(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6677732号
(P6677732)

(45)発行日　令和2年4月8日(2020.4.8)　(24)登録日　令和2年3月17日(2020.3.17)

(51)Int.Cl.		F I		
F15B 11/00	(2006.01)	F15B	11/00	E
F15B 11/08	(2006.01)	F15B	11/08	C
F15B 11/042	(2006.01)	F15B	11/042	
F15B 11/044	(2006.01)	F15B	11/044	
F04B 49/06	(2006.01)	F04B	49/06	321B

請求項の数 35　(全 35 頁)

(21)出願番号　特願2017-534900 (P2017-534900)
(86)(22)出願日　平成27年9月17日 (2015.9.17)
(65)公表番号　特表2017-529506 (P2017-529506A)
(43)公表日　平成29年10月5日 (2017.10.5)
(86)国際出願番号　PCT/US2015/050589
(87)国際公開番号　WO2016/048773
(87)国際公開日　平成28年3月31日 (2016.3.31)
審査請求日　平成30年9月14日 (2018.9.14)
(31)優先権主張番号　62/054,176
(32)優先日　平成26年9月23日 (2014.9.23)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国 (US)
(31)優先権主張番号　62/212,788
(32)優先日　平成27年9月1日 (2015.9.1)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国 (US)

(73)特許権者　516254245
プロジェクト・フェニックス・エルエルシー
アメリカ合衆国アリゾナ州８５２１０，メーサ，サウス・カントリー・クラブ・ドライブ　１７２５
(74)代理人　100140109
弁理士　小野　新次郎
(74)代理人　100118902
弁理士　山本　修
(74)代理人　100106208
弁理士　宮前　徹
(74)代理人　100120112
弁理士　中西　基晴

最終頁に続く

(54)【発明の名称】油圧システム、流体圧送システム、及び制御方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
油圧システムであって、
第１及び第２のポートを有する油圧アクチュエータに油圧流体を提供する油圧ポンプであって、
可変速モータ及び可変トルクモータの少なくとも一方である少なくとも１つのモータ、及び、
前記油圧ポンプの入口ポートから前記油圧ポンプの出口ポートへ流体が移送されるように、前記少なくとも１つのモータによって駆動されるギアアセンブリを含む、　前記油圧ポンプと、
第１の制御弁アセンブリであって、
前記入口ポートの側に配設される第１の制御弁であって、前記第１のポート及び前記入口ポートに流体連通状態である、前記第１の制御弁、及び、
前記第１の制御弁を動作させる第１の制御弁アクチュエータを含む、
前記第１の制御弁アセンブリと、
第２の制御弁アセンブリであって、
前記出口ポートの側に配設される第２の制御弁であって、前記第２のポート及び前記出口ポートに流体連通状態である、前記第２の制御弁、及び、
前記第２の制御弁を動作させる第２の制御弁アクチュエータを含む、
前記第２の制御弁アセンブリと、

コントローラとを含み、前記コントローラは、前記少なくとも１つのモータの速度、トルク、または前記速度及び前記トルクの両方を制御して、流量設定点に流量を維持しまたは圧力設定点に圧力を維持し、同時に前記第１の制御弁の開口または前記第２の制御弁の開口を制御して、前記油圧システム内の前記流量を前記流量設定点に維持しまたは前記圧力を前記圧力設定点に維持する、前記油圧システム。

【請求項２】

前記油圧アクチュエータは、油圧シリンダ及び油圧モータの一方である、請求項１に記載の油圧システム。

【請求項３】

前記油圧システムは、閉ループシステムである、請求項１または２に記載の油圧システム。

【請求項４】

前記第１及び第２の制御弁は、０％と１００％との間で絞り度調整可能である、請求項１乃至３のいずれか１項に記載の油圧システム。

【請求項５】

前記第１の制御弁は流体流に関して前記ポンプの上流に配設され、前記第２の制御弁は前記流体流に関して前記ポンプの下流に配設され、

前記コントローラは、前記第１の制御弁の前記開口及び前記第２の制御弁の前記開口をそれぞれ制御して、前記油圧システムを前記流量設定点または前記圧力設定点に維持する、請求項１乃至４のいずれか１項に記載の油圧システム。

【請求項６】

前記第１の制御弁は流体流に関して前記ポンプの上流に配設され、前記第２の制御弁は前記流体流に関して前記ポンプの下流に配設され、

前記コントローラは、前記第１の制御弁上で一定開口を維持し、前記第２の制御弁の前記開口を制御して、前記油圧システムを前記流量設定点または前記圧力設定点に維持する、請求項１乃至４のいずれか１項に記載の油圧システム。

【請求項７】

圧力変換器、温度変換器、及び流量変換器の少なくとも１つを更に備える、請求項１乃至６のいずれか１項に記載の油圧システム。

【請求項８】

前記第１及び第２の弁はボール弁である、請求項１乃至７のいずれか１項に記載の油圧システム。

【請求項９】

前記コントローラは、前記ボール弁について１つまたは複数の特性曲線を含み、前記１つまたは複数の特性曲線は、各ボール弁の回転位置を前記ボール弁の断面開口に相関付ける、請求項８に記載の油圧システム。

【請求項１０】

前記コントローラは、流量モード、圧力モード、及び平衡化モードの少なくとも１つを含む複数の動作モードを含む、請求項１乃至９のいずれか１項に記載の油圧システム。

【請求項１１】

前記少なくとも１つのモータは第１のモータ及び第２のモータを含み、前記ギアアセンブリは、複数の第１のギア歯を有する第１のギア及び複数の第２のギア歯を有する第２のギアを含み、

前記第１のモータは、前記流体を移送するため、前記第１のギアの第１の軸方向中心線の周りに第１の方向に前記第１のギアを回転させ、前記第２のモータは、前記流体を移送するため、前記第１のモータと独立に、前記第２のギアの第２の軸方向中心線の周りに第２の方向に前記第２のギアを回転させ、

前記第１のモータ及び前記第２のモータは、前記複数の第２のギア歯の少なくとも１つの歯の面と前記複数の第１のギア歯の少なくとも１つの歯の面との間の接触を同期化するように制御される、請求項１乃至１０のいずれか１項に記載の油圧システム。

【請求項１２】
前記第１及び第２のモータの一方のモータに対する要求信号は、前記第１及び第２のモータの他方のモータに対する要求信号より高く設定されて、前記同期化接触を達成する、請求項１１に記載の油圧システム。
【請求項１３】
前記同期化接触は、滑り係数が５％以下の滑り係数であるようなものである、請求項１２に記載の油圧システム。
【請求項１４】
前記第１及び第２のモータは、外側ロータ構成を有する、請求項１１乃至１３のいずれか１項に記載の油圧システム。
【請求項１５】
前記第１の方向及び前記第２の方向は同じ方向である、請求項１１乃至１４のいずれか１項に記載の油圧システム。
【請求項１６】
前記第１の方向は前記第２の方向と逆である、請求項１１乃至１４のいずれか１項に記載の油圧システム。
【請求項１７】
油圧システム内の流体流量の制御方法において、
前記油圧システムは、油圧ポンプ及び閉鎖位置と開口位置との間で絞り度調整可能な少なくとも１つの制御弁を含み、前記油圧ポンプは、油圧流体を、負荷を制御する油圧アクチュエータに提供するためのものであり、前記油圧ポンプは、少なくとも１つのプライムムーバ及び前記少なくとも１つのプライムムーバによって駆動される流体変位アセンブリを含み、
前記油圧ポンプの可変速動作及び可変トルク動作の少なくとも一方を始動させること、
前記少なくとも１つのプライムムーバの速度、トルク、または前記速度及び前記トルクの両方を制御して、流量設定点に流体流量を維持しまたは圧力設定点に圧力を維持すること、及び、
前記少なくとも１つの制御弁の開口を制御して、前記流体流量を前記流量設定点または前記圧力を前記圧力設定点に維持することを含み、
前記少なくとも１つのプライムムーバの前記制御は、前記少なくとも１つの制御弁の前記制御と同時に行われる、油圧システム内の流体流量の制御方法。
【請求項１８】
前記油圧ポンプの動作は、閉ループシステム内で始動される、請求項１７に記載の方法。
【請求項１９】
前記流体変位アセンブリの第１のギアと第２のギアとの間の接触を、滑り係数が５％以下になるように、前記第１のギアを駆動する前記少なくとも１つのプライムムーバの第１のプライムムーバに対する第１の要求信号及び前記第２のギアを駆動する前記少なくとも１つのプライムムーバの第２のプライムムーバに対する第２の要求信号の差を確立することによって同期化することを更に含む、請求項１７または１８に記載の方法。
【請求項２０】
前記少なくとも１つの制御弁は、流体流に関して前記油圧ポンプの上流に配設された第１の制御弁及び前記流体流に関して前記油圧ポンプの下流に配設された第２の制御弁を含み、
前記少なくとも１つの制御弁の前記開口を制御することは、前記第１の制御弁の開口を一定値に維持しながら、前記第２の制御弁の開口を制御することを含む、請求項１７乃至１９のいずれか１項に記載の方法。
【請求項２１】
流体圧送システムであって、
流体を、前記流体によって動作されるアクチュエータに提供するポンプであって、

少なくとも１つの流体ドライバを含み、各流体ドライバは、
可変速及び可変トルクプライムムーバの少なくとも一方、及び、
前記ポンプの入口ポートから前記ポンプの出口ポートへ流体が移送されるように、前記プライムムーバによって駆動される流体変位アセンブリを含む、
ポンプと、
少なくとも１つの比例制御弁アセンブリであって、各比例制御弁アセンブリは、
比例制御弁であって、比例制御弁が前記ポンプに流体連通状態になるように、前記流体圧送システム内に配設される、前記比例制御弁、及び、
前記比例制御弁を動作させる弁アクチュエータを含む、
前記少なくとも１つの比例制御弁アセンブリと、
コントローラとを備え、前記コントローラは、前記少なくとも１つの流体ドライバの各プライムムーバの速度、トルク、または前記速度及び前記トルクの両方を制御して、前記流体圧送システム内の流量設定点に流量を維持しまたは圧力設定点に圧力を維持し、同時に前記少なくとも１つの比例制御弁アセンブリの各比例制御弁の開口を制御して、前記流体圧送システム内の前記流量を前記流量設定点に維持するまたは前記圧力を前記圧力設定点に維持する、前記流体圧送システム。

【請求項２２】
前記流体変位アセンブリは、前記プライムムーバによって駆動される第１の流体変位部材及び前記第１の流体変位部材によって駆動される第２の変位部材を含んで、前記入口ポートから前記出口ポートへの前記移送を実施する、請求項２１に記載の流体圧送システム。

【請求項２３】
前記少なくとも１つの流体ドライバは、第１の流体ドライバ及び第２の流体ドライバを含み、
前記第１の流体ドライバ及び前記第２の流体ドライバのそれぞれの前記流体変位アセンブリは、前記それぞれのプライムムーバによって独立して駆動される流体変位部材を含み、
前記第１の流体ドライバ及び前記第２の流体ドライバは、前記第１の流体ドライバの第１の表面が前記第２の流体ドライバの第２の表面に接触して、前記ポンプの前記入口ポートから前記ポンプの前記出口ポートへの前記移送を実施するように配設される、請求項２１または２２に記載の流体圧送システム。

【請求項２４】
前記第１の流体ドライバは、第１のプライムムーバ及び第１の流体変位部材を有する第１の流体変位アセンブリを含み、前記第２の流体ドライバは、第２のプライムムーバ及び第２の流体変位部材を有する第２の流体変位アセンブリを含み、
前記第１のプライムムーバは前記第１の流体変位部材内に配設され、前記第２のプライムムーバは前記第２の流体変位部材内に配設される、請求項２３に記載の流体圧送システム。

【請求項２５】
前記アクチュエータは、流体駆動式シリンダ及び流体駆動式モータの一方である、請求項２１乃至２４のいずれか１項に記載の流体圧送システム。

【請求項２６】
前記少なくとも１つの比例制御弁アセンブリの各制御弁はボール弁である、請求項２１乃至２５のいずれか１項に記載の流体圧送システム。

【請求項２７】
前記コントローラは、前記ボール弁について１つまたは複数の特性曲線を含み、前記１つまたは複数の特性曲線は、前記ボール弁のパーセント回転を前記ボール弁の実際のパーセント断面開口に相関付ける、請求項２６に記載の流体圧送システム。

【請求項２８】
前記流体圧送システムは、閉ループシステムである、請求項２１乃至２７のいずれか１

項に記載の流体圧送システム。
【請求項２９】
前記少なくとも１つの比例制御弁アセンブリは、流体流に関して前記ポンプの上流に配設された第１の比例制御弁アセンブリ及び前記流体流に関して前記ポンプの下流に配設された第２の比例制御弁アセンブリを含み、
前記コントローラは、前記第１及び第２の比例制御弁アセンブリ内の各比例制御弁の開口を制御して、流体圧送システムを前記流量設定点または前記圧力設定点に維持する、請求項２１乃至２８のいずれか１項に記載の流体圧送システム。
【請求項３０】
前記少なくとも１つの比例制御弁アセンブリは、流体流に関して前記ポンプの上流に配設された第１の比例制御弁アセンブリ及び前記流体流に関して前記ポンプの下流に配設された第２の比例制御弁アセンブリを含み、
前記コントローラは、前記第１の比例制御弁アセンブリ内の前記比例制御弁上で一定開口を維持し、前記第２の比例制御弁アセンブリ内の前記比例制御弁の開口を制御して、前記流体圧送システムを前記流量設定点または前記圧力設定点に維持する、請求項２１乃至２８のいずれか１項に記載の流体圧送システム。
【請求項３１】
前記少なくとも１つの流体ドライバは、第１の流体ドライバ及び第２の流体ドライバを含み、
前記第１の流体ドライバの前記流体変位アセンブリは、第１の流体変位部材であって、第１の流体変位部材上の突出部に対応する少なくとも１つの第１の表面を有する、前記第１の流体変位部材を含み、
前記第２の流体ドライバの前記流体変位アセンブリは、第２の流体変位部材であって、第２の流体変位部材上の突出部及び窪みの少なくとも一方に対応する少なくとも１つの第２の表面を有する、前記第２の流体変位部材を含み、
前記第１の流体ドライバの前記プライムムーバは、前記第１の流体変位部材を第１の方向に駆動し、
前記第２の流体ドライバの前記プライムムーバは、前記第２の流体変位部材を第２の方向に駆動して前記流体を移送させ、
前記コントローラは、前記プライムムーバのそれぞれに対する要求信号の差を制御して、前記少なくとも１つの第１の表面と前記少なくとも１つの第２の表面との間の接触を同期化する、請求項２１乃至３０のいずれか１項に記載の流体圧送システム。
【請求項３２】
前記同期化接触は、滑り係数が５％以下であるようなものである、請求項３１に記載の流体圧送システム。
【請求項３３】
滑り係数は、２０６８４ｋＰａ～３４４７４ｋＰａ（３０００ｐｓｉ～５０００ｐｓｉ）の範囲内のポンプ圧について５％以下、１３７９０ｋＰａ～２０６８４ｋＰａ（２０００ｐｓｉ～３０００ｐｓｉ）の範囲内のポンプ圧について３％以下、６８９５ｋＰａ～１３７９０ｋＰａ（１０００ｐｓｉ～２０００ｐｓｉ）の範囲内のポンプ圧について２％以下、及び最大６８９５ｋＰａ（１０００ｐｓｉ）の範囲内のポンプ圧について１％以下のうちの１つである、請求項３２に記載の流体圧送システム。
【請求項３４】
前記第１の方向及び前記第２の方向は同じ方向である、請求項３１乃至３３のいずれか１項に記載の流体圧送システム。
【請求項３５】
前記第１の方向は前記第２の方向の逆である、請求項３１乃至３３のいずれか１項に記載の流体圧送システム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】

【０００１】
優先権
本出願は、２０１４年９月２３日に出願された米国仮特許出願第６２／０５４，１７６号及び２０１５年９月１日に出願された米国仮特許出願第６２／２１２，７８８号に対する優先権を主張し、それらの出願は、参照によりその全体が本明細書に組込まれる。
【０００２】
本発明は、一般に、流体を圧送する種々のシステム及びそれらの制御方法に関する。より詳細には、本発明は、システムにおける少なくとも１つの流体ドライバ及び少なくとも１つの比例制御弁による可変速及び／または可変トルクポンプの制御に関する。
【背景技術】
【０００３】
流体がその中で圧送されるシステムは、少数だけを上げると、重機械及び産業用機械、化学産業、食品産業、医療産業、商業用途、及び住宅用途等の種々の用途において見出される可能性がある。ポンプシステムの仕様が用途に応じて変わる可能性があるため、簡潔に言えば、本発明の背景は、重機械及び産業用機械において通常見出される一般化された油圧システム用途によって述べられることになる。こうした機械において、油圧システムは、低負荷から重負荷の用途に及ぶ用途、例えば、少数だけを上げると、掘削機、フロントエンドローダ、クレーン、及び静油圧変速機において使用される可能性がある。システムのタイプに応じて、油圧システムを有する従来の機械は、通常、油圧アクチュエータ（例えば、油圧シリンダ、油圧モータ、または、外部負荷に対して仕事を実施する別のタイプのアクチュエータ）、油圧ポンプ（モータ及びギアアセンブリを含む）、及び流体リザーバを含む。モータは、ギアアセンブリを駆動して、加圧流体を所定の方法で流体リザーバから油圧アクチュエータに提供する。例えば、油圧アクチュエータが油圧シリンダであるとき、ポンプからの油圧流体は、シリンダのピストンロッドがシリンダの本体内で移動するようにさせる。油圧アクチュエータが油圧モータである場合、ポンプからの油圧流体は、油圧モータが、例えば、取付けられた負荷を回転させ駆動するようにさせる。
【０００４】
通常、上述した産業用途における油圧ポンプの慣性は、システムにおいて流量を精密に制御するため、油圧ポンプの速度を変えることを非実用的にする。すなわち、こうした産業機械の従来技術のポンプは、流量要求の変化に対してそれほど応答性がない。そのため、システムにおける流量を制御するため、可変変位の油圧ポンプ及び／または指向性流量制御弁等の流量制御デバイスがシステムに付加され、油圧ポンプが、一定速度で稼働して、適切な圧力が流量制御デバイスに対して常に維持されることを保証する。油圧ポンプは、全速度でまたは何らかの他の一定速度で稼働される可能性があり、そのことは、システム内の流量制御デバイスについてシステムが常に、要求される圧力を有することを保証する。しかし、油圧ポンプを全速度でまたは何らかの他の一定速度で稼働させることは、システムの真のエネルギー入力要求を考慮しないため非効率的である。例えば、システム負荷が５０％に過ぎないときでさえも、ポンプは全速度で稼働することになる。更に、これらのシステム内の流量制御デバイスは、通常、動作するために油圧制御を使用し、油圧制御は、比較的複雑であり、更なる油圧流体が機能することを必要とすることがある。
【０００５】
油圧回路及び制御が複雑であるため、これらの油圧システムは、ポンプが大きな流体リザーバから油圧流体を引出し、油圧流体が、油圧アクチュエータに対して仕事を実施した後でかつ油圧制御において使用された後に、リザーバに返送される点で、通常、開ループである。すなわち、油圧アクチュエータ及び油圧制御から出力される油圧流体は、閉ループシステムのように、ポンプの入口に直接送られない。大きな流体リザーバを有する開ループシステムは、油圧流体の温度を適度なレベルに維持するために、また、ポンプがキャビテーションを防止し、種々の油圧制御式コンポーネントを動作させるために油圧流体の適切な供給が存在することを保証するために、これらのシステムにおいて必要とされる。閉ループ回路が知られているが、閉ループ回路は、ポンプキャビテーションのリスクが最

小である単純なシステム用である傾向がある。しかし、開ループシステムにおいて、種々のコンポーネントは、しばしば、互いから離間して位置する。これらの部品を相互接続するため、接続シャフト、ホース、パイプ、及び/または取付け具のような種々の更なるコンポーネントが、複雑な方法で使用され、したがって、汚染を受け易い。更に、これらのコンポーネントは、過酷な作業環境において損傷または劣化を受け易く、それにより、機械のダウンタイムの増加及び機械の信頼性の低下をもたらす。そのため、知られているシステムは、システムの複雑さ及び信頼性に関して望ましくない欠点を有する。

【０００６】

従来のアプローチ、伝統的なアプローチ、及び提案済みのアプローチの更なる制限及び欠点は、これらのアプローチを、図面を参照して本開示の残りの部分で述べる本発明の実施形態と比較することによって当業者に明らかになるであろう。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【０００７】

本発明の好ましい実施形態は、可変速及び／または可変トルクポンプを使用するシステム内の流体流量及び／または圧力のより高速でかつより精密な制御を実現する。以下で論じる、流体圧送システム及びそれを制御する方法は、閉ループタイプシステムにおいて特に有利である。その理由は、こうしたシステム内の流体流量及び／または圧力のより高速でかつより精密な制御は、従来システムに比べて、小さなアキュムレータサイズ及びポンプキャビテーションのリスクの減少を意味するからである。例示的な実施形態において、流体システムは、可変速及び可変トルクポンプ、少なくとも１つの比例制御弁アセンブリ、負荷を制御するため、流体によって動作されるアクチュエータ、ならびに、ポンプの速度及び／またはトルク及び少なくとも１つの比例制御弁アセンブリの開口を同時に確立するコントローラを含む。ポンプは、流体をアクチュエータに提供する少なくとも１つの流体ドライバを含み、アクチュエータは、例えば、負荷（例えば、掘削機のブーム、静油圧変速機、アクチュエータによって動作される可能性がある何らかの他の機器またはデバイス）を制御する、流体作動式シリンダ、流体駆動式モータ、または別のタイプの流体駆動式アクチュエータである可能性がある。本明細書で使用されるとき、「流体（ｆｌｕｉｄ）」は、液体、または、液体及び所定の体積に関して主に液体を含む気体の混合物を意味する。各流体ドライバは、プライムムーバ及び流体変位アセンブリを含む。流体変位アセンブリは、ポンプの入口ポートから出口ポートに流体が移送されるようにプライムムーバによって駆動される可能性がある。幾つかの実施形態において、比例制御弁アセンブリは、ポンプ出口とアクチュエータの入口ポートとの間に配設される。比例制御弁アセンブリは、比例制御弁及び弁アクチュエータを含む可能性がある。幾つかの実施形態において、比例制御弁アセンブリは、アクチュエータの出口ポートとポンプ入口との間に配設される。他の実施形態において、システムは、２つの比例制御弁アセンブリを含み、一方の弁アセンブリはポンプ出口とアクチュエータ入口ポートとの間に配設され、他の弁アセンブリはアクチュエータ出口ポートとポンプ入口との間に配設される。コントローラは、プライムムーバの速度及び／またはトルク及び少なくとも１つの比例制御弁アセンブリ内の比例制御弁の開口を同時に確立して、流体システム内の流量及び圧力を制御する。

【０００８】

幾つかの実施形態において、流体変位アセンブリは、第１の流体変位部材及び第２の流体変位部材を含む。第１の流体変位部材は、プライムムーバによって駆動され、駆動されると、第１の変位部材は、第２の流体変位部材を駆動する。駆動されると、第１及び第２の流体変位部材は、ポンプの入口からポンプの出口に流体を移送する。設計に応じて、流体変位部材の一方または両方は、流体を移送するときに、固定要素、例えば、ポンプ壁、クレッセント、または別の同様なコンポーネントと組合せて働く可能性がある。第１及び第２の流体変位部材は、例えば、ギア歯を有する内部または外部ギア、突出部（例えば、バンプ、拡張部、膨満部、突起部、他の同様な構造、またはその組合せ）を有するハブ（例えば、ディスク、シリンダ、または他の同様なコンポーネント）、窪み（例えば、キャ

ビティ、陥凹部、ボイド、または同様な構造）を有するハブ（例えば、ディスク、シリンダ、または他の同様なコンポーネント）、ローブを有するギア本体、または、駆動されると、流体を変位する可能性がある他の同様な構造である可能性がある。

【０００９】

幾つかの実施形態において、ポンプは、２つの流体ドライバを含み、各流体ドライバは、プライムムーバ、及び、流体変位部材を含む流体変位アセンブリを含む。各流体ドライバ内の流体変位部材は、それぞれのプライムムーバによって独立に駆動される。各流体変位部材は、複数の突出部及び複数の窪みの少なくとも一方を有する。すなわち、先の実施形態の場合と同様に、各流体変位部材は、例えば、ギア歯を有する内部または外部ギア、突出部（例えば、バンプ、拡張部、膨満部、突起部、他の同様な構造、またはその組合せ）を有するハブ（例えば、ディスク、シリンダ、または他の同様なコンポーネント）、窪み（例えば、キャビティ、陥凹部、ボイド、または同様な構造）を有するハブ（例えば、ディスク、シリンダ、または他の同様なコンポーネント）、ローブを有するギア本体、または、駆動されると、流体を変位する可能性がある他の同様な構造である可能性がある。ポンプ内の流体変位部材の構成は同一である必要はない。例えば、１つの流体変位部材は、外部ギアタイプ流体変位部材として構成される可能性があり、別の流体変位部材は、内部ギアタイプ流体変位部材として構成される可能性がある。流体変位部材は、例えば、電気モータ、油圧モータまたは他の流体駆動式モータ、内燃の、ガスの、もしくは他のタイプのエンジン、またはその流体変位部材を独立に動作させる可能性がある他の同様なデバイスによって独立に動作される。「独立に動作する（Ｉｎｄｅｐｅｎｄｅｎｔｌｙ　ｏｐｅｒａｔｅ）」、「独立に動作される（ｉｎｄｅｐｅｎｄｅｎｔｌｙ　ｏｐｅｒａｔｅｄ）」、「独立に駆動する（ｉｎｄｅｐｅｎｄｅｎｔｌｙ　ｄｒｉｖｅ）」、及び「独立に駆動される（ｉｎｄｅｐｅｎｄｅｎｔｌｙ　ｄｒｉｖｅｎ）」は、各流体変位部材、例えば、ギアを意味し、それ自身のプライムムーバ、例えば、電気モータによって、１対１構成で動作される／駆動される。しかし、流体ドライバは、例えば、流体を圧送するかつ／または逆流路をシールするため、流体ドライバ間の接触が同期化されるようにコントローラによって動作される。すなわち、プライムムーバの速度及び／またはトルク及び少なくとも１つの比例制御弁アセンブリ内の比例制御弁の開口を同時に確立することと共に、独立に動作される流体ドライバの動作は、各流体ドライバ内の流体変位部材が別の流体変位部材と同期化された接触を行うようにコントローラによって同期化される。接触は、少なくとも１つの接触点、接触ライン、または接触エリアを含む可能性がある。

【００１０】

別の例示的な実施形態は、油圧ポンプ、少なくとも１つの比例制御弁アセンブリ、及びコントローラを有するシステムを含む。油圧ポンプは、油圧流体を油圧アクチュエータに提供する。幾つかの実施形態において、油圧アクチュエータは油圧シリンダであり、他の実施形態において、油圧アクチュエータは油圧モータである。もちろん、本発明は、これらの例だけに限定されず、負荷を動作させる他のタイプの油圧アクチュエータが使用される可能性がある。油圧ポンプは、少なくとも１つのモータ及びギアアセンブリを含む。ギアアセンブリは、ポンプの入口からポンプの出口に流体が移送されるように少なくとも１つのモータによって駆動される可能性がある。各比例制御弁アセンブリは、比例制御弁及び比例制御弁を動作させる弁アクチュエータを含む。幾つかの実施形態において、比例制御弁は、ポンプ出口と油圧アクチュエータ入口との間に配設される。幾つかの実施形態において、比例制御弁は、油圧アクチュエータ出口とポンプ入口との間に配設される。更に他の実施形態において、油圧システムは、２つの比例制御弁を含む可能性がある。この実施形態において、比例制御弁の一方は、ポンプ出口と油圧アクチュエータ入口との間に配設される可能性があり、他の比例制御弁は、油圧アクチュエータ出口とポンプ入口との間に配設される可能性がある。コントローラは、少なくとも１つのモータの速度及び／またはトルク及び１つまたは複数の比例制御弁の開口を同時に確立して、油圧システム内の流量及び／または圧力を制御する。

【００１１】

本発明の要約は、本発明の幾つかの実施形態に対する一般的な導入として提供され、任意の特定の流体システムまたは油圧システム構成に限定することを意図されない。要約において述べる種々の特徴及び特徴の構成が、任意の適した方法で組合されて、本発明の任意の数の実施形態を形成する可能性があることが理解される。変形形態及び代替構成を含む幾つかの更なる例示的な実施形態が本明細書で提供される。

【００１２】

本明細書に組込まれ、本明細書の一部を構成する添付図面は、本発明の例示的な実施形態を示し、先に行った一般的な説明及び以下で行う詳細説明と共に、本発明の好ましい実施形態の特徴を説明するのに役立つ。

【図面の簡単な説明】

【００１３】

【図１】流体システムの例示的な実施形態を示す略図である。

【図２】図１のシステムで使用される可能性がある制御弁の例示的な実施形態を示す。

【図３】図１のシステムで使用される可能性があるギアポンプの例示的な実施形態を示す。

【図４】図１のシステムで使用される可能性があるギアポンプの実施形態の分解図を示す。

【図５】図４の外部ギアポンプの上部断面図を示す。

【図５Ａ】外部ギアポンプの図５のラインＡ－Ａに沿って切取られる側断面図を示す。

【図５Ｂ】外部ギアポンプの図２のラインＢ－Ｂに沿って切取られる側断面図を示す。

【図６】図４の外部ギアポンプによって圧送される流体の例示的な流路を示す。

【図６Ａ】図４の外部ギアポンプ内の接触エリアにおける２つのギア間の片面接触を示す。

【発明を実施するための形態】

【００１４】

本発明の例示的な実施形態は、可変速及び／または可変トルクポンプ及び少なくとも１つの比例制御弁を使用して流体が圧送されるシステムを対象とする。ポンプ及び少なくとも１つの比例制御弁の動作が連携して、従来システムと比べて、流体流量及び／または圧力のより高速かつより精密な制御を実現する。以下で更に詳細に論じるように、種々の例示的な実施形態は、１つまたは複数の流体変位部材を有する可能性がある流体変位アセンブリをプライムムーバが駆動するポンプ構成を含む。幾つかの例示的な実施形態において、流体変位アセンブリは、２つの変位部材を有し、プライムムーバは、一方の流体変位部材を駆動し、一方の流体変位部材は、次に、別の流体変位部材を駆動する（ドライバ・ドリブン構成）。幾つかの例示的な実施形態において、ポンプは、２つ以上の流体ドライバを含み、各流体ドライバは、プライムムーバ及び流体変位部材を有する。流体変位部材は、それぞれのプライムムーバによって独立に駆動されて、それぞれの流体変位部材間の接触を同期化する（ドライブ・ドライブ構成）。幾つかの実施形態において、同期化された接触は、５％以下の範囲の滑り係数を提供する。

【００１５】

図１は、流体システムの例示的な実施形態を示す。簡潔にするために、流体システムは、例示的な油圧システム用途によって述べられることになる。しかし、以下で述べる概念及び特徴が、同様に、他の（非油圧）タイプの流体を圧送するシステムに適用可能であることを当業者は理解するであろう。油圧システム１は、油圧流体を油圧アクチュエータ３に提供する油圧ポンプ１０を含み、油圧アクチュエータ３は、油圧シリンダ、油圧モータ、または外部負荷に対して仕事を実施する別のタイプの流体駆動式アクチュエータである可能性がある。油圧システム１は、同様に、比例制御弁アセンブリ２０１０及び２１１０を含む。しかし、幾つかの実施形態において、システム１は、比例制御弁アセンブリ２０１０及び２１１０の一方だけを含むように設計される可能性がある。油圧システム１はアキュムレータ１７０を含む可能性がある。比例制御弁アセンブリ２０１０は、油圧ポンプ１０のポートＢと油圧アクチュエータ３のポートＢとの間に配設される。すなわち、制御

弁アセンブリ２０１０は、油圧ポンプ１０のポートＢ及び油圧アクチュエータ３のポートＢと流体連通状態にある。制御弁アセンブリ２１１０は、油圧ポンプ１０のポートＡと油圧アクチュエータ３のポートＡとの間に配設される。すなわち、制御弁アセンブリ２１１０は、油圧ポンプ１０のポートＡ及び油圧アクチュエータ３のポートＡと流体連通状態にある。

【００１６】

例示的な実施形態において、ポンプ１０は、可変速で可変トルクのポンプである。幾つかの実施形態において、油圧ポンプ１０は双方向である。油圧ポンプ１０は、プライムムーバ１１及び流体変位アセンブリ１２を有する流体ドライバ１３を含む。プライムムーバは、例えば、電気モータ、油圧モータまたは他の流体駆動式モータ、内燃の、ガスの、もしくは他のタイプのエンジン、または、その流体変位部材を独立に動作させる可能性がある他の同様なデバイスによってもよい。図１の例示的な実施形態において、単一流体ドライバ１３が示される。しかし、ポンプ１０は、２つ以上の流体ドライバを有する可能性がある。幾つかの実施形態において、各流体ドライバは、プライムムーバ１１及び流体変位アセンブリ１２を含む。例示的な実施形態において、流体変位アセンブリ１２は、流体変位部材を有し、流体変位部材は、プライムムーバ１１によって駆動されると、流体を変位させる。流体変位部材は、例えば、突出部（例えば、バンプ、拡張部、膨満部、突起部、他の同様な構造、またはその組合せ）を有するハブ（例えば、ディスク、シリンダ、または他の同様なコンポーネント）、窪み（例えば、キャビティ、陥凹部、ボイド、または同様な構造）を有するハブ（例えば、ディスク、シリンダ、または他の同様なコンポーネント）、ローブを有するギア本体、または、駆動されると、流体を変位する可能性がある他の同様な構造である可能性がある。プライムムーバ１１は、ドライブユニット２０２２を介して制御ユニット２６６によって制御され、プライムムーバ１１は、流体変位アセンブリ１２を駆動する。幾つかの実施形態において、プライムムーバ１１は双方向である。図１の例示的な実施形態は、２つの比例制御弁アセンブリ２０１０、２１１０を含む。各比例制御弁アセンブリ２０１０、２１１０は、それぞれ、比例制御弁２０１４、２１１４を含む。制御弁２０１４、２１１４は、同様に、ドライブユニット２０２２を介して制御ユニット２６６によって制御される。制御弁２０１４、２１１４は、対応する通信接続２０２５、２１２５を使用してドライブユニット２０２２を介して制御ユニット２６６によって、完全開口になるよう、完全閉鎖になるよう、または０％と１００％との間で絞り度調整されるように指令される可能性がある。幾つかの実施形態において、制御ユニット２６６は、各制御弁アセンブリ２０１０、２１１０及び油圧ポンプ１０と直接通信する可能性がある。共通電源２０２０は、制御弁アセンブリ２０１０、２１１０及び油圧ポンプ１０に電力を提供する可能性がある。幾つかの実施形態において、制御弁アセンブリ２０１０、２１１０及び油圧ポンプ１０は、別個の電源を有する。

【００１７】

ドライブユニット２０２２は、制御ユニット２６６からのコマンド信号を解釈し、適切な要求信号を、プライムムーバ１１及び／または弁２０１４、２１１４に送信するハードウェア及び／またはソフトウェアを含む。例えば、ドライブユニット２０２２は、油圧ポンプ１０に固有であるポンプ曲線及び／またはプライムムーバ曲線（例えば、プライムムーバが電気モータである場合、モータ曲線）を含む可能性があり、それにより、制御ユニット２６６からのコマンド信号は、油圧ポンプ１０の設計に基づいて油圧ポンプ１０に対する適切な速度／トルク要求信号に変換されることになる。同様に、ドライブユニット２０２２は、制御弁２０１４、２１１４に固有である弁曲線及び／または弁アクチュエータ曲線を含む可能性があり、制御ユニット２６６からのコマンド信号は、弁のタイプに基づいて適切な要求信号に変換されることになる。ポンプ／プライムムーバ曲線及び弁／弁アクチュエータ曲線は、ハードウェア及び／またはソフトウェアで、例えば、ハードウェア回路、ソフトウェアアルゴリズム、及び公式、またはその組合せで実装される可能性がある。

【００１８】

幾つかの実施形態において、ドライブユニット２０２２は、プライムムーバ１１及び／または制御弁２０１４、２１１４を制御するため、特定用途向けハードウェア回路及び／またはソフトウェア（例えば、所望の動作を実施するための、アルゴリズムか、任意の他の命令か、または命令のセット）を含む可能性がある。例えば、幾つかの用途において、油圧アクチュエータ３は、掘削機のブーム上に設置された油圧シリンダである可能性がある。こうした例示的なシステムにおいて、ドライブユニット２０２２は、ブームの動作に固有である、回路、アルゴリズム、プロトコル（例えば、安全、動作）、ルックアップテーブル等を含む。そのため、制御ユニット２６６からのコマンド信号は、ドライブユニット２０２２によって解釈されて、プライムムーバ１１及び／または制御弁２０１４、２１１４を適切に制御し、それにより、ブームを所望の位置に位置決めする可能性がある。

【００１９】

制御ユニット２６６は、プライムムーバ１１からフィードバックデータを受信する可能性がある。例えば、プライムムーバのタイプに応じて、制御ユニット２６６は、プライムムーバ回転数／分（ｒｐｍ）値、速度値、周波数値、トルク値、電流値及び電圧値、及び／またはプライムムーバの動作に関連する他のデータを受信する可能性がある。更に、制御ユニット２６６は、制御弁２０１４、２１１４からフィードバックデータを受信する可能性がある。例えば、制御ユニット２６６は、制御弁２０１４、２１１４の開口状態及び閉鎖状態及び／またはパーセント開口状態を受信する可能性がある。更に、弁アクチュエータのタイプに応じて、制御ユニット２６６は、アクチュエータの速度及び／または位置等のフィードバックを受信する可能性がある。更に、制御ユニット２６６は、圧力、温度、流量等のプロセスパラメータまたはシステム１の動作に関連する他のパラメータのフィードバックを受信する可能性がある。例えば、各制御弁アセンブリ２０１０、２１１０は、圧力、温度、及び油圧流体の流量等のプロセスパラメータを測定するため、センサ（または変換器）２０１６～２０１８、２１１６～２１１８をそれぞれ有する可能性がある。センサ２０１６～２０１８、２１１６～２１１８は、通信接続２０１２、２１１２を介して制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２と通信する可能性がある。センサ２０１６～２０１８、２１１６～２１１８は、所望に応じて、比例制御弁２０１４、２１１４の上流側または下流側にある可能性がある。幾つかの実施形態において、センサの２つのセットは、比例制御弁２０１４、２１１４の任意の一方またはそれぞれについて設けられ、センサの一方のセットは上流側に配設され、他のセットは下流側に配設される。センサ２０１６～２０１８、２１１６～２１１８またはセンサの更なるセットに対して代替的にまたは付加的に、油圧システム１は、例えば、圧力、温度、流量等のプロセスパラメータまたはシステム１の動作に関連する他のパラメータを測定する他のセンサを、システム全体を通して有する可能性がある。

【００２０】

図１に目を向けると、ドライブユニット２０２２及び制御ユニット２６６は別個のコントローラとして示されるが、これらのユニットの機能は、単一コントローラに組込まれる、または、複数のコントローラになるよう更に分離される可能性がある（例えば、複数の流体ドライバ、したがって、複数のプライムムーバが存在する場合、プライムムーバは共通コントローラを有する可能性がある、かつ／または、各プライムムーバは自分自身のコントローラを有する可能性がある、かつ／または、制御弁２０１４、２１１４は共通コントローラを有する可能性がある、かつ／または、各制御弁は自分自身のコントローラを有する可能性がある）。コントローラ（制御ユニット２６６、ドライブユニット２０２２、及び／または他のコントローラ）は、互いに通信して、制御弁アセンブリ２０１０、２１１０及び油圧ポンプ１０の動作を連携させる可能性がある。例えば、図１に示すように、制御ユニット２６６は、通信接続２０２４を介してドライブユニット２０２２と通信する。通信は、デジタルベースまたはアナログベース（またはその組合せ）である可能性があり、有線または無線（またはその組合せ）である可能性がある。幾つかの実施形態において、制御システムは、制御ユニット２６６と、ドライブユニット２０２２と、制御弁アセンブリ２０１０、２１１０と、油圧ポンプ１０と、センサ２０１６～２０１８、２１１６

～２１１８との間の制御信号及びセンサ信号である「フライ・バイ・ワイヤ」操作は、完全に電子的またはほぼ全て電子的である。すなわち、油圧システムの場合、制御システムは、制御のために油圧信号ラインまたは油圧フィードバックラインを使用しない。例えば、制御弁２０１４、２１１４は、パイロット弁のための油圧接続を持たない。幾つかのシステムにおいて、電子制御及び油圧制御の組合せが使用される可能性がある。

【００２１】

制御ユニット２６６は、オペレータの入力ユニット２７６から入力を受信する可能性がある。入力ユニット２７６を使用して、オペレータは、システムを手動で制御する、または、事前プログラム済みルーチンを選択する可能性がある。例えば、オペレータは、流量（または速度）モード、圧力（またはトルク）モード、または平衡化モード等のシステム用の動作モードを選択する可能性がある。流量または速度モードは、比較的低いトルク要件を有するアクチュエータ３の比較的高速の応答が必要とされる動作、例えば、油圧シリンダ内でのピストンロッドの比較的高速の後退または抽出、油圧モータにおける高速ｒｐｍ応答、またはアクチュエータの高速の応答が必要とされる任意のタイプの用途における任意の他のシナリオについて利用される可能性がある。逆に、圧力またはトルクモードは、比較的高いトルク要件を有するアクチュエータ３の比較的低速の応答が必要とされる動作について利用される可能性がある。選択される動作モードに基づいて、プライムムーバ１１及び制御弁２０１４、２１１４を制御するための制御スキームは異なる可能性がある。すなわち、例えば、オペレータによって設定される、または、用途（例えば、油圧ブーム用途または他のタイプの油圧用途）に基づいてシステムによって決定される所望の動作モードに応じて、油圧アクチュエータ３に対する流量及び／または圧力は、プライムムーバ１１の速度またはトルク及び／または制御弁２０１４、２１１４の位置を制御することによって、所望の設定点値になるよう制御される可能性がある。制御弁２０１４、２１１４及びプライムムーバ１１の動作は、制御弁２０１４、２１１４のパーセント開口とプライムムーバ１１の速度／トルクの両方が、適切に制御されて、システムにおいて所望の流量／圧力を維持するように連携される。例えば、流量（または速度）モード動作において、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、以下で述べるように、制御弁２０１４、２１１４の位置と組合せてプライムムーバ１１の速度を制御することによってシステム内の流量を制御する。システムが圧力（またはトルク）モード動作中であるとき、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、以下で述べるように、制御弁２０１４、２１１４の位置と組合せてプライムムーバ１１のトルクを調整することによって、システム内の所望の点において、例えば、油圧アクチュエータ３のポートＡまたはＢにおいて圧力を制御する。システムが平衡化動作モードにあるとき、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、プライムムーバ１１及び制御弁２０１４、２１１４を制御するとき、システムの圧力と油圧流量の両方を考慮する。

【００２２】

プライムムーバ１１を制御することと組合せた制御弁２０１４、２１１４の使用は、より大きな柔軟性を実現する。例えば、制御弁２０１４、２１１４とプライムムーバ１１の組合せは、油圧ポンプだけを使用する場合に比べて、油圧システムのより高速でかつより精密な制御を実現する。システムが流量の増加または減少を必要とするとき、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、プライムムーバ１１の速度を相応して変更するであろう。しかし、油圧ポンプ１０及び油圧システム１の慣性によって、新しい流量要求信号がプライムムーバ１１によって受信されるときと、流体流量に実際の変化が存在するときとの間に時間遅延が存在する可能性がある。同様に、圧力／トルクモードにおいて、新しい圧力要求信号が送信されるときと、システム圧力の実際の変化が存在するときとの間に時間遅延が同様に存在する可能性がある。高速応答時間が必要とされるとき、制御弁２０１４、２１１４は、油圧システム１が、流量／圧力要求信号の変化に対するほぼ瞬時の応答を提供することを可能にする。幾つかのシステムにおいて、制御ユニット２６６及び／またはドライブユニット２０２２は、用途及び実施される動作のタイプに基づいて適切な動作モード（例えば、流量モード、圧力モード、平衡化モード）を決定し設定する可

能性がある。幾つかの実施形態において、オペレータは、最初に、動作モードを設定するが、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、例えば、所定の動作及び安全プロトコルに基づいてオペレータ設定をオーバライドする可能性がある。先に示したように、油圧ポンプ１０及び制御弁アセンブリ２０１０、２１１０の制御は、動作モードに応じて変動することになる。

【００２３】

圧力／トルクモード動作において、プライムムーバ１１に出力される電力は、プライムムーバ１１のトルクを最大にすること等の基準を使用して、システム用途要件に基づいて決定される。油圧圧力が、例えば、油圧アクチュエータ３のポートＡにおいて所定の設定点より小さい場合、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、プライムムーバのトルクを増加させて、油圧圧力を増加させることになる。例えば、プライムムーバが電気モータである場合、モータの電流（したがって、トルク）が増加される。もちろん、トルクを増加する方法は、プライムムーバのタイプに応じて変わることになる。油圧アクチュエータ３のポートＡにおける圧力が所望の圧力より高い場合、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、プライムムーバからのトルクを減少させることになる。例えば、プライムムーバが電気モータである場合、モータの電流（したがって、トルク）が減少されて、油圧圧力を減少させる。油圧アクチュエータ３のポートＡにおける圧力が先に論じた例示的な実施形態において使用されるが、圧力モード動作は、その場所または更に単一の場所における圧力を測定することに限定されない。代わりに、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、制御のため、システム内の任意の他の場所からまたは複数の場所から圧力フィードバック信号を受信する可能性がある。圧力モード動作は、種々の用途で使用される可能性がある。

【００２４】

例えば、油圧アクチュエータ３が油圧シリンダであり、油圧シリンダを伸長させる（または抽出する）コマンドが存在する場合、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、油圧シリンダの抽出チャンバへの入口（例えば、油圧アクチュエータ３のポートＡ）における圧力の増加が必要とされると判定することになり、その後、抽出チャンバへの入口における圧力の増加をもたらす信号をプライムムーバ１１及び制御弁２０１４、２１１４に送信することになる。同様に、油圧アクチュエータ３が油圧モータであり、油圧モータの速度を増加させるコマンドが存在する場合、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、油圧モータへの入口（例えば、油圧アクチュエータ３のポートＡ）における圧力の増加が必要とされると判定することになり、その後、油圧モータへの入口における圧力増加をもたらす信号をプライムムーバ１１及び制御弁２０１４、２１１４に送信することになる。

【００２５】

圧力／トルクモード動作において、油圧ポンプ１０に対する要求信号は、油圧ポンプ１０の流体変位アセンブリ１２を駆動するプライムムーバ１１に対する電流を増加させることになり、それが、トルクを増加させる。しかし、先に論じたように、要求信号が送信されるときと、例えば、油圧アクチュエータ３のポートＡ（油圧シリンダの抽出チャンバへの入口、油圧モータへの入口、または別のタイプの油圧アクチュエータへの入口）において圧力が実際に増加するときとの間に時間遅延が存在する可能性がある。この時間遅延を減少させるまたはなくすため、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、同様に、更に開口させる（すなわち、弁開口を増加させる）信号を制御弁２０１４、２１１４の一方または両方に同時に（例えば、同時にまたはほぼ同時に）送信することになる。制御弁２０１４、２１１４が小さな慣性を有するせいで、制御弁２０１４、２１１４の反応時間がプライムムーバ１１の反応時間より速いことになるため、油圧アクチュエータ３の圧力は、制御弁２０１４、２１１４の一方または両方が更に開口し始めると即座に増加することになる。例えば、油圧ポンプ１０のポートＡがポンプ１０の放出部である場合、制御弁２１１４は、油圧アクチュエータ３のポートＡの圧力を所望の値になるよう即座に制御するように動作する可能性がある。制御弁２１１４が制御されている期間中、プライム

ムーバ１１は、油圧ポンプ１０の放出部における圧力を増加することになる。圧力が増加するにつれて、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、制御弁２１１４に対して適切な補正を行って、油圧アクチュエータ３のポートＡにおいて所望の圧力を維持することになる。

【００２６】

幾つかの実施形態において、油圧ポンプ１０の下流の制御弁２０１４、２１１４、すなわち、放出側の弁は、上流側の弁が所定の一定弁開口のままである、例えば、上流弁が１００％開口（またはほぼ１００％またはかなり高いパーセントの開口）に設定される可能性がある間に制御されて、油圧ラインの流体抵抗を最小にすることになる。先の例において、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、制御弁２０１４（すなわち、上流弁）を一定弁開口、例えば、１００％開口に維持しながら、制御弁２１１４（すなわち、下流弁）を絞り度調整（または制御）する可能性がある。幾つかの実施形態において、制御弁２０１４、２１１４の一方または両方は、同様に、油圧システム１の不安定性をなくすまたは減少させるために制御される可能性がある。例えば、油圧アクチュエータ３が負荷を動作させるために使用されるにつれて、負荷は、（例えば、負荷の機械的問題、負荷の重量のシフトによって、または、何らかの他の理由で）油圧システム１内の流量または圧力の不安定性を引起す可能性がある。制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、不安定性をなくすまたは減少させるため制御弁２０１４、２１１４を制御するように構成される可能性がある。例えば、圧力が油圧アクチュエータ３に対して増加されているため、負荷の不安定性のために、アクチュエータ３が誤って働き始める（例えば、シリンダがあまりにも速く移動し始める、油圧モータのｒｐｍが速すぎる、または何らかの他の誤った挙動）場合、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、圧力及び流量センサに基づいて不安定性を検知し、油圧システム１を安定化するため制御弁２０１４、２１１４の一方または両方を適切に閉鎖するように構成される可能性がある。もちろん、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、上流弁が油圧ポンプ１０を窮乏させるほどまで閉鎖しないように安全策を持って構成される可能性がある。

【００２７】

幾つかの状況において、油圧アクチュエータ３（例えば、ポートＡ）の圧力は、所望される圧力より高い。例えば、油圧アクチュエータ３が油圧シリンダである場合、所望されるより高い圧力は、シリンダがあまりにも速く伸長または後退することになる、または、シリンダが、固定しているべきときに伸長または後退することになることを意味する可能性がある。または、油圧アクチュエータ３が油圧モータである場合、所望されるより高い圧力は、油圧モータｒｐｍが高過ぎることを意味する可能性がある。もちろん、他のタイプの用途及び／または状況において、所望されるより高い圧力は、他の望ましくない動作状態をもたらす可能性がある。こうした場合、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、油圧アクチュエータ３の適切なポートに過剰の圧力が存在すると判定する可能性がある。過剰の圧力が存在する場合、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、油圧アクチュエータ３の適切なポートにおける圧力の減少が必要とされると判定することになり、その後、圧力減少をもたらす信号をプライムムーバ１１及び制御弁２０１４、２１１４に送信することになる。油圧ポンプ１０に対する要求信号は、油圧ポンプ１０の流体変位アセンブリ１２を駆動するプライムムーバ１１に対する電流を減少させることになり、それが、トルクを減少させる。しかし、先に論じたように、要求信号が送信されるときと、油圧シリンダ３の圧力が実際に減少するときとの間に時間遅延が存在する可能性がある。この時間遅延を減少させるまたはなくすため、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、同様に、更に閉鎖する（すなわち、弁開口を減少させる）信号を制御弁２０１４、２１１４の一方または両方に同時に（例えば、同時にまたはほぼ同時に）送信することになる。制御弁２０１４、２１１４が小さな慣性を有するせいで、制御弁２０１４、２１１４の反応時間がプライムムーバ１１の反応時間より速いことになるため、油圧アクチュエータ３の適切なポートの圧力は、制御弁２０１４、２１１４の一方または両方が閉鎖し始めると即座に減少することになる。ポンプ放出圧力が減少し始めるにつれ

て、制御弁２０１４、２１１４の一方または両方は、油圧アクチュエータ３の適切なポートにおいて所望の圧力を維持するため開口し始めることになる。

【００２８】

流量／速度モード動作において、プライムムーバ１１に対する電力は、プライムムーバ１１がどれほど速く所望の速度まで上昇するか、また、プライムムーバ速度がどれほど精密に制御される可能性があるか等の基準を使用して、システム用途要件に基づいて決定される。流体流量がプライムムーバ１１の速度に比例し、流体流量が油圧アクチュエータ３の動作（例えば、油圧アクチュエータ３が油圧シリンダである場合、シリンダの移動速度、油圧アクチュエータ３が油圧モータである場合、ｒｐｍ、または、システムのタイプ及び負荷のタイプに応じた他の適切なパラメータ）を決定するため、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、プライムムーバ１１の速度、流量、または両方の或る組合せを使用する制御スキームに基づいて油圧アクチュエータ３の動作を制御するように構成される可能性がある。すなわち、例えば、油圧アクチュエータ３の特定の応答時間、例えば、油圧シリンダについての特定の移動速度、油圧モータの特定のｒｐｍ、または油圧アクチュエータ３の何らかの他の特定の応答が必要とされるとき、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、プライムムーバ１１を制御して、油圧アクチュエータ３の所望の特定の応答に対応する所定の速度及び／または所定の流量を達成する可能性がある。例えば、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、油圧アクチュエータ３の動作（例えば、油圧シリンダの移動速度、油圧モータのｒｐｍ、または、何らかの他の応答）を、油圧ポンプ１０の速度及び／またはシステム１内の油圧流体の流量に相関付ける、アルゴリズム、ルックアップテーブル、データセット、または別のソフトウェアまたはハードウェアを有するようにセットアップされる可能性がある。そのため、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、油圧アクチュエータ３の所望の動作を達成するため、プライムムーバ１１の速度またはシステム内の油圧流量を制御するようにセットアップされる可能性がある。

【００２９】

制御スキームが流量を使用する場合、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、流量センサ、例えば、流量センサ２１１８もしくは２０１８または両方からフィードバック信号を受信して、システム内の実際の流量を決定する可能性がある。システム内の流量は、例えば、システム内の２つの地点の前後の差圧、超音波流量計からの信号、タービン流量計からの周波数信号、または何らかの他の流量センサ／計器信号を測定することによって決定される可能性がある。そのため、制御スキームが流量を使用するシステムにおいて、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、油圧ポンプ１０の流量出力を、油圧アクチュエータ３の所望の動作（例えば、油圧アクチュエータ３が油圧シリンダである場合、シリンダの移動速度、油圧アクチュエータ３が油圧モータである場合、ｒｐｍ、または、システムのタイプ及び負荷のタイプに応じた他の適切なパラメータ）に対応する所望の流量設定点値になるよう制御する可能性がある。

【００３０】

同様に、制御スキームがプライムムーバ１１の速度を使用する場合、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、プライムムーバ１１または流体変位アセンブリ１２からフィードバック信号（複数可）を受信する可能性がある。例えば、プライムムーバ１１の実際の速度は、流体変位部材の回転を検知することによって測定される可能性がある。例えば、流体変位部材がギアである場合、油圧ポンプ１０は、ギア歯が回転するときギア歯を検知する磁気センサ（図示せず）を含む可能性がある。磁気センサ（図示せず）に対して代替的にまたは付加的に、１つまたは複数の歯は、油圧ポンプケーシングの内部または外部に位置するピックアップによって検知される磁石を含む可能性がある。もちろん、磁石及び磁気センサが、他のタイプの流体変位部材に組込まれる可能性があり、また、他のタイプの速度センサが使用される可能性がある。そのため、制御スキームが流量を使用するシステムにおいて、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、油圧ポンプ１０の実際の速度を、油圧アクチュエータ３の所望の動作に対応する所望の速度設定点値

になるよう制御する可能性がある。

【００３１】

システムが流量モード動作中であり、用途が、（例えば、油圧シリンダを所定の移動速度で移動させるため、油圧モータを所定のｒｐｍで稼働させるため、またはシステムのタイプ及び負荷のタイプに応じたアクチュエータ３の何らかの他の適切な動作のため）油圧アクチュエータ３に対して所定の流量を要求する場合、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、所望の油圧流量に対応する要求される流量を決定することになる。制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、油圧流量の増加が必要とされると判定する場合、流量増加をもたらす信号を油圧ポンプ１０及び制御弁２０１４、２１１４の送信することになる。油圧ポンプ１０に対する要求信号は、プライムムーバ１１の速度を増加させて、要求されるより高い流量に対応する速度に適合させることになる。しかし、先に論じたように、要求信号が送信されるときと、流量が実際に増加するときとの間に時間遅延が存在する可能性がある。この時間遅延を減少させるまたはなくすため、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、同様に、更に開口する（すなわち、弁開口を増加させる）信号を制御弁２０１４、２１１４の一方または両方に同時に（例えば、同時にまたはほぼ同時に）送信することになる。制御弁２０１４、２１１４が小さな慣性を有するせいで、制御弁２０１４、２１１４の反応時間がプライムムーバ１１の反応時間より速いことになるため、システム内の油圧流体流量は、制御弁２０１４、２１１４の一方または両方が閉鎖し始めると即座に増加することになる。制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、その後、制御弁２０１４、２１１４を制御して、要求される流量を維持することになる。制御弁２０１４が制御されている期間中、２１１４は制御されており、プライムムーバ１１は、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２からのより高い速度要求に適合するためその速度を増加させていることになる。プライムムーバ１１の速度が増加するにつれて、流量が、同様に増加することになる。しかし、流量が増加するにつれて、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、制御弁２０１４、２１１４に対して適切な補正を行って、要求される流量を維持することになる。例えば、この場合、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、要求される流量を維持するため制御弁２０１４、２１１４の一方または両方を閉鎖し始めることになる。

【００３２】

幾つかの実施形態において、油圧ポンプ１０の下流の制御弁２０１４、２１１４、すなわち、放出側の弁は、上流側の弁が所定の一定弁開口のままである、例えば、上流弁が１００％開口（またはほぼ１００％またはかなり高いパーセントの開口）に設定される可能性がある間に制御されて、油圧ラインの流体抵抗を最小にすることになる。先の例において、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、制御弁２０１４（すなわち、上流弁）を一定弁開口、例えば、１００％開口（またはほぼ１００％またはかなり高いパーセントの開口）に維持しながら、制御弁２１１４（すなわち、下流弁）を絞り度調整（または制御）する。先に論じた圧力モード動作と同様に、幾つかの実施形態において、制御弁２０１４、２１１４の一方または両方は、同様に、先に論じたように、油圧システム１の不安定性をなくすまたは減少させるために制御される可能性がある。

【００３３】

幾つかの状況において、油圧シリンダ３の流量は、所望される圧力より高い。例えば、油圧アクチュエータ３が油圧シリンダである場合、所望されるより高い流量は、シリンダがあまりにも速く伸長または後退することになる、または、シリンダが、固定しているべきときに伸長または後退することになることを意味する可能性がある。または、油圧アクチュエータ３が油圧モータである場合、所望されるより高い圧力は、油圧モータｒｐｍが高過ぎることを意味する可能性がある。もちろん、他のタイプの用途及び／または状況において、所望されるより高い圧力は、他の望ましくない動作状態をもたらす可能性がある。こうした場合、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、油圧アクチュエータ３の対応するポートに対する流量が高過ぎると判定する可能性がある。高過ぎる場合、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、油圧アクチュエータ３に対する流量

の減少が必要とされると判定することになり、その後、流量を減少させる信号を油圧ポンプ１０及び制御弁２０１４、２１１４に送信することになる。油圧ポンプ１０に対する要求信号は、プライムムーバ１１の速度を減少させて、要求されるより低い流量に対応する速度に適合させることになる。しかし、先に論じたように、要求信号が送信されるときと、流量が実際に減少するときとの間に時間遅延が存在する可能性がある。この時間遅延を減少させるまたはなくすため、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、同様に、更に閉鎖する（すなわち、弁開口を減少させる）信号を制御弁２０１４、２１１４の少なくとも一方に同時に（例えば、同時にまたはほぼ同時に）送信することになる。制御弁２０１４、２１１４が小さな慣性を有するせいで、制御弁２０１４、２１１４の反応時間がプライムムーバ１１の反応時間より速いことになるため、システム流量は、制御弁（複数可）２０１４、２１１４が閉鎖し始めると即座に減少することになる。プライムムーバ１１の速度が減少し始めるにつれて、流量が、同様に、減少し始めることになる。しかし、制御弁２０１４、２１１４は、要求される流量を維持するため、制御弁２０１４、２１１４を適切に制御することになる（すなわち、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、プライムムーバの速度が減少すると、制御弁２０１４、２１１４の一方または両方を開口し始めることになる）。例えば、油圧ポンプ１０に関する下流弁は、絞り度調整されて、流量を所望の値になるよう制御する可能性があり、一方、上流弁は、一体値の開口に維持されて、例えば、１００％開口して、流れ抵抗を減少させる。しかし、更に速い応答が必要とされる（または、流量を迅速に減少させるコマンド信号が受信される）場合、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、同様に、上流弁をかなり閉鎖するように構成される可能性がある。上流弁をかなり閉鎖することは、油圧アクチュエータ３上の背圧を増加させることによって、油圧システム１内の流量を迅速に落とす「油圧ブレーキ（ｈｙｄｒａｕｌｉｃ　ｂｒａｋｅ）」として働くのに役立つ可能性がある。もちろん、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、油圧ポンプ１０を窮乏させるほどまで上流弁を閉鎖しないように安全策を持って構成される可能性がある。更に、先に論じたように、制御弁２０１４、２１１４は、同様に、油圧システム１の不安定性をなくすまたは減少させるために制御される可能性がある。

【００３４】

平衡化モード動作において、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、システムの流量と圧力の両方を考慮するように構成される可能性がある。例えば、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、通常動作中に流量設定点になるよう主に制御する可能性があるが、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、同様に、圧力が或る上限及び／または下限内に留まることを保証することになる。逆に、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、圧設定点を主に制御する可能性があるが、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、流量が或る上限及び／または下限内に留まることを保証することになる。幾つかの実施形態において、油圧ポンプ１０及び制御弁２０１４、２１１４は、専用機能を有する可能性がある。例えば、システム内の圧力は油圧ポンプ１０によって制御される可能性があり、システム内の流量は制御弁２０１４、２１１４によって制御される可能性があり、または、所望に応じてその逆も同様である。

【００３５】

先の例示的な実施形態において、所望されるときに高速流量応答を提供するのに十分な予備容量が存在することを保証するため、制御弁２０１４、２１１４は、両方向への移動を可能にする範囲内で動作して、油圧アクチュエータ３における流量または圧力の迅速な（ｒａｐｉｄ）増加または減少を可能にする可能性がある。例えば、油圧ポンプ１０に関する下流制御弁は、１００％より小さいパーセント開口で、すなわち、絞り度調整済み位置で動作する可能性がある。すなわち、下流制御弁は、例えば、全弁開口の８５％で動作するように設定される可能性がある。この絞り度調整済み位置は、開口方向への１５％弁移動を可能にして、必要とされるときに、油圧アクチュエータ３の適切なポートにおいて流量または圧力を迅速に増加させる。もちろん、制御弁設定は８５％に限定されず、制御弁２０１４、２１１４は任意の所望のパーセンテージで動作する可能性がある。幾つかの

実施形態において、制御は、最大流量または圧力の或るパーセント、例えば、最大流量／圧力の８５％または何らかの他の所望の値に対応するパーセント開口で動作するように設定される可能性がある。閉鎖方向への移動は、０％弁開口まで下げて、油圧アクチュエータ３における流量及び圧力を減少させ、それにより、システム安定性を維持する可能性があるが、閉鎖方向への弁移動は、例えば、弁開口の或るパーセント及び／または最大流量／圧力の或るパーセントに制限される可能性がある。例えば、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、弁開口に関する下限または最大流量／圧力の或るパーセントに達する場合、弁２０１４、２１１４の更なる閉鎖を防止するように構成される可能性がある。幾つかの実施形態において、制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、制御弁開口の上限及び／または最大流量／圧力の或るパーセントに達する場合、制御弁２０１４、２１１４が更に開口することを制限する可能性がある。

【００３６】

幾つかの実施形態において、油圧システム１は、閉ループ油圧システムである可能性がある。例えば、図１に示す、油圧アクチュエータ３、油圧ポンプ１０、比例制御弁アセンブリ２０１０、２１１０、アキュムレータ１７０、電源２０２０、及び制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、閉ループ油圧システムを形成する可能性がある。閉ループ油圧システムにおいて、例えば、油圧アクチュエータ３の後退チャンバまたは抽出チャンバから放出される流体は、ポンプ１０に戻るように方向付けられ、即座に再循環される。先に論じたように、先の例示的な実施形態において論じた制御スキームは、閉ループタイプのシステムにおいて特に有利である。その理由は、システム内の流体流量及び／または圧力のより高速でかつより精密な制御が、従来システムに比べて、より小さなアキュムレータサイズ及びポンプキャビテーションのリスクの減少を意味する可能性があるからである。しかし、本発明の油圧システム１は、閉ループ油圧システムに限定されない。例えば、油圧システム１は、開ループ油圧システムを形成する可能性がある。開ループ油圧システムにおいて、例えば、油圧アクチュエータ３から放出される流体は、サンプに方向付けられ、その後、ポンプ１０によってサンプから引出される可能性がある。そのため、本発明の油圧システム１は、本開示の範囲から逸脱することなく、閉ループシステム、開ループシステム、または両方の組合せであるように構成される可能性がある。

【００３７】

図１に示すシステムにおいて、制御弁アセンブリ２０１０、２１１０は、油圧ポンプ１０の外部に示され、１つの制御弁アセンブリが、流れ方向に沿って油圧ポンプ１０の両側に位置する。特に、制御弁アセンブリ２０１０は油圧ポンプ１０のポートＢと油圧アクチュエータ３のポートＢとの間に配設され、制御弁アセンブリ２１１０は、油圧ポンプ１０のポートＡと油圧アクチュエータ３のポートＡとの間に配設される。しかし、他の実施形態において、制御弁アセンブリ２０１０、２１１０は、油圧ポンプ１０（またはポンプケーシング）の内部に配設される可能性がある。例えば、制御弁アセンブリ２０１０は、油圧ポンプ１０のポートＢ側でポンプケーシングの内部に配設される可能性があり、制御弁アセンブリ２１１０は、油圧ポンプ１０のポートＡ側でポンプケーシングの内部に配設される可能性がある。

【００３８】

図１に示す油圧システム１は、内部に単一ポンプ１０を有するように示されるが、油圧システム１は、他の実施形態において、複数の油圧ポンプを有する可能性がある。例えば、油圧システム１は、内部に２つの油圧ポンプを有する可能性がある。更に、複数のポンプが、例えば、油圧システム１の動作上の必要性に応じて油圧システム１に対して直列にまたは並列に（または両方の組合せで）接続される可能性がある。例えば、油圧システム１がより高いシステム圧力を要求する場合、直列接続構成が、複数のポンプについて使用される可能性がある。油圧システム１がより高いシステム流量を要求する場合、並列接続構成が、複数のポンプについて使用される可能性がある。制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、ポンプのそれぞれからの圧力及び／または流量をモニターし、先に論じたように、そのポンプについての所望の圧力／流量になるよう各ポンプを制御する可

能性がある。

【００３９】

先に論じたように、制御弁アセンブリ２０１０、２１１０は、弁開口の０％と１００％との間で絞り度調整される可能性がある制御弁２０１４、２１１４を含む。図２は、制御弁２０１４、２１１４の例示的な実施形態を示す。図２に示すように、制御弁２０１４、２１１４のそれぞれは、ボール弁２０３２及び弁アクチュエータ２０３０を含む可能性がある。弁アクチュエータ２０３０は、全電気式アクチュエータである、すなわち、油圧機器でない可能性があり、全電気式アクチュエータは、通信接続２０２５、２１２５を介して制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２からの信号に基づいてボール弁２０３２を開口し閉鎖する。しかし、本発明の実施形態は、全電気式アクチュエータに限定されず、電気油圧アクチュエータ等の他のタイプのアクチュエータが使用される可能性がある。制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、ボール弁２０３２のパーセント回転を、ボール弁２０３２のパーセント断面開口に相関付ける、ボール弁２０３２用の特性曲線を含む可能性がある。特性曲線は、ボール弁２０３２の各タイプ及びサイズに対して予め決められかつ固有であり、制御ユニット２６６及び／またはドライブユニット２０２２に記憶される可能性がある。特性曲線は、制御弁用であれ、プライムムーバ用であれ、メモリ、例えば、ＲＡＭ、ＲＯＭ、ＥＰＲＯＭ等内に、ルックアップテーブル、公式、アルゴリズム等の形態で記憶される可能性がある。制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２は、特性曲線を使用して、プライムムーバ１１及び制御弁２０１４、２１１４を精密に制御する。制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２に記憶される特性曲線に対して代替的にまたは付加的に、制御弁２０１４、２１１４及び／またはプライムムーバは、同様に、メモリ、例えば、ＲＡＭ、ＲＯＭ、ＥＰＲＯＭ等を含んで、特性曲線を、例えば、ルックアップテーブル、公式、アルゴリズム、データセット、または適切な関係を記憶する別のソフトウェアまたはハードウェアコンポーネントの形態で記憶する。例えば、制御弁の場合、例示的な関係は、ボール弁のパーセント回転と、ボール弁の実際のまたはパーセントの断面開口との間の相関である可能性があり、プライムムーバの場合、例示的な関係は、プライムムーバに入力される電力と、実際の出力速度、流量、圧力、トルク、または何らかの他のプライムムーバ出力パラメータとの間の相関である可能性がある。

【００４０】

制御ユニット２６６は、油圧システム１を単に制御するために設けられる可能性がある。代替的に、制御ユニット２６６は、油圧システム１がその中で動作する機械または産業用用途のために別の制御システムの一部である／それと協働する可能性がある。制御ユニット２６６は、指令される動作または事前プログラム済みルーチン等の種々のプロセスを実施する中央処理ユニット（ＣＰＵ）を含む可能性がある。プロセスデータ及び／またはルーチンは、メモリに記憶される可能性がある。ルーチンは、同様に、ハードドライブ（ＨＤＤ）もしくは可搬型記憶媒体等の記憶媒体ディスク上に記憶される可能性がある、または、遠隔に記憶される可能性がある。しかし、記憶媒体は上述の媒体に限定されない。例えば、ルーチンは、サーバまたはコンピュータ等のコンピュータ支援設計ステーションが通信する先の、ＣＤ、ＤＶＤ上に、ＦＬＡＳＨメモリ、ＲＡＭ、ＲＯＭ、ＰＲＯＭ、ＥＰＲＯＭ、ＥＥＰＲＯＭ、ハードディスク、または任意の他の情報処理デバイス内に記憶される可能性がある。

【００４１】

ＣＰＵは、米国のＩｎｔｅｌからの$Xeon$もしくは$Core$プロセッサまたは米国のＡＭＤからの$Opteron$プロセッサである可能性がある、または、当業者によって認識されることになる他のプロセッサタイプである可能性がある。代替的に、ＣＰＵは、当業者が認識することになるように、ＦＰＧＡ、ＡＳＩＣ、ＰＬＤ上に、または、ディスクリートロジック回路を使用して実装される可能性がある。更に、ＣＰＵは、協働して並列に働く複数プロセッサとして実装されて、指令される動作または事前プログラム済みルーチンを実施する可能性がある。

【００４２】
制御ユニット２６６は、ネットワークにインタフェースするため、米国のＩｎｔｅｌ　ＣｏｒｐｏｒａｔｉｏｎからのＩｎｔｅｌイーサネット（登録商標）ＰＲＯネットワークインタフェースカード等のネットワークコントローラを含む可能性がある。認識されるように、ネットワークは、インターネット等のパブリックネットワークか、ＬＡＮまたはＷＡＮネットワーク等のプライベートネットワークか、その任意の組合せである可能性があり、また同様に、ＰＳＴＮまたはＩＳＤＮサブネットワークを含む可能性がある。ネットワークは、同様に、イーサネット（登録商標）ネットワーク等、有線である可能性がある、または、ＥＤＧＥ、３Ｇ、及び４Ｇ無線セルラーシステムを含むセルラーネットワーク等、無線である可能性がある。無線ネットワークは、同様に、ＷｉＦｉ、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）、または知られている任意の他の無線形態の通信である可能性がある。制御ユニット２６６は、有線または無線通信を介してキーボード及び／またはマウス等のユーザ入力デバイスによってオペレータからコマンドを受信する可能性がある。

【００４３】
図３は、上述した流体システム１で使用される可能性がある油圧ポンプの例示的な実施形態を示す。ポンプ１０’は、図１において油圧ポンプ１０として使用される可能性がある容積式（または定容量形）ギアポンプを示す。ギアポンプ１０’は、ギアアセンブリ２０４０及びモータ２０４２を含む可能性がある。ギアアセンブリ２０４０は、一対のギアがその中に配置されるキャビティを有するケーシング（またはハウジング）を備える可能性がある。ギアアセンブリ２０４０内の一対のギアは、従来のギアポンプにおいて通常使用されるドライバ・ドリブンギア構成（図示せず）を有する可能性がある。すなわち、ギアの一方は、「ドライブギア（ｄｒｉｖｅ　ｇｅａｒ）」として知られ、エンジンまたは電気モータ等の外部ドライバに取付けられたドライブシャフトによって駆動される。他のギアは、ドライブギアとかみ合う「ドリブンギア（ｄｒｉｖｅｎ　ｇｅａｒ）」（またはアイドラーギア）として知られる。ギアポンプは、「内部ギアポンプ（ｉｎｔｅｒｎａｌ　ｇｅａｒ　ｐｕｍｐ）」である可能性がある、すなわち、ギアの一方のギアは内歯付きであり、他のギアは外歯付きである、または、「外部ギアポンプ（ｅｘｔｅｒｎａｌ　ｇｅａｒ　ｐｕｍｐ）」である可能性がある、すなわち、両方のギアは外歯付きである。外部ギアポンプは、意図される用途に応じて、スパー、ヘリカル、ヘリンボーンギアを使用する可能性がある。モータ２０４２は、シャフト２０４４を介してギアアセンブリ２０４０を駆動する可能性がある。モータ２０４２は、上述したように制御ユニット２６６／ドライブユニット２０２２によって制御される可能性がある可変速で可変トルクのモータである可能性がある。ドライバ・ドリブン構成を有する内部及び外部ギアポンプが当業者によって知られているが、簡潔にするため、それらは更に論じられないであろう。

【００４４】
幾つかの実施形態において、ポンプは、２つの流体ドライバを含む可能性があり、各流体ドライバはプライムムーバ及び流体変位アセンブリを含む。プライムムーバは、それぞれの流体変位アセンブリを独立に駆動する。すなわち、図４～６Ａのポンプ１０”に関して以下で更に説明するように、これらのポンプは、ドライバ・ドリブン構成ではなくドライブ・ドライブ構成を有する。図４は、上述した流体システム１で使用される可能性があるポンプ１０”の例示的な実施形態の分解図を示す。やはり、簡潔にするために、例示的な実施形態は、プライムムーバとしてモータを有する外部ギアポンプによって述べられることになる。しかし、先に説明したように、本発明は、流体変位部材として、外部ギアポンプ設計、プライムムーバとして電気モータ、またはギアに限定されない。

【００４５】
ポンプ１０”は、モータ４１、６１（プライムムーバ）及びギア５０、７０（流体変位部材）をそれぞれ含む２つの流体ドライバ４０、６０を含む。この実施形態において、両方のポンプモータ４１、６１は、ポンプギア５０、７０の内部に配設される。図４に見られるように、ポンプ１０”は、容積式（または定容量形）ギアポンプを示す。ギアポンプ１０”は、端プレート８０、８２及びポンプ本体８３を含むケーシング２０を有する。こ

れらの２つのプレート８０、８２及びポンプ本体８３は、複数の貫通ボルト１１３及びナット１１５によって接続される可能性があり、内側表面２６は内側体積９８を規定する。漏洩を防止するため、Ｏリングまたは他の同様なデバイスが、端プレート８０、８２とポンプ本体８３との間に配設される可能性がある。ケーシング２０は、内側体積９８と流体連通状態にあるポート２２及びポート２４（同様に図５参照）を有する。動作中でかつ流れ方向に基づいて、ポート２２、２４の一方はポンプ入口ポートであり、他方はポンプ出口ポートである。例示的な実施形態において、ケーシング２０のポート２２、２４は、ケーシング２０の対向する側壁上の丸い貫通穴である。しかし、その形状は制限的でなく、貫通穴は他の形状を有する可能性がある。更に、ポート２２、２４の一方または両方は、ケーシングの上部または下部に位置する可能性がある。もちろん、ポート２２、２４は、一方のポートがポンプの入口側にあり、一方のポートがポンプの出口側にあるように位置しなければならない。

【００４６】

図４に見られるように、一対のギア５０、７０は、内側体積９８内に配設される。ギア５０、７０のそれぞれは、それぞれのギア本体から半径方向に外方に延在する複数のギア歯５２、７２を有する。ギア歯５２、７２は、例えば電気モータ４１、６１によって回転されると、流体を入口から出口に移送する。幾つかの実施形態において、ポンプ１０”は双方向である。そのため、いずれかのポート２２、２４は、ギア５０、７０の回転方向に応じて入口ポートである可能性があり、他のポートは出口ポートであることになる。ギア５０、７０は、それぞれのギア本体の軸方向中心線に沿って円柱開口５１、７１を有する。円柱開口５１、７１は、ギア本体を通して部分的にまたはその全長に延在する可能性がある。円柱開口は、一対のモータ４１、６１を受容するサイズに作られる。各モータ４１、６１は、シャフト４２、６２、ステータ４４、６４、ロータ４６、６６をそれぞれ含む。

【００４７】

図５は、図４の外部ギアポンプ１０”の上部断面図を示す。図５Ａは、外部ギアポンプ１０の図５のラインＡ－Ａに沿って切取られた側断面図を示し、図５Ｂは、外部ギアポンプ１０の図５Ａのライン Ｂ－Ｂに沿って切取られた側断面図を示す。図５～５Ｂに見られるように、流体ドライバ４０、６０は、ケーシング２０内に配設される。流体ドライバ４０、６０の支持シャフト４２、６２は、ケーシング２０のポート２２とポート２４との間に配設され、一端８４で上側プレート８０によってまた他端８６で下側プレート８２によって支持される。しかし、シャフト４２、６２、したがって、流体ドライバ４０、６０を支持する手段は、この設計に限定されず、シャフトを支持する他の設計が使用される可能性がある。例えば、シャフト４２、６２は、ケーシング２０によって直接ではなく、ケーシング２０に取付けられるブロックによって支持される可能性がある。流体ドライバ４０の支持シャフト４２は、流体ドライバ６０の支持シャフト６２に平行に配設され、２つのシャフトは、それぞれのギア５０、７０のギア歯５２、７２が、回転すると接触するように適切な距離だけ分離される。

【００４８】

モータ４１、６１のステータ４４、６４は、それぞれの支持シャフト４２、６２とロータ４６、６６との間に半径方向に配設される。ステータ４４、６４は、それぞれの支持シャフト４２、６２にしっかりと接続され、支持シャフト４２、６２は、ケーシング２０にしっかりと接続される。ロータ４６、６６は、ステータ４４、６４の外方に半径方向に配設され、それぞれのステータ４４、６４を囲む。そのため、モータ４１、６１は、この実施形態において、外側ロータモータ設計（または外部ロータモータ設計）であり、その設計は、モータの外側が回転し、モータの中心が固定であることを意味する。対照的に、内部ロータモータ設計において、ロータは、回転する中心シャフトに取付けられる。例示的な実施形態において、電気モータ４１、６１は、多方向モータである。すなわち、いずれのモータも、動作上の必要性に応じて時計方向へのまたは反時計方向への回転運動を生成するように動作する可能性がある。更に、例示的な実施形態において、モータ４１、６１

は、ロータ、したがって、取付けられたギアの速度が変えられて、種々の体積流量及びポンプ圧力を生成する可能性がある、可変速で可変トルクのモータである。

【００４９】

先に論じたように、ギア本体は、モータ４１、６１を受取る円柱開口５１、７１を含む可能性がある。例示的な実施形態において、流体ドライバ４０、６０は、外側支持部材４８、６８（図５参照）をそれぞれ含む可能性があり、外側支持部材４８、６８は、ギア５０、７０に対してモータ４１、６１を結合させるのを、また、モータ４１、６１上でギア５０、７０を支持するのを補助する。支持部材４８、６８のそれぞれは、例えば、モータ４１、６１の外側ケーシングまたは円柱開口５１、７１の内側表面に最初に取付けられるスリーブである可能性がある。スリーブは、締りばめ、圧入、接着剤、ねじ、ボルト、溶接またははんだ付け法、または支持部材を円柱開口に取付ける可能性がある他の手段によって取付けられる可能性がある。同様に、支持部材４８、６８を使用したモータ４１、６１とギア５０、７０との間の最終的な結合は、締りばめ、圧入、接着剤、ねじ、ボルト、溶接またははんだ付け法、またはモータを支持部材に取付ける他の手段による可能性がある。スリーブは、例えば、異なる物理的サイズを有するモータ４１、６１をギア５０、７０に取付けること、またはその逆を行うことを容易にするために異なる厚さである可能性がある。更に、モータケーシング及びギアが、例えば、化学的にまたはその他の点で適合性がない材料で作られる場合、スリーブは、ギア組成とモータケーシング組成の両方に適合性がある材料で作られる可能性がある。幾つかの実施形態において、支持部材４８、６８は、犠牲ピースとして設計される可能性がある。すなわち、支持部材４８、６８は、例えば、ギア５０、７０及びモータ４１、６１と比較して、過剰な応力、温度、または他の故障の原因のせいで、故障する最初のものであるように設計される。これは、故障の場合に、ポンプ１０のより経済的な修理を可能にする。幾つかの実施形態において、外側支持部材４８、６８は、別個のピースではなく、モータ４１、６１用のケーシングの一体部分またはギア５０、７０の円柱開口５１、７１の内側表面の一部である。他の実施形態において、モータ４１、６１は、外側支持部材４８、６８についての必要性なしで、その外側表面上でギア５０、７０（及び複数の第１のギア歯５２、７２）を支持する可能性がある。例えば、モータケーシングは、締りばめ、圧入、ねじ、ボルト、接着剤、溶接またははんだ付け法、またはモータケーシングを円柱開口に取付ける他の手段を使用することによって、ギア５０、７０の円柱開口５１、７１の内側表面に直接結合される可能性がある。幾つかの実施形態において、ギア歯５２、７２の形状を形成するため、モータ４１、６１の外側ケーシングが、例えば、機械加工される、鋳造される、または、他の手段が、外側ケーシングを成形する可能性がある。更に他の実施形態において、複数のギア歯５２、７２は、各ギア／ロータ組合せ体が１つの回転体を形成するようにそれぞれのロータ４６、６６と一体化される可能性がある。

【００５０】

先に論じた例示的な実施形態において、電気モータ４１、６１及びギア５０、７０を含む両方の流体ドライバ４０、６０は、単一ポンプケーシング２０になるよう一体化される。本開示の外部ギアポンプ１０のこの新規な構成は、種々の利点を提供するコンパクトな設計を可能にする。第１に、先に論じたギアポンプ実施形態によって占められる空間またはフットプリントは、従来のギアポンプと比較すると、必要なコンポーネントを単一ポンプケーシングになるよう一体化することによって大幅に低減される。更に、ポンプシステムの総重量は、同様に、モータをポンプに接続するシャフト及びモータ／ギアドライバ用の別個の取付け具等の不必要な部品を除去することによって低減される。更に、本開示のポンプ１０は、コンパクトでかつモジュール式設計を有するため、従来のギアポンプが設置できない場所においてさえも容易に設置される可能性があり、また、容易に置換される可能性がある。ポンプ動作の詳細な説明が次に行われる。

【００５１】

図６は、外部ギアポンプ１０の例示的な実施形態の例示的な流体流路を示す。ポート２２、２４及び複数の第１のギア歯５２と複数の第２のギア歯７２との間の接触エリア７８

は、単一直線経路に沿って実質的に整列する。しかし、ポートの整列は、この例示的な実施形態に限定されず、他の整列が許容される。説明のために、ギア５０はモータ４１によって時計方向７４に回転駆動され、ギア７０はモータ６１によって反時計方向７６に回転駆動される。この回転構成によって、ポート２２はギアポンプ１０の入口側になり、ポート２４はギアポンプ１０の出口側になる。幾つかの例示的な実施形態において、両方のギア５０、７０は、別々に設けられるモータ４１、６１によってそれぞれ独立に駆動される。

【００５２】

図６に見られるように、圧送される流体は、矢印９２で示すようにポート２２においてケーシング２０に引込まれ、矢印９６で示すようにポート２４においてポンプ１０を出る。流体の圧送は、ギア歯５２、７２によって達成される。ギア歯５２、７２が回転するにつれて、接触エリア７８から出て回転するギア歯は、各ギア上の隣接する歯の間に拡張する歯間体積を形成する。これらの歯間体積が拡張するにつれて、各ギア上の隣接する歯の間の空間は、この例示的な実施形態においてポート２２である入口ポートからの流体で充填される。流体は、その後、矢印９４及び９４’で示すようにケーシング２０の内壁９０に沿って各ギアと共に移動するようにされる。すなわち、ギア５０の歯５２は、流体を経路９４に沿って流し、ギア７０の歯７２は、流体を経路９４’に沿って流すようにする。各ギア上のギア歯５２、７２の先端とケーシング２０の対応する内壁９０との間の非常に小さな隙間は、歯間体積内の流体を捕捉した状態に維持し、それが、流体が入口ポートに向かって戻るように漏洩することを防止する。ギア歯５２、７２が接触エリア７８の周りでかつその中に戻って回転するにつれて、収縮する歯間体積が、各ギア上の隣接する歯の間に形成される。その理由は、他のギアの対応する歯が、隣接する歯の間の空間に入るからである。収縮する歯間体積は、流体が、隣接する歯の間の空間を出て、矢印９６で示すように、ポート２４を通ってポンプ１０から流出するようにする。幾つかの実施形態において、モータ４１、６１は、双方向であり、モータ４１、６１の回転は、逆にされて、ポンプ１０を通る流体流の方向を逆にする可能性がある。すなわち、流体はポート２４からポート２２に流れる。

【００５３】

逆流、すなわち、接触エリア７８を通る出口側から入口側への流体漏洩を防止するため、接触エリア７８内の第１のギア５０の歯と第２のギア７０の歯との間の接触は逆流に対するシールを提供する。接触力は、実質的なシールを提供するのに十分大きいが、関連技術のシステムと違って、接触力は、他のギアを有意に駆動するほどに大きくない。関連技術のドライバ・ドリブンシステムにおいて、ドライバギアによって印加される力は、ドリブンギアを転回させる。すなわち、ドライバギアは、ドリブンギアとかみ合って（またはインターロックして）ドリブンギアを機械的に駆動する。ドライバギアからの力が２つの歯の間のインタフェース点でシールを提供するが、この力は、シールに必要な力よりずっと大きい。その理由は、この力が、流体を所望の流量及び圧力で移送するため、ドリブンギアを機械的に駆動するのに十分なほどに大きくなければならないからである。この大きな力は、関連技術のポンプでは、歯から材料をはぎ取らせる。これらのはぎ取られた材料は、流体内で分散し、油圧システムを通って移動し、Ｏリング及び軸受等の重要な動作コンポーネントを損傷する可能性がある。結果として、ポンプシステム全体が故障する可能性があり、また、ポンプの動作を中断させるであろう。この故障及び、ポンプの動作の中断は、ポンプを修理するためにかなりのダウンタイムをもたらす可能性がある。

【００５４】

しかし、ポンプ１０”の例示的な実施形態において、ポンプ１０のギア５０、７０は、歯５２、７２が接触エリア７８内でシールを形成するとき、他のギアをどの程度であれ機械的に駆動しない。代わりに、ギア５０、７０は、ギア歯５２、７２が互いに接して研磨しないように、独立に回転駆動される。すなわち、ギア５０、７０は、接触を提供するようしかし互いに接して研磨しないように同期駆動される。特に、ギア５０、７０の回転は、ギア５０の歯が、実質的なシールを提供するのに十分なほどに大きな力で、接触エリア

７８内で第２のギア７０の歯に接触するように適切な回転レートで同期化される、すなわち、接触エリア７８を通した出口ポート側から入口ポート側への流体漏洩が実質的になくなる。しかし、先に論じたドライバ・ドリブン構成と違って、２つのギア間の接触力は、一方のギアに他方のギアをいずれの有意の程度までにも機械的に駆動させるのは不十分である。モータ４１、６１の精密な制御は、ギア位置が動作中に互いに関して同期化されたままであることを保証することになる。

【００５５】

幾つかの実施形態において、ギア５０、７０の回転は、少なくとも９９％同期化され、１００％同期化は、両方のギア５０、７０が同じｒｐｍで回転することを意味する。しかし、同期化パーセンテージは、２つのギア５０、７０のギア歯の間の接触によって実質的なシールが提供される限り、変わる可能性がある。例示的な実施形態において、同期化レートは、ギア歯５２とギア歯７２との間の隙間関係に基づいて９５．０％～１００％の範囲内にある。他の例示的な実施形態において、同期化レートは、ギア歯５２とギア歯７２との間の隙間関係に基づいて９９．０％～１００％の範囲内にある。なおも他の例示的な実施形態において、同期化レートは、ギア歯５２とギア歯７２との間の隙間関係に基づいて９９．５％～１００％の範囲内にある。やはり、モータ４１、６１の精密な制御は、ギア位置が動作中に互いに関して同期化されたままであることを保証することになる。ギア５０、７０を適切に同期化することによって、ギア歯５２、７２は、実質的なシール、すなわち、５％以下の範囲内の滑り係数を有する逆流または漏洩レートを提供する可能性がある。例えば、華氏約１２０度の典型的な油圧流体の場合、滑り係数は、３０００ｐｓｉ～５０００ｐｓｉの範囲内のポンプ圧力について５％以下であり、２０００ｐｓｉ～３０００ｐｓｉの範囲内のポンプ圧力について３％以下であり、１０００ｐｓｉ～２０００ｐｓｉの範囲内のポンプ圧力について２％以下であり、１０００ｐｓｉまでの範囲内のポンプ圧力について１％以下である可能性がある。もちろん、ポンプタイプに応じて、同期化接触は流体を圧送するのを補助する。例えば、或る内部ギア・ギロータ設計において、２つの流体ドライバ間の同期化接触は、同様に、対向するギアの歯の間に捕捉される流体を圧送するのを補助する。幾つかの例示的な実施形態において、ギア５０、７０は、モータ４１、６１を適切に同期化することによって同期化される。複数のモータの同期化は、関連技術において知られており、したがって、詳細な説明はここでは省略される。

【００５６】

例示的な実施形態において、ギア５０、７０の同期化は、ギア５０の歯とギア７０の歯との間の片面接触を提供する。図６Ａは、接触エリア７８における２つのギア５０、７０の間のこの片面接触を示す断面図を示す。例証のため、ギア５０は、時計方向７４に回転駆動され、ギア７０は、ギア５０と独立に反時計方向７６に回転駆動される。更に、ギア７０は、１秒の何分の１／回転、例えば、０．０１秒／回転だけギア５０より速く回転駆動される。ギア５０とギア７０との間の要求におけるこの回転速度差は、２つのギア５０、７０の間で片面接触を可能にし、その片面接触は、上述したように、２つのギア５０、７０のギア歯の間に実質的なシールを提供して、入口ポートと出口ポートとの間をシールする。そのため、図６Ａに示すように、ギア７０上の歯１４２は、接触点１５２にてギア５０上の歯１４４に接触する。回転方向７４、７６に前方に向くギア歯の面（ｆａｃｅ）は前側（Ｆ）として規定され、歯１４２の前側（Ｆ）は、接触点１５２にて歯１４４の後側（Ｒ）に接触する。しかし、ギア歯寸法は、歯１４４の前側（Ｆ）が、ギア７０上の歯１４２に隣接する歯である歯１４６の後側（Ｒ）に接触に接触しない（後側（Ｒ）から離間する）ようなものである。そのため、ギア歯５２、７２は、ギア５０、７０が駆動されると、接触エリア７８内で片面接触が存在するように設計される。ギア５０、７０が回転するにつれて、歯１４２及び歯１４４は接触エリア７８から遠くに移動するため、歯１４２と１４４との間に形成される片面接触は徐々になくなる。ギア５０と７０との間で要求におけるこの回転速度差が存在する限り、この片面接触は、ギア５０上の歯とギア７０上の歯との間に断続的に形成される。しかし、ギア５０、７０が回転するにつれて、それぞれのギア上の次の２つの追従歯が、常に接触が存在するように次の片面接触を形成し、接

触エリア７８内の逆流経路は実質的にシールされたままになる。すなわち、片面接触は、ポート２２と２４との間にシールを提供し、それにより、ポンプ入口からポンプ出口へ運ばれる流体は、接触エリア７８を通ってポンプ入口に逆流することを防止される（または、実質的に防止される）。

【００５７】

図６Ａにおいて、歯１４２と歯１４４との間の片面接触は、特定の点、すなわち、接触点１５２にあるものとして示される。しかし、例示的な実施形態におけるギア歯の間の片面接触は特定の点での接触に限定されない。例えば、片面接触は、歯１４２と歯１４４との間で複数の点でまたは接触ラインに沿って起こる可能性がある。別の例の場合、片面接触は、２つのギア歯の表面エリアの間で起こる可能性がある。そのため、シールエリアは、片面接触中に歯１４２の表面上のエリアが歯１４４の表面上のエリアと接触状態にあるときに形成される可能性がある。各ギア５０、７０のギア歯５２、７２は、２つのギア歯の間で片面接触を達成する歯プロファイル（または湾曲）を有するように構成される可能性がある。こうして、本開示における片面接触は、１つまたは複数の点で、ラインに沿って、または表面エリアにわたって起こる可能性がある。したがって、先に論じた接触点１５２は、接触の１つの場所（または複数の場所）として提供され、単一の接触点に限定されない。

【００５８】

幾つかの例示的な実施形態において、それぞれのギア５０、７０の歯は、接触エリア７８内で歯の間に過剰の圧力を捕捉しないように設計される。図６Ａに示すように、流体１６０は、歯１４２と１４４と１４６との間に捕捉される可能性がある。捕捉された流体１６０がポンプ入口とポンプ出口との間でシール効果を提供するが、過剰の圧力は、ギア５０、７０が回転するにつれて蓄積する可能性がある。好ましい実施形態において、ギア歯プロファイルは、加圧流体を逃がすため、小さな隙間（またはギャップ）１５４がギア歯１４４と１４６との間に設けられるようなものである。こうした設計は、過剰な圧力が蓄積しないことを保証しながら、シール効果を保持する。もちろん、接触の点、ライン、またはエリアは、一方の歯面の側であって、別の歯面の側に接触する、一方の歯面の側に限定されない。流体変位部材のタイプに応じて、同期化接触は、第１の流体変位部材上の少なくとも１つの突出部（例えば、バンプ、拡張部、膨満部、突起部、他の同様な構造、またはその組合せ）の任意の表面と、第１の流体変位部材上の少なくとも１つの突出部（例えば、バンプ、拡張部、膨満部、突起部、他の同様な構造、またはその組合せ）または窪み（例えば、キャビティ、陥凹部、ボイド、または同様な構造）の任意の表面との間にある可能性がある。幾つかの実施形態において、流体変位部材の少なくとも一方は、接触力がよりポジティブなシールエリアを提供するように、弾性材料、例えば、ゴム、エラストマー材料、または別の弾性材料で作られる、または、それを含む可能性がある。油圧ポンプ１０”の更なる詳細及び他のドライブ・ドライブポンプ構成は、本発明者による、また、参照によりその全体が本明細書に組込まれる、２０１５年３月２日に出願された国際出願第ＰＣＴ／ＵＳ２０１５／０１８３４２号及び２０１５年３月３日に出願された米国特許出願第１４／６３７，０６４号において見出される可能性がある。

【００５９】

図１に戻り参照すると、幾つかの実施形態において、ポンプ１０は、油圧システム１内でポンプ１０’（図３参照）またはポンプ１０”（図４参照）と置換される可能性がある。更に、他の実施形態において、単一ポンプ１０、１０’、１０”の代わりに、複数のポンプ１０、１０’、１０”（または任意の組合せ）が、油圧システム１の動作上の必要性に応じて利用される可能性がある。先に論じたように、複数のポンプは、例えば、直列接続または並列接続を有する可能性がある。

【００６０】

他の実施形態において、１つまたは複数のポンプ１０”は、ポンプ１０”（またはポンプ１０”のケーシング２０）の内部に配設された制御弁アセンブリ２０１０、２１１０を有する可能性がある。例えば、図１及び５を参照すると、制御弁アセンブリ２０１０は、

ケーシング２０の内部でかつポート２２の近傍に配設される可能性があり、制御弁アセンブリ２１１０は、ケーシング２０の内部でかつポート２４の近傍に配設される可能性がある。この構成において、制御弁アセンブリ２０１０、２１１０がポンプ１０”に近接して配設されるため、制御弁アセンブリ２０１０、２１１０の制御応答性が改善される可能性がある。更に、弁アセンブリ２０１０、２１１０は、ポンプ１０”のケーシング２０の内部に含まれ、油圧システム１のコンパクトな設計が達成される可能性がある。制御ユニット２２６／ドライブユニット２０２２は、先に論じたように、ポンプまたはポンプ／弁アセンブリのそれぞれからの圧力及び／または流量をモニターし、各ポンプまたはポンプ／弁アセンブリをそのポンプまたはポンプ／弁アセンブリ用の所望の圧力／流量になるよう制御する可能性がある。

【００６１】

更に、プライムムーバが流体変位部材の内部に配設された実施形態が２流体ドライバ構成において述べられたが、プライムムーバが単一流体ドライバ構成で流体変位部材の内部に配設される可能性があることを当業者は理解するであろう。例えば、図１のシステムにおいて、プライムムーバ１１は、流体変位アセンブリ１２の一体部分である可能性がある。すなわち、プライムムーバ１１は、例えば、流体変位アセンブリ１２の流体変位部材内に配設される電気モータである可能性がある。例えば、図３のギアポンプにおいて、モータ２０４２は、ギアアセンブリ２０４０の一体部分である可能性がある。

【００６２】

先のドライブ・ドライブ及びドライバ・ドリブンの実施形態が、ギア歯を有するスパーギア及びプライムムーバとして電気モータを有する外部ギアポンプ配置構成に関して述べられたが、以下で述べる概念、機能、及び特徴が、他のギア構成（ヘリカルギア、ヘリンボーンギア、または流体を駆動するように適合される可能性がある他のギア歯構成）を有する外部ギアポンプに、種々のギア構成を有する内部ギアポンプに、３つ以上のプライムムーバを有するポンプに、電気モータ以外のプライムムーバ、例えば、油圧モータまたは他の流体駆動式モータ、内燃の、ガスの、または他のタイプのエンジン、または流体変位部材を駆動する可能性がある他の同様なデバイスに、そして、ギア歯を有する外部ギア以外の流体変位部材、例えば、ギア歯を有する内部ギア、突出部（例えば、バンプ、拡張部、膨満部、突起部、他の同様な構造、またはその組合せ）を有するハブ（例えば、ディスク、シリンダ、または他の同様なコンポーネント）、窪み（例えば、キャビティ、陥凹部、ボイド、または他の同様な構造）を有するハブ（例えば、ディスク、シリンダ、または他の同様なコンポーネント）、ローブを有するギア本体、または、駆動されると、流体を変位する可能性がある他の同様な構造に容易に適合される可能性があることを当業者が容易に認識することになることが理解されるべきである。したがって、簡潔にするため、種々のポンプ構成の詳細な説明は省略される。更に、ポンプのタイプに応じて、同期化接触（ドラーブ・ドライブ）またはかみ合い（ドライバ・ドリブン）が、逆流路をシールすることの代わりにまたはそれに加えて流体の圧送を補助する可能性があることを当業者は認識するであろう。例えば、或る内部ギアジオロータ構成において、２つの流体変位部材間の同期化接触またはかみ合いは、同様に、対応するギアの歯の間に捕捉される流体の圧送を補助する。更に、先の実施形態は外部ギア構成を有する流体変位部材を有するが、流体変位部材のタイプに応じて、同期化接触またはかみ合いが、側面・側面接触に限定されず、一方の流体変位部材上の少なくとも１つの突出部（例えば、バンプ、拡張部、膨満部、突起部、他の同様な構造、またはその組合せ）の任意の表面と、別の流体変位部材上の少なくとも１つの突出部（例えば、バンプ、拡張部、膨満部、突起部、他の同様な構造、またはその組合せ）の任意の表面、または窪み（例えば、キャビティ、陥凹部、ボイド、または他の同様な構造）の任意の表面との間にある可能性があることを当業者は認識するであろう。

【００６３】

先の実施形態における流体変位部材、例えば、ギアは、金属材料または非金属材料のいずれか一方で完全に作られる可能性がある。金属材料は、鋼、ステンレス鋼、陽極酸化ア

ルミニウム、アルミニウム、チタン、マグネシウム、真鍮、及びそれらのそれぞれの合金を含む可能性があるが、それに限定されない。非金属材料は、セラミック、プラスチック、複合材料、炭素繊維、及びナノ複合材料を含む可能性があるが、それに限定されない。金属材料は、例えば、高圧に耐えるため頑健性を要求するポンプのために使用される可能性がある。しかし、ポンプが低圧用途で使用されるために、非金属材料が使用される可能性がある。幾つかの実施形態において、流体変位部材は、例えば、シールエリアを更に強化するため、弾性材料、例えば、ゴム、エラストマー材料で作られる可能性がある。

【００６４】

代替的に、先の実施形態における流体変位部材、例えば、ギアは、異なる材料の組合せで作られる可能性がある。例えば、本体はアルミニウムで作られる可能性があり、別の流体変位部材、例えば、先の例示的な実施形態におけるギア歯と接触する部分は、高圧に耐えるため頑健性を要求するポンプ用の鋼、低圧用途用のポンプ用のプラスチック、エラストマー材料、または用途のタイプに基づく別の適切な材料で作られる可能性がある。

【００６５】

流体送出システムの例示的な実施形態は、種々の流体を変位させる可能性がある。例えば、ポンプは、油圧流体、エンジンオイル、原油、血液、水薬（シロップ）、ペイント、インク、樹脂、接着剤、溶融熱可塑性材料、瀝青、ピッチ、糖蜜、溶融チョコレート、水、アセトン、ベンゼン、メタノール、または別の流体を圧送するように構成される可能性がある。圧送される可能性がある流体のタイプによって見られるように、ポンプの例示的な実施形態は、重機械及び産業用機械、化学産業、食品産業、医療産業、商業用途、及び住宅用途、またはポンプを使用する別の産業等の種々の用途において使用される可能性がある。流体の粘度、用途のための所望の圧力及び流量、流体変位部材の構成、モータのサイズ及びパワー、物理的空間考慮事項、ポンプの重量等の因、またはポンプ構成に影響を及ぼす他の因子は、ポンプ配置構成において役割を果たすことになる。用途のタイプに応じて、先に論じた流体送出システムの例示的な実施形態が例えば、１～５０００ｒｐｍの一般的な範囲内に入る動作範囲を有する可能性があることが企図される。もちろん、この範囲は、制限的でなく、他の範囲が考えられる。

【００６６】

ポンプ動作速度は、流体粘度、プライムムーバ容量（例えば、電気モータ、油圧モータもしくは他の流体駆動式モータ、内燃の、ガスの、もしくは他のタイプのエンジン、または流体変位部材を駆動する可能性がある他の同様なデバイスの容量）、流体変位部材寸法（例えば、ギア、突出部を有するハブ、窪みを有するハブ、または、駆動されると、流体を変位する可能性がある他の同様な構造）、所望の流量、所望の動作圧力、及びポンプ軸受荷重等の因子を考慮することによって決定される可能性がある。例示的な実施形態、例えば、典型的な産業用油圧システム用途を対象とする用途において、ポンプの動作速度は、例えば、３００ｒｐｍ～９００ｒｐｍの範囲内である可能性がある。更に、動作範囲は、同様に、ポンプの意図される目的に応じて選択される可能性がある。例えば、先の油圧ポンプの例において、１～３００ｒｐｍの範囲内で動作するように構成されるポンプは、油圧システムにおいて必要に応じて補助流量を提供する待機ポンプとして選択される可能性がある。３００～６００ｒｐｍの範囲内で動作するように構成されるポンプは、油圧システム内で連続動作のために選択される可能性があり、一方、６００～９００ｒｐｍの範囲内で動作するように構成されるポンプは、ピーク流動作のために選択される可能性がある。もちろん、単一の一般的なポンプは、３つ全てのタイプの動作を提供するように構成される可能性がある。

【００６７】

例示的な実施形態の用途は、リーチスタッカ、ホイールローダ、フォークリフト、鉱業、高所作業プラットフォーム、廃棄物処理、農業、トラッククレーン、建設、林業、機械工場産業を含む可能性があるが、それに限定されない。軽いサイズの産業として分類される用途の場合、先に論じたポンプの例示的な実施形態は、例えば、１５００ｐｓｉ～３０００ｐｓｉの範囲内の圧力によって２ｃｍ^3／ｒｅｖ（立方センチメートル／回転）～１

５０ｃｍ^3／ｒｅｖを変位させる可能性がある。これらのポンプにおける効率及び滑り係数を規定する、流体ギャップ、すなわち、ギア歯とギアハウジングとの間の公差は、例えば、＋０．００～－０．０５ｍｍの範囲内にある可能性がある。中程度のサイズの産業として分類される用途の場合、先に論じたポンプの例示的な実施形態は、例えば、３０００ｐｓｉ～５０００ｐｓｉの範囲内の圧力及び＋０．００～－０．０７ｍｍの範囲内の流体ギャップによって１５０ｃｍ^3／ｒｅｖ～３００ｃｍ^3／ｒｅｖを変位させる可能性がある。重いサイズの産業として分類される用途の場合、先に論じたポンプの例示的な実施形態は、例えば、３０００ｐｓｉ～１２，０００ｐｓｉの範囲内の圧力及び＋０．００～－０．０１２５ｍｍの範囲内の流体ギャップによって３００ｃｍ^3／ｒｅｖ～６００ｃｍ^3／ｒｅｖを変位させる可能性がある。

【００６８】

更に、流体変位部材の寸法は、ポンプの用途に応じて変わる可能性がある。例えば、ギアが流体変位部材として使用されるとき、ギアの円形ピッチは、産業用用途において、１ｍｍ未満（例えば、ナノ複合材料のナイロン）から数メートル幅に及ぶ可能性がある。ギアの厚さは、用途についての所望の圧力及び流量に依存することになる。

【００６９】

本発明は或る実施形態を参照して開示されたが、述べた実施形態に対する多数の修正、代替、及び変更が、添付の特許請求の範囲で規定される本発明の範囲から逸脱することなく可能である。したがって、本発明が、述べる実施形態に限定されないこと、しかし、本発明が、以下の特許請求の範囲及びその均等物の言語によって規定される全範囲を有することが意図される。

（項目１）

油圧システムであって、

第１及び第２のポートを有する油圧アクチュエータに油圧流体を提供する油圧ポンプであって、

可変速モータ及び可変トルクモータの少なくとも一方である少なくとも１つのモータ、及び、

前記油圧ポンプの入口ポートから前記油圧ポンプの出口ポートへ流体が移送されるように、前記少なくとも１つのモータによって駆動されるギアアセンブリを含む、前記油圧ポンプと、

第１の制御弁アセンブリであって、

前記入口ポートの側に配設される第１の制御弁であって、前記第１のポート及び前記入口ポートに流体連通状態である、前記第１の制御弁、及び、

前記第１の制御弁を動作させる第１の制御弁アクチュエータを含む、前記第１の制御弁アセンブリと、

第２の制御弁アセンブリであって、

前記出口ポートの側に配設される第２の制御弁であって、前記第２のポート及び前記出口ポートに流体連通状態である、前記第２の制御弁、及び、

前記第２の制御弁を動作させる第２の制御弁アクチュエータを含む、前記第２の制御弁アセンブリと、

コントローラとを含み、前記コントローラは、前記少なくとも１つのモータの速度及びトルクの少なくとも一方ならびに前記第１及び第２の制御弁の開口を同時に確立して、油圧システム内の流量及び圧力の少なくとも一方を動作設定点に維持する、前記油圧システム。

（項目２）

前記油圧アクチュエータは、油圧シリンダ及び油圧モータの一方である、項目１に記載の油圧システム。

（項目３）

前記油圧システムは、閉ループシステムである、項目２に記載の油圧システム。

（項目４）

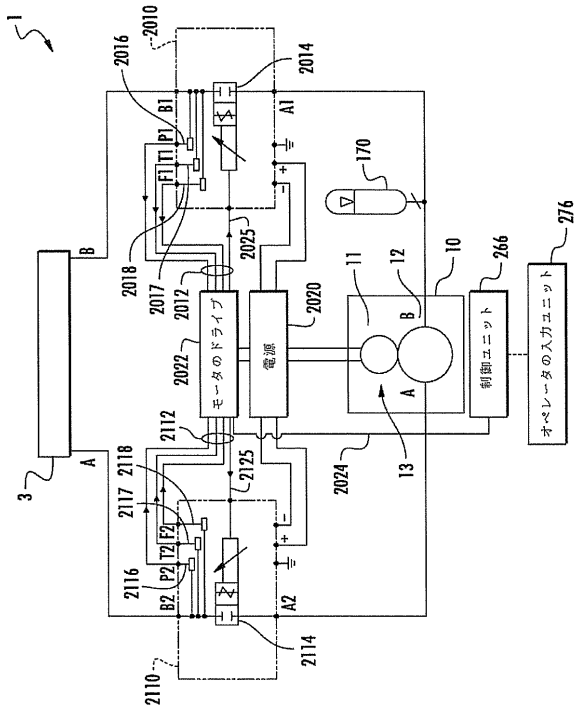
前記第１及び第２の制御弁は、０％と１００％との間で絞り度調整可能である、項目１に記載の油圧システム。
（項目５）
前記第１の制御弁は流体流に関して前記ポンプの上流に配設され、前記第２の制御弁は前記流体流に関して前記ポンプの下流に配設され、
前記コントローラは、前記第１の制御弁及び前記第２の制御弁の開口をそれぞれ確立して、油圧システムを前記動作設定点に維持する、項目１に記載の油圧システム。
（項目６）
前記第１の制御弁は流体流に関して前記ポンプの上流に配設され、前記第２の制御弁は前記流体流に関して前記ポンプの下流に配設され、
前記コントローラは、前記第１の制御弁上で一定開口を維持し、前記第２の制御弁の開口を確立して、油圧システムを前記動作設定点に維持する、項目１に記載の油圧システム。
（項目７）
圧力変換器、温度変換器、及び流量変換器の少なくとも１つを更に備える、項目１に記載の油圧システム。
（項目８）
前記第１及び第２の弁はボール弁である、項目１に記載の油圧システム。
（項目９）
前記コントローラは、前記ボール弁について１つまたは複数の特性曲線を含み、前記１つまたは複数の特性曲線は、各ボール弁の回転位置を前記ボール弁の断面開口に相関付ける、項目８に記載の油圧システム。
（項目１０）
前記コントローラは、流量モード、圧力モード、及び平衡化モードの少なくとも１つを含む複数の動作モードを含む、項目１に記載の油圧システム。
（項目１１）
前記少なくとも１つのモータは第１のモータ及び第２のモータを含み、前記ギアアセンブリは、複数の第１のギア歯を有する第１のギア及び複数の第２のギア歯を有する第２のギアを含み、
前記第１のモータは、前記流体を移送するため、前記第１のギアの第１の軸方向中心線の周りに第１の方向に前記第１のギアを回転させ、前記第２のモータは、前記流体を移送するため、前記第１のモータと独立に、前記第２のギアの第２の軸方向中心線の周りに第２の方向に前記第２のギアを回転させ、
前記第１のモータ及び前記第２のモータは、前記複数の第２のギア歯の少なくとも１つの歯の面と前記複数の第１のギア歯の少なくとも１つの歯の面との間の接触を同期化するように制御される、項目１に記載の油圧システム。
（項目１２）
前記第１及び第２のモータの一方のモータに対する要求信号は、前記第１及び第２のモータの他方のモータに対する要求信号より高く設定されて、前記同期化接触を達成する、項目１１に記載の油圧システム。
（項目１３）
前記同期化接触は、滑り係数が５％以下の滑り係数であるようなものである、項目１２に記載の油圧システム。
（項目１４）
前記第１及び第２のモータは、外側ロータ構成を有する、項目１１に記載の油圧システム。
（項目１５）
前記第１の方向及び前記第２の方向は同じ方向である、項目１１に記載の油圧システム。
（項目１６）

前記第１の方向は前記第２の方向と逆である、項目１１に記載の油圧システム。
（項目１７）
前記油圧システムは、油圧ポンプ及び閉鎖位置と開口位置との間で絞り度調整可能な少なくとも１つの制御弁を含み、前記油圧ポンプは、油圧流体を、負荷を制御する油圧アクチュエータに提供するためのものであり、前記油圧ポンプは、少なくとも１つのプライムムーバ及び前記少なくとも１つのプライムムーバによって駆動される流体変位アセンブリを含み、
前記油圧ポンプの可変速動作及び可変トルク動作の少なくとも一方を始動させること、及び、
前記油圧システム内の流体流量及び圧力の少なくとも一方の要求の変化に応答して、前記少なくとも１つのプライムムーバの速度及びトルクの少なくとも一方ならびに前記少なくとも１つの制御弁の開口を同時に確立することを含む、油圧システム内の流体流量の制御方法。
（項目１８）
前記油圧ポンプの動作は、閉ループシステム内で始動される、項目１７に記載の方法。
（項目１９）
前記流体変位アセンブリの第１のギアと第２のギアとの間の接触を、滑り係数が５％以下になるように、前記第１のギアを駆動する前記少なくとも１つのプライムムーバの第１のプライムムーバに対する第１の要求信号及び前記第２のギアを駆動する前記少なくとも１つのプライムムーバの第２のプライムムーバに対する第２の要求信号の差を確立することによって同期化することを更に含む、項目１７に記載の方法。
（項目２０）
前記少なくとも１つの制御弁は、流体流に関して前記油圧ポンプの上流に配設された第１の制御弁及び前記流体流に関して前記油圧ポンプの下流に配設された第２の制御弁を含み、
前記少なくとも１つの制御弁の前記開口を確立することは、前記第１の制御弁の開口を一定値に維持しながら、前記第２の制御弁の開口を確立することを含む、項目１７に記載の方法。
（項目２１）
流体圧送システムであって、
流体を、前記流体によって動作されるアクチュエータに提供するポンプであって、
少なくとも１つの流体ドライバを含み、各流体ドライバは、
可変速及び可変トルクプライムムーバの少なくとも一方、及び、
前記ポンプの入口ポートから前記ポンプの出口ポートへ流体が移送されるように、前記プライムムーバによって駆動される流体変位アセンブリ
を含む、ポンプと、
少なくとも１つの比例制御弁アセンブリであって、各比例制御弁アセンブリは、
比例制御弁であって、比例制御弁が前記ポンプに流体連通状態になるように、前記流体圧送システム内に配設される、前記比例制御弁、及び、
前記比例制御弁を動作させる弁アクチュエータ
を含む、前記少なくとも１つの比例制御弁アセンブリと、
コントローラとを備え、前記コントローラは、前記少なくとも１つの流体ドライバの各プライムムーバの速度及びトルクの少なくとも一方ならびに前記少なくとも１つの比例制御弁アセンブリの各比例制御弁の開口を同時に確立して、流体圧送システム内の流量及び圧力の少なくとも一方を動作設定点に維持する、前記流体圧送システム。
（項目２２）
前記流体変位アセンブリは、前記プライムムーバによって駆動される第１の流体変位部材及び前記第１の流体変位部材によって駆動される第２の変位部材を含んで、前記入口ポートから前記出口ポートへの前記移送を実施する、項目２１に記載の流体圧送システム。
（項目２３）

前記少なくとも１つの流体ドライバは、第１の流体ドライバ及び第２の流体ドライバを含み、
前記第１の流体ドライバ及び前記第２の流体ドライバのそれぞれの前記流体変位アセンブリは、前記それぞれのプライムムーバによって独立して駆動される流体変位部材を含み、
前記第１の流体ドライバ及び前記第２の流体ドライバは、前記第１の流体ドライバの第１の表面が前記第２の流体ドライバの第２の表面に接触して、前記ポンプの前記入口ポートから前記ポンプの前記出口ポートへの前記移送を実施するように配設される、項目２１に記載の流体圧送システム。
（項目２４）
前記第１の流体ドライバは、第１のプライムムーバ及び第１の流体変位部材を有する第１の流体変位アセンブリを含み、前記第２の流体ドライバは、第２のプライムムーバ及び第２の流体変位部材を有する第２の流体変位アセンブリを含み、
前記第１のプライムムーバは前記第１の流体変位部材内に配設され、前記第２のプライムムーバは前記第２の流体変位部材内に配設される、項目２１に記載の流体圧送システム。
（項目２５）
前記アクチュエータは、流体駆動式シリンダ及び流体駆動式モータの一方である、項目２１に記載の流体圧送システム。
（項目２６）
前記少なくとも１つの比例制御弁アセンブリの各制御弁はボール弁である、項目２１に記載の流体圧送システム。
（項目２７）
前記コントローラは、前記ボール弁について１つまたは複数の特性曲線を含み、前記１つまたは複数の特性曲線は、前記ボール弁のパーセント回転を前記ボール弁の実際のパーセント断面開口に相関付ける、項目２６に記載の流体圧送システム。
（項目２８）
前記流体圧送システムは、閉ループシステムである、項目２１に記載の流体圧送システム。
（項目２９）
前記少なくとも１つの比例制御弁アセンブリは、流体流に関して前記ポンプの上流に配設された第１の比例制御弁アセンブリ及び前記流体流に関して前記ポンプの下流に配設された第２の比例制御弁アセンブリを含み、
前記コントローラは、前記第１及び第２の比例制御弁アセンブリ内の各比例制御弁の開口を確立して、流体圧送システムを前記動作設定点に維持する、項目２１に記載の流体圧送システム。
（項目３０）
前記少なくとも１つの比例制御弁アセンブリは、流体流に関して前記ポンプの上流に配設された第１の比例制御弁アセンブリ及び前記流体流に関して前記ポンプの下流に配設された第２の比例制御弁アセンブリを含み、
前記コントローラは、前記第１の比例制御弁アセンブリ内の前記比例制御弁上で一定開口を維持し、前記第２の比例制御弁アセンブリ内の前記比例制御弁の開口を確立して、流体圧送システムを前記動作設定点に維持する、項目２１に記載の流体圧送システム。
（項目３１）
前記少なくとも１つの流体ドライバは、第１の流体ドライバ及び第２の流体ドライバを含み、
前記第１の流体ドライバの前記流体変位アセンブリは、第１の流体変位部材であって、第１の流体変位部材上の突出部に対応する少なくとも１つの第１の表面を有する、前記第１の流体変位部材を含み、
前記第２の流体ドライバの前記流体変位アセンブリは、第２の流体変位部材であって、

第２の流体変位部材上の突出部及び窪みの少なくとも一方に対応する少なくとも１つの第２の表面を有する、前記第２の流体変位部材を含み、
前記第１の流体ドライバの前記プライムムーバは、前記第１の流体変位部材を第１の方向に駆動し、
前記第２の流体ドライバの前記プライムムーバは、前記第２の流体変位部材を第２の方向に駆動して前記流体を移送させ、
前記コントローラは、前記プライムムーバのそれぞれに対する要求信号の差を確立して、前記少なくとも１つの第１の表面と前記少なくとも１つの第２の表面との間の接触を同期化する、項目２１に記載の流体圧送システム。
（項目３２）
前記同期化接触は、滑り係数が５％以下であるようなものである、項目３１に記載の流体圧送システム。
（項目３３）
滑り係数は、３０００ｐｓｉ～５０００ｐｓｉの範囲内のポンプ圧について５％以下、２０００ｐｓｉ～３０００ｐｓｉの範囲内のポンプ圧について３％以下、１０００ｐｓｉ～２０００ｐｓｉの範囲内のポンプ圧について２％以下、及び最大１０００ｐｓｉの範囲内のポンプ圧について１％以下のうちの１つである、項目３２に記載の流体圧送システム。
（項目３４）
前記第１の方向及び前記第２の方向は同じ方向である、項目３１に記載の流体圧送システム。
（項目３５）
前記第１の方向は前記第２の方向の逆である、項目３１に記載の流体圧送システム。

【図１】



【図２】

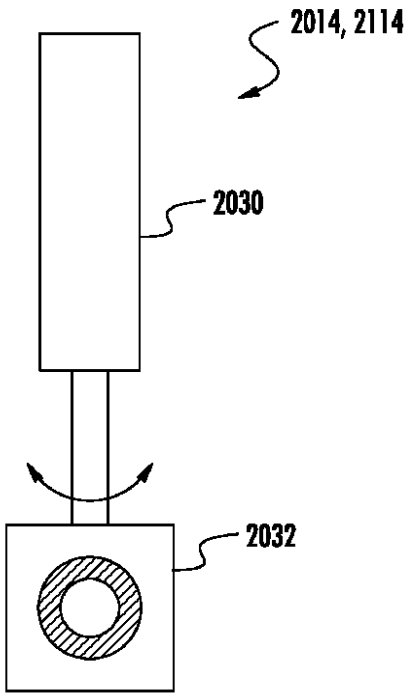


FIG. 2

【図３】

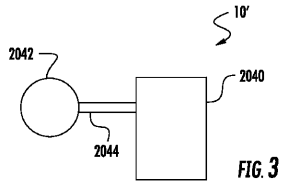


FIG. 3

【図４】

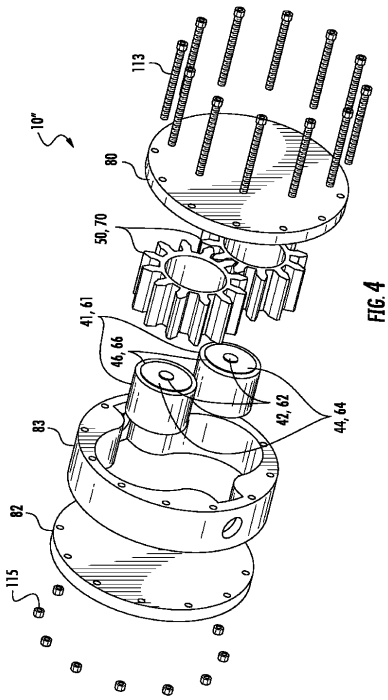


FIG. 4

【図５】

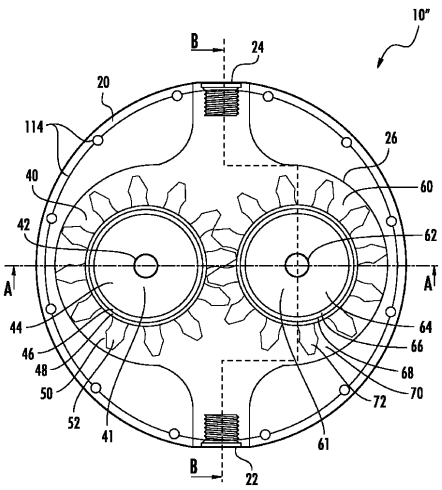


FIG. 5

【図５Ａ】

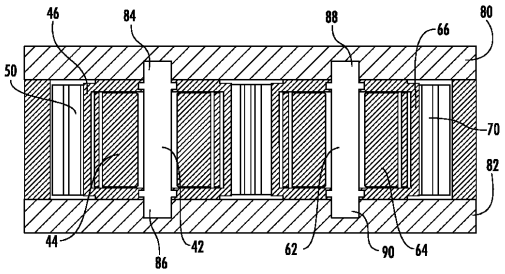


FIG. 5A

【図５Ｂ】

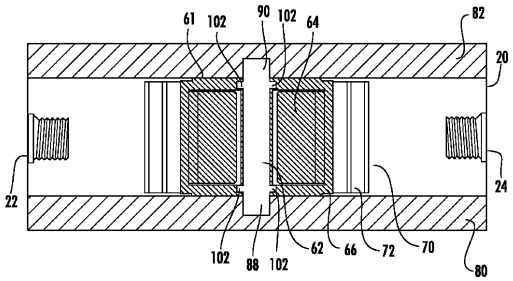


FIG. 5B

【図６】

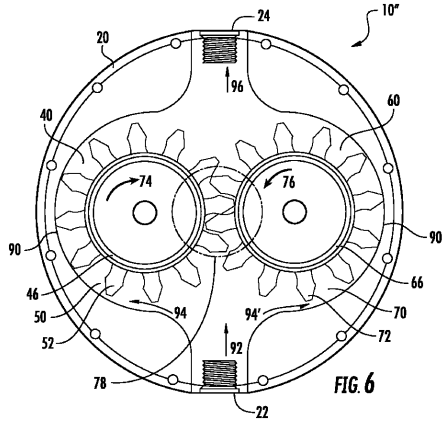


FIG. 6

【図６Ａ】

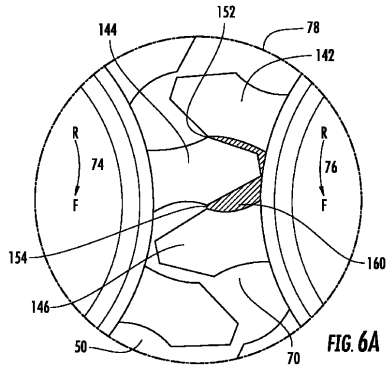


FIG. 6A

フロントページの続き

(74)代理人　100101373
弁理士　竹内　茂雄
(72)発明者　アフシャリ，トーマス
アメリカ合衆国アリゾナ州８５０４２，フェニックス，イースト・ミネラル・ロード　５１７

審査官　加藤　昌人

(56)参考文献　特開２００１－０１１８９９（ＪＰ，Ａ）
特表２０１４－５１２４９５（ＪＰ，Ａ）
米国特許第０６１５５７９０（ＵＳ，Ａ）
特開昭５９－０２０５９０（ＪＰ，Ａ）
国際公開第９１／０１３２５６（WO，Ａ１）
特開２０１４－００９６５５（ＪＰ，Ａ）
特表２０１７－５０６７２１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ１５Ｂ　１１／００－１１／２２
Ｆ０４Ｂ　４９／００－５１／００
Ｆ０４Ｃ　１１／００－１５／０６
Ｆ０４Ｃ　２／０８－　２／２８