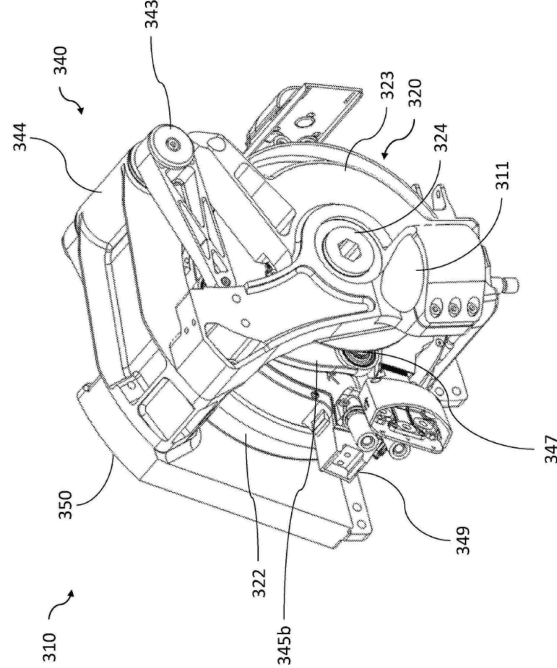
40

50

【図 3 C】



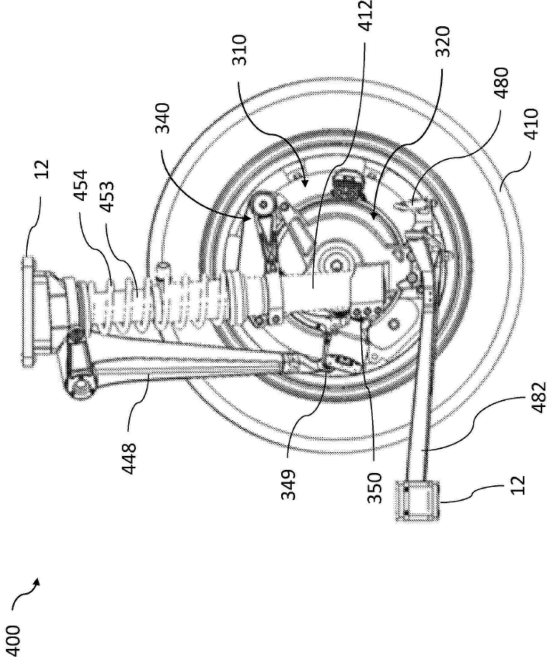
【図 3 D】



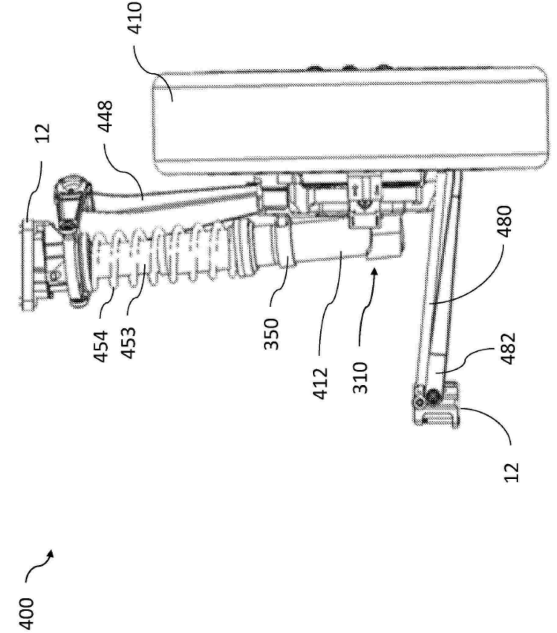
10

20

【図 4 A】



【図 4 B】

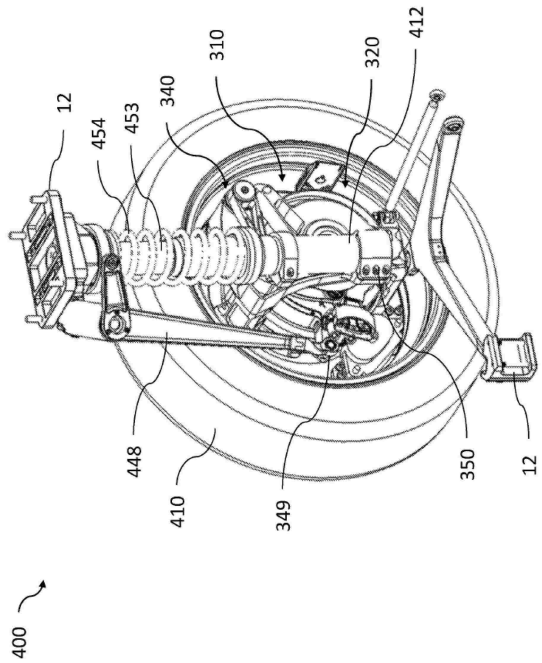


30

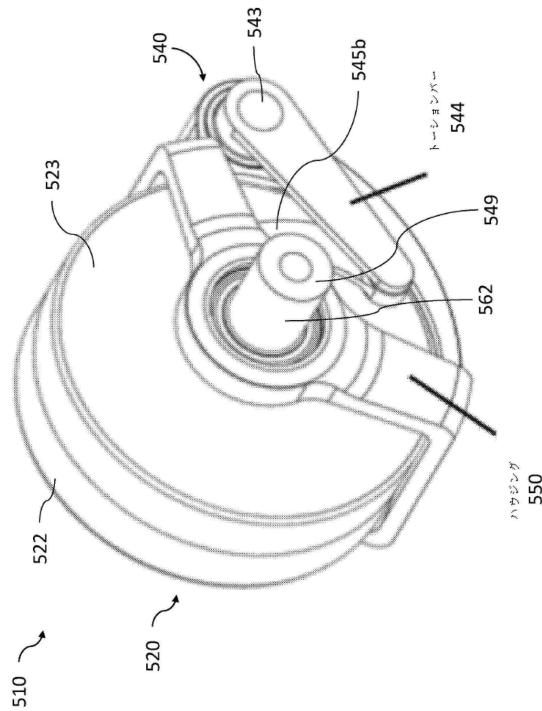
40

50

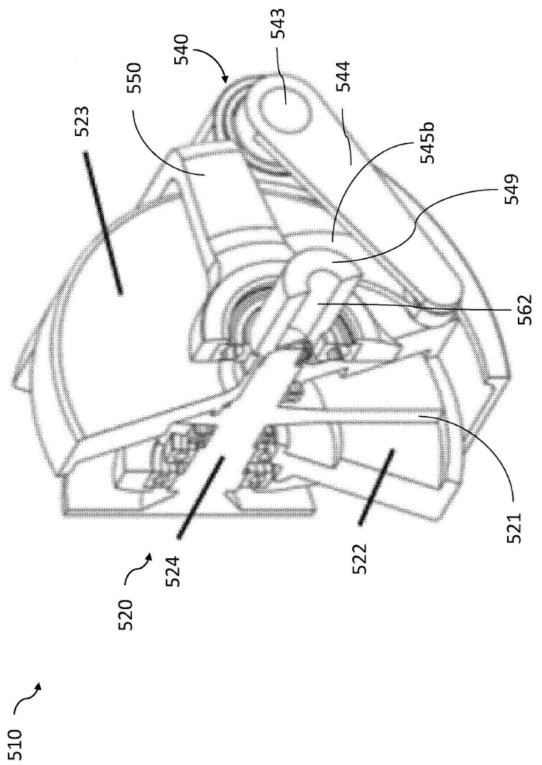
【図 4 C】



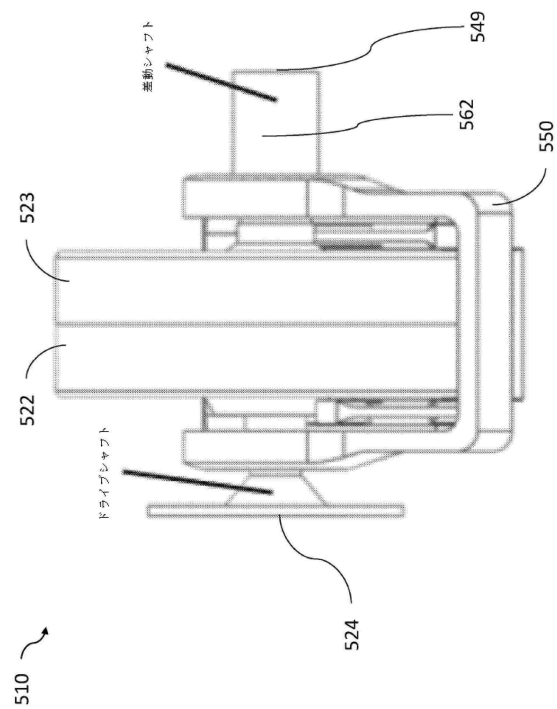
【図 5 A】



【図 5 B】



【図 5 C】



10

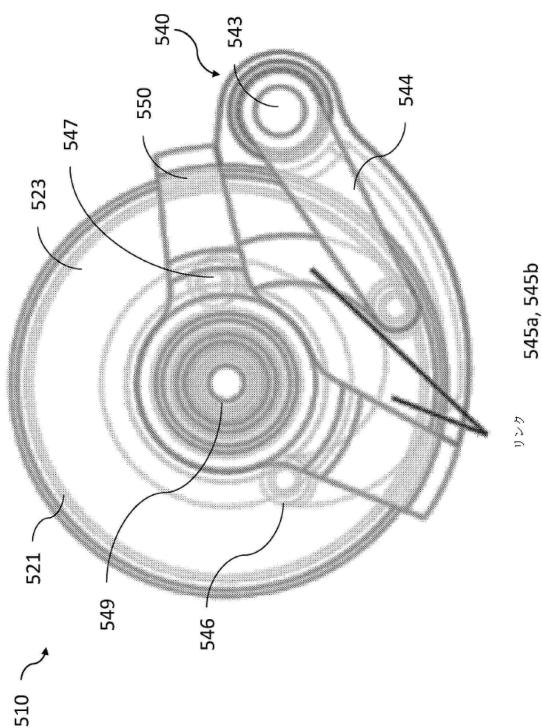
20

30

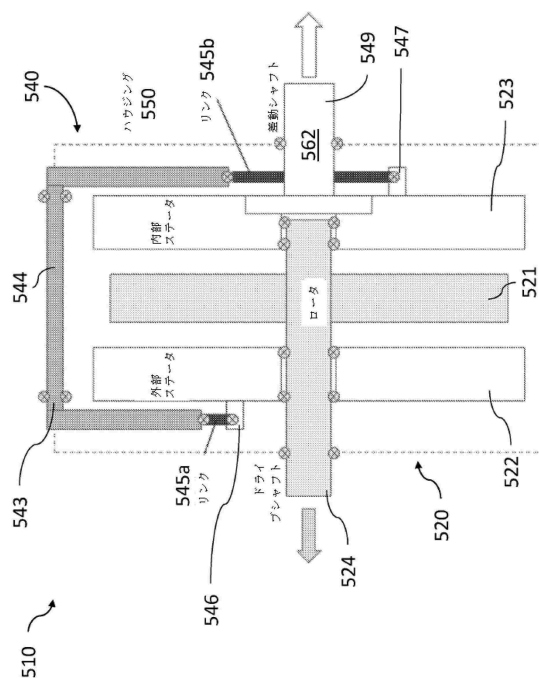
40

50

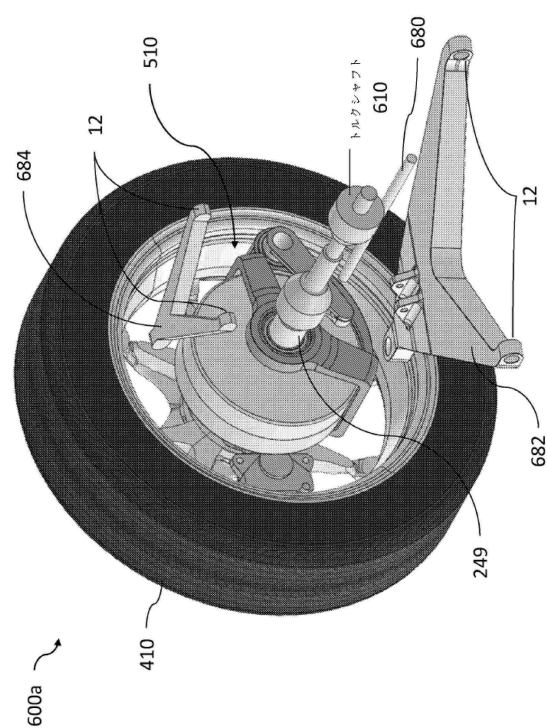
【 図 5 D 】



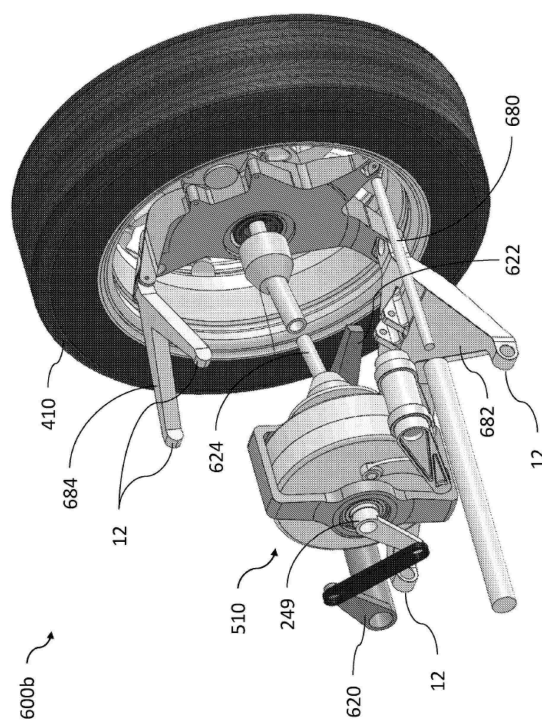
【 図 5 E 】



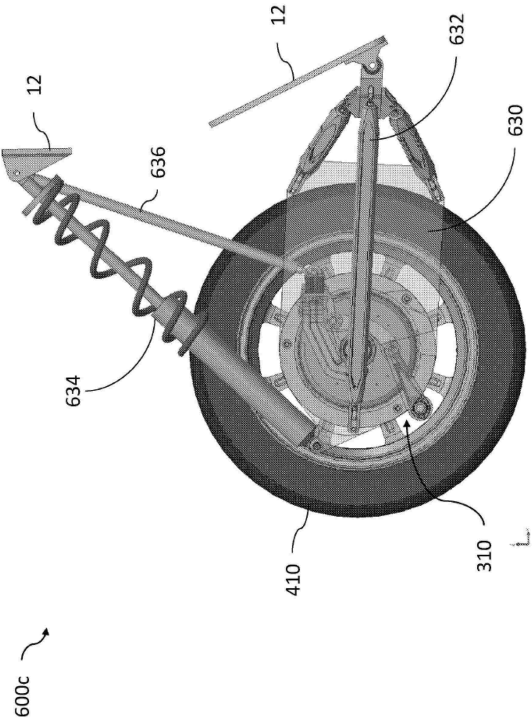
【 図 6 A 】



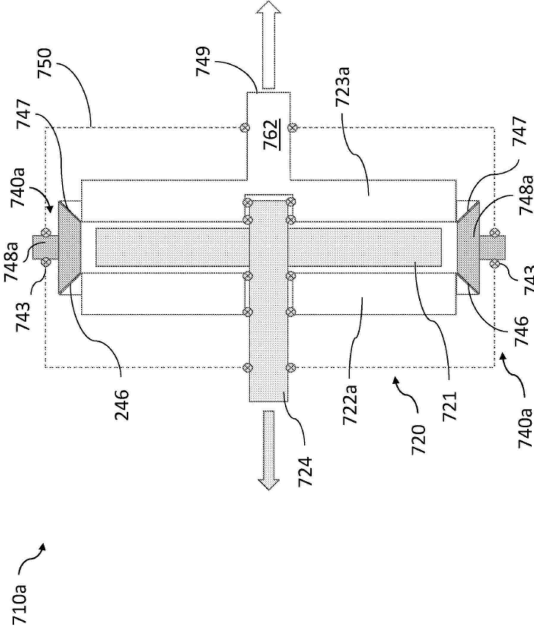
【圖 6 B】



【図 6 C】



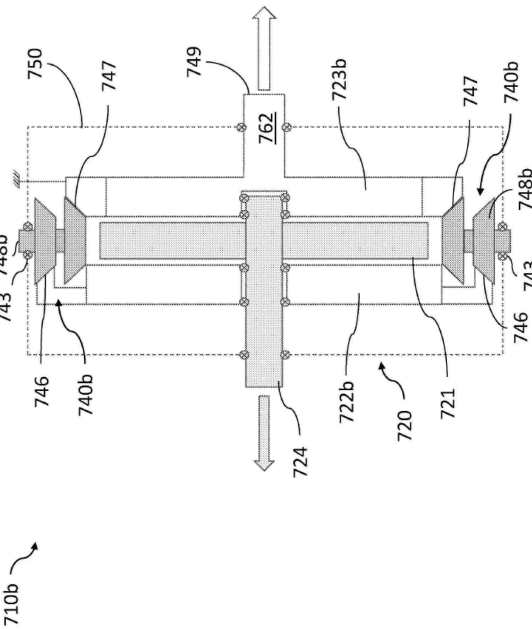
【図 7 A】



10

20

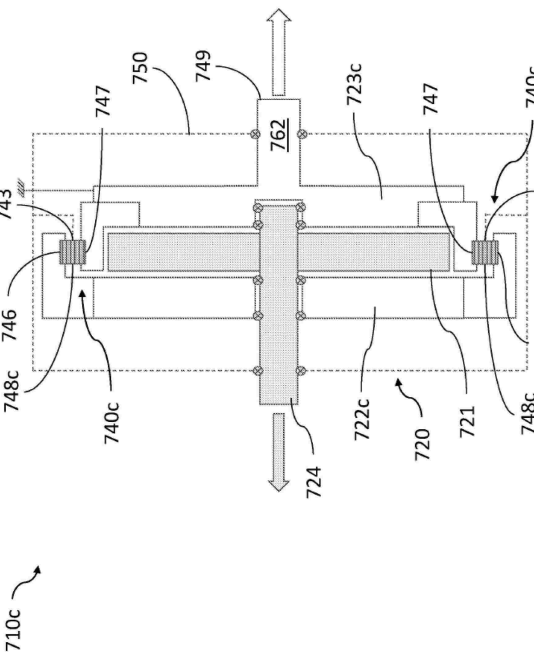
【図 7 B】



30

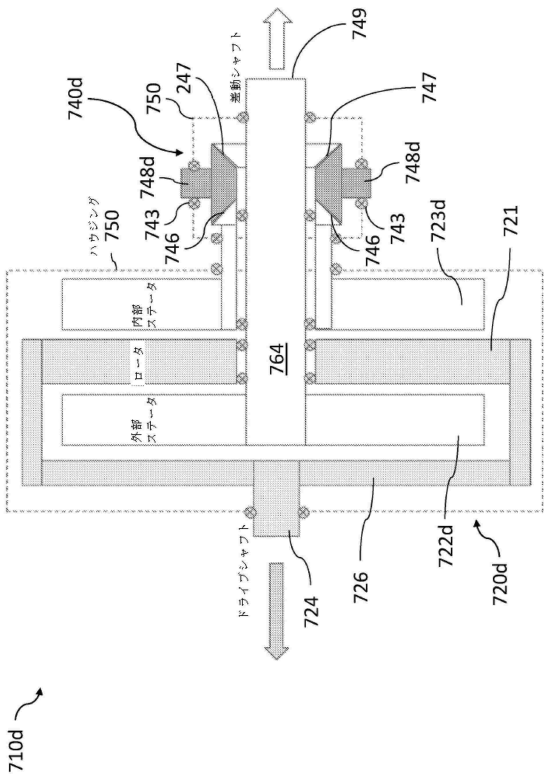
40

【図 7 C】

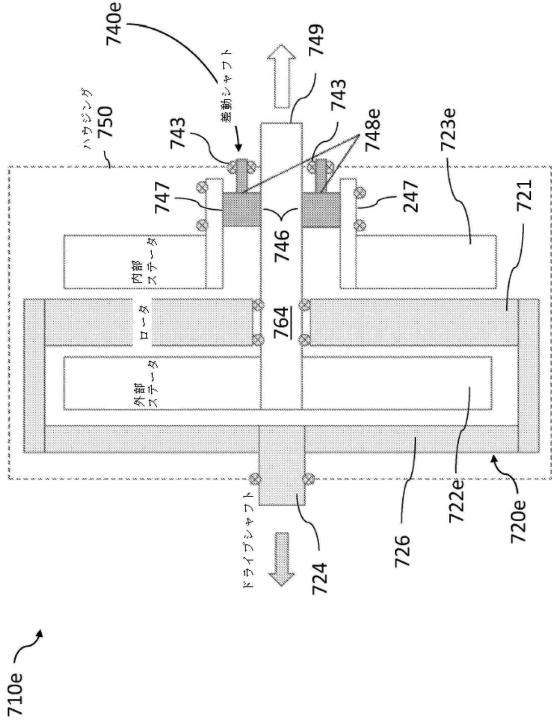


50

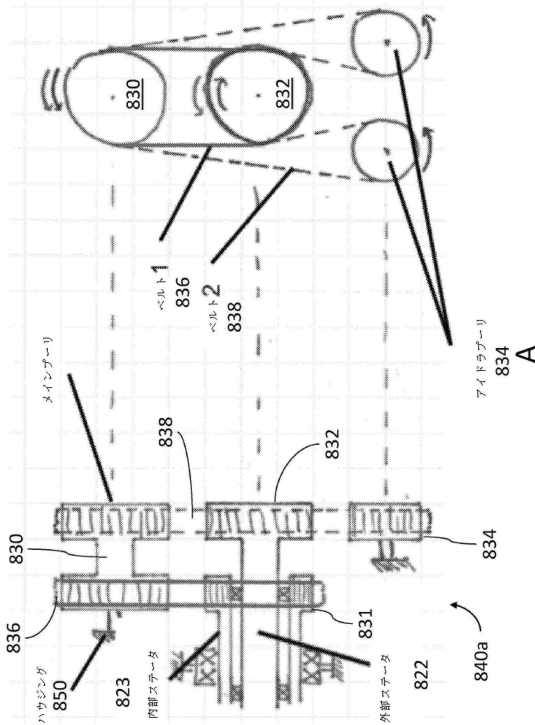
【図 7 D】



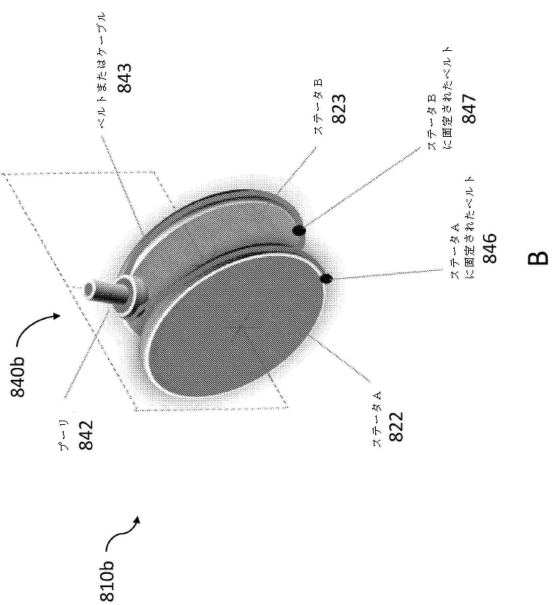
【図 7 E】



【図 8 A】



【図 8 B】



10

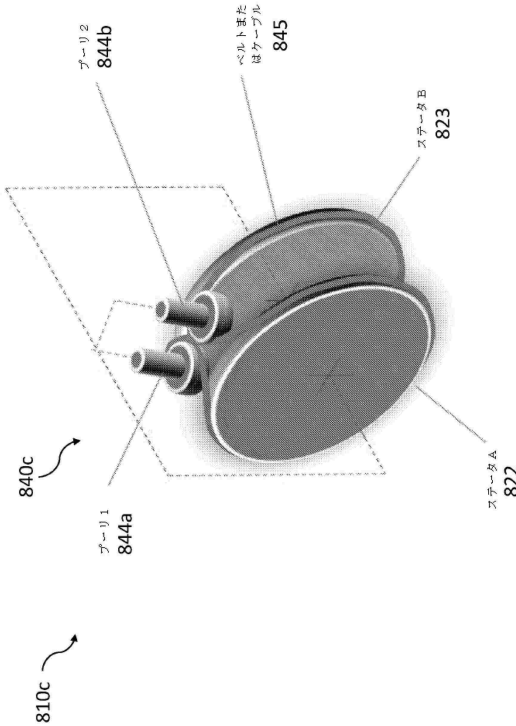
20

30

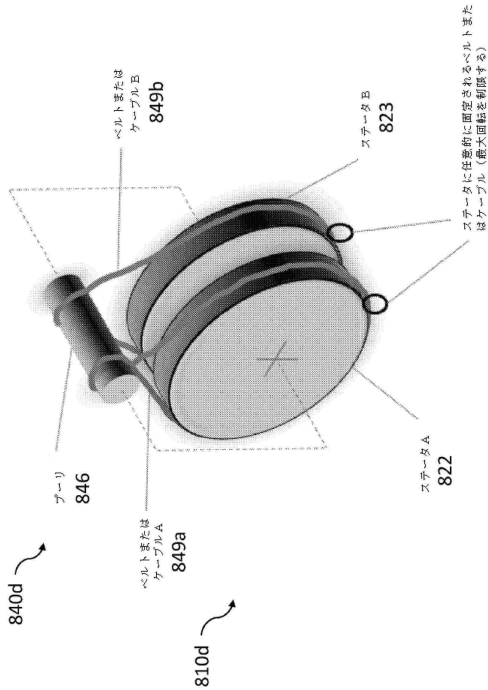
40

50

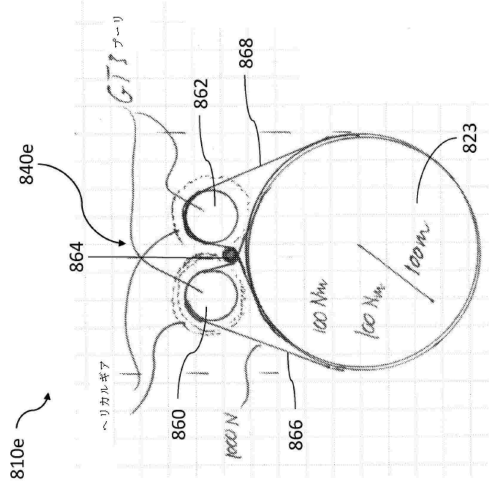
【図 8 C】



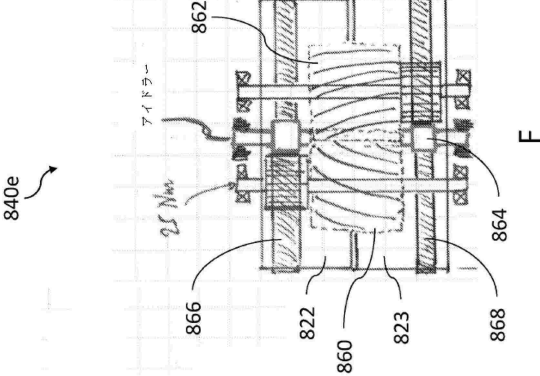
【図 8 D】



【図 8 E】



【図 8 F】



10

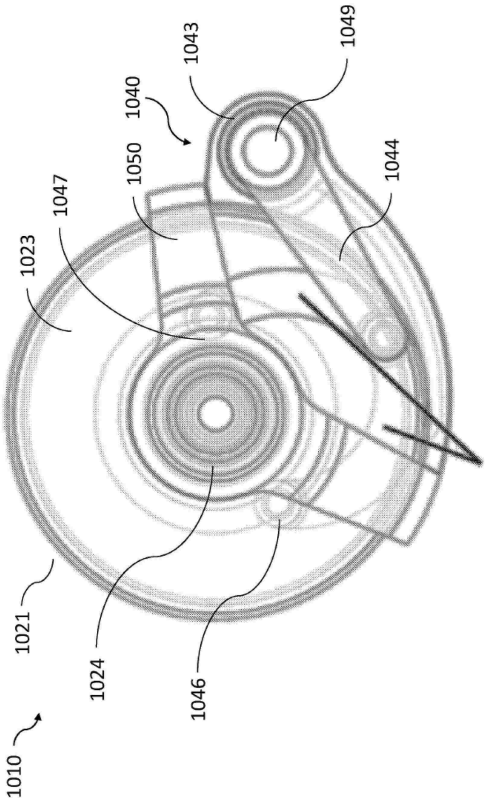
20

30

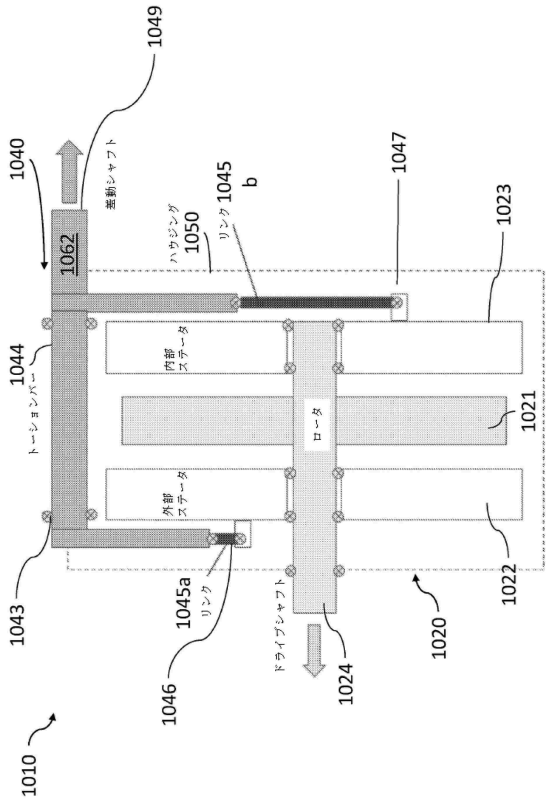
40

50

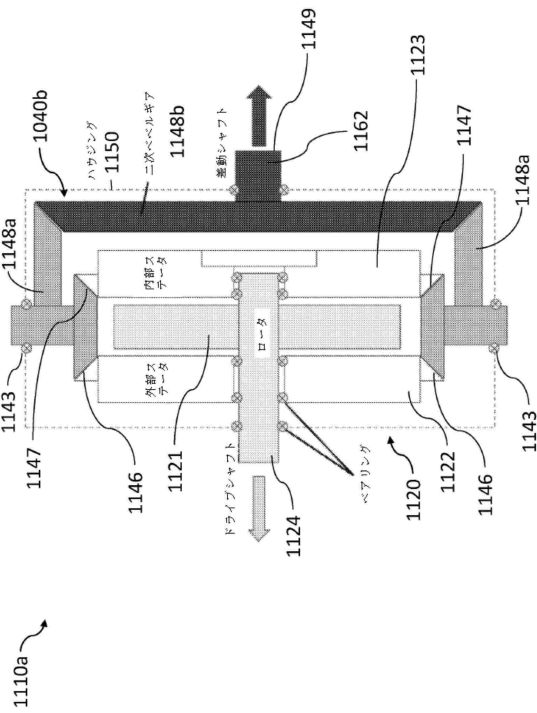
【図 10D】



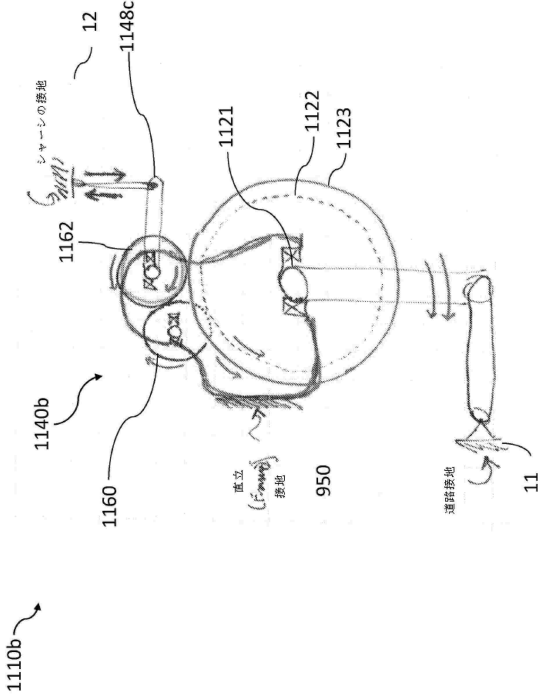
【図 10E】



【図 11A】



【図 11B】



10

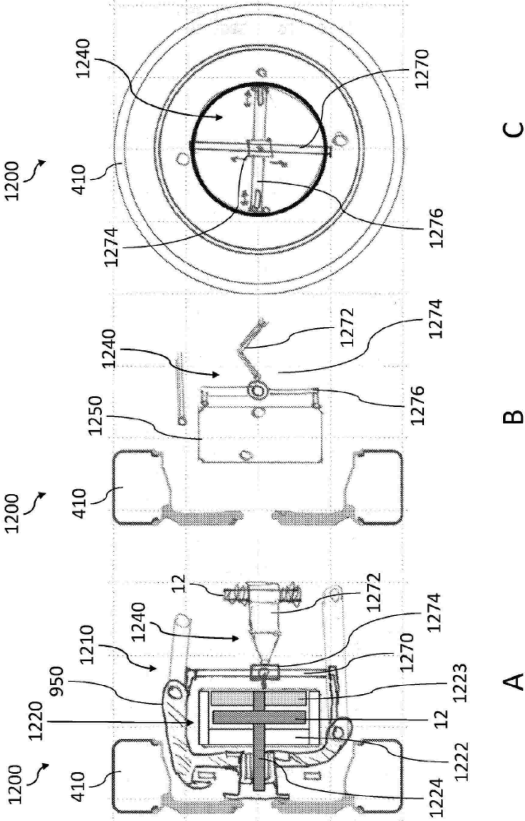
20

30

40

50

【図 1 2】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
- (74)代理人 100150902
弁理士 山内 正子
- (74)代理人 100141391
弁理士 園元 修一
- (74)代理人 100221958
弁理士 篠田 真希恵
- (74)代理人 100192441
弁理士 渡辺 仁
- (72)発明者 モリアルティ トーマス
アメリカ国 0 2 1 4 2 1 マサチューセッツ レキシントン ブシュネル ドライブ 7
- (72)発明者 ジョバナルディ マルコ
アメリカ国 0 2 1 7 6 マサチューセッツ メルローズ フォレスト ストリート 1 3 2
- (72)発明者 イニリオ ヘクター エー .
アメリカ国 0 2 1 4 5 マサチューセッツ サマービル アpartment 1アール ボンド ストリート 3 8
- (72)発明者 マッデン ピーター
アメリカ国 0 1 8 6 7 マサチューセッツ リーディング プレスコット ストリート 1 0 9
- 審査官 三宅 龍平
- (56)参考文献 国際公開第 2 0 1 5 / 1 5 5 6 7 0 (WO , A 1)
米国特許出願公開第 2 0 1 8 / 0 0 7 2 1 2 0 (US , A 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- B 6 0 K 1 / 0 0
B 6 0 K 7 / 0 0
F 1 6 H 4 8 / 0 8
F 1 6 H 4 8 / 1 0
B 6 0 G 1 5 / 0 2