

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2012-505356

(P2012-505356A)

(43) 公表日 平成24年3月1日(2012.3.1)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F 1 5 B 11/028 (2006.01)	F 1 5 B 11/02 Y	3 H 0 8 9
F 1 5 B 11/04 (2006.01)	F 1 5 B 11/04 D	

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 51 頁)

(21) 出願番号	特願2011-530514 (P2011-530514)	(71) 出願人	511089789 ノルルハイドロ・オサケユキテュア フィンランド国 96300 ロヴァニエ ミ、テオリスースティエ 30
(86) (22) 出願日	平成21年4月2日 (2009.4.2)	(74) 代理人	100140109 弁理士 小野 新次郎
(85) 翻訳文提出日	平成23年6月7日 (2011.6.7)	(74) 代理人	100075270 弁理士 小林 泰
(86) 国際出願番号	PCT/FI2009/050252	(74) 代理人	100080137 弁理士 千葉 昭男
(87) 国際公開番号	W02010/040890	(74) 代理人	100096013 弁理士 富田 博行
(87) 国際公開日	平成22年4月15日 (2010.4.15)	(74) 代理人	100119426 弁理士 小見山 泰明
(31) 優先権主張番号	20085958		
(32) 優先日	平成20年10月10日 (2008.10.10)		
(33) 優先権主張国	フィンランド (FI)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 デジタル油圧システム

(57) 【要約】

前述の荷重に影響を与える力の総和 (F_{cyl}) をもたらしことが可能な、少なくとも1つのアクチュエータ (23) またはアクチュエータ装置、変位の原理によって動作し、前述のアクチュエータまたはアクチュエータ装置に位置する少なくとも1つの作動室 (19、20、21、22)、油圧動力源である、少なくとも1つの高圧充電回路 (HPi、HPia)、油圧動力源である、少なくとも1つの低圧充電回路 (LPi、LPia)、前述の高圧充電回路 (HPi、HPia) のうち少なくとも1つ、および前述の低圧充電回路 (LPi、LPia) のうち少なくとも1つが、前述の作動室 (19、20、21、22) のうち少なくとも1つと順次結合される制御回路 (40) を具備し、前述の各作動室 (10、20、21、22) は、前述の作動室と結合される充電回路 (HPi、HPia、LPi、LPia) の圧力に対応する分力 (FA、FB、FC、FD) をもたらし能力があり、各分力は、単独で、または前述のアクチュエータまたはアクチュエータ装置の他の作動室によって発生した分力との組み合わせのいずれかで、前述の力の総和の少なくとも1つを発生させる、方法および加圧媒体システム。アクチュエータ装置は、例え

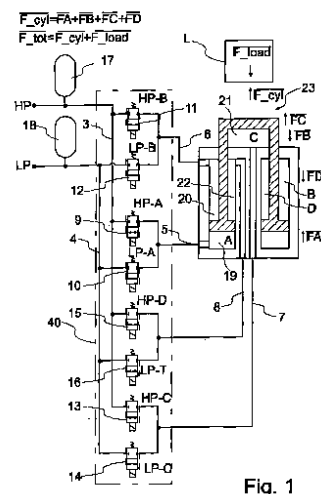


Fig. 1

【特許請求の範囲】

【請求項1】

1. 以下を具備する加圧媒体システムであって、

- 前述の荷重に影響を与える力の総和 (Fcy1) をもたらすことが可能な、少なくとも1つのアクチュエータ (23) またはアクチュエータ装置、

- 変位の原理によって作動し、前述のアクチュエータまたはアクチュエータ装置に位置する、少なくとも1つの作動室 (19、20、21、22)、

さらに、システムが

- 油圧動力源である、少なくとも1つの高圧充電回路 (HPi、HPia)、

- 油圧動力源である、少なくとも1つの低圧充電回路 (LPi、LPia)

- そこでは、前述の高圧充電回路 (HPi、HPia) のうち少なくとも1つ、および前述の低圧充電回路 (LPi、LPia) のうち少なくとも1つを、順次、前述の作動室 (19、20、21、22) のうち少なくとも1つと結合することが可能であって、そこでは前述の作動室 (19、20、21、22) のそれぞれが、前述の作動室に結合される充電回路 (HPi、HPia、LPi、LPia) の圧力に対応する分力 (FA、FB、FC、FD) をもたらす能力を持ち、各分力が、単独で、または前述のアクチュエータまたはアクチュエータ装置の他の作動室によって発生した分力との組み合わせのいずれかで前述の力の総和のうち少なくとも1つを発生させる制御回路 (40) を具備することを特徴とする。

【請求項2】

2. 前述の充電回路 (HPi、HPia、LPi、LPia) のうち少なくとも1つが、分力をもたらしために結合される作動室からの体積流量をさらに受け入れる能力があることを特徴とする、請求項1に基づくシステム。

【請求項3】

3. 前述のアクチュエータ (23) またはアクチュエータ装置が、前述の力の総和によって、変数である前述の荷重 (L) を制御するために構成され、そこでは前述の制御のため、前述の分力のうち1つが、前述の作動室による使用にその都度選択されることを特徴とする、請求項1および2に基づくシステム。

【請求項4】

4. 制御回路 (40) が、前述の作動室のため、インターフェースによって前述の高圧充電回路 (HPi、HPia) への接続が開放および閉鎖可能である第1の制御可能な制御インターフェース (9) を具備し、および、前述の低圧充電回路 (HPi、HPia) への接続が開放および閉鎖可能である、第2の制御可能な制御インターフェース (10) を具備することを特徴とする、請求項1から3のいずれにも基づくシステム。

【請求項5】

5. 制御回路 (40) が、充電回路の油圧動力を、実質的に損失なく作動室に供給するために設定された一連の制御インターフェースを具備することを特徴とする、請求項1から4のいずれにも基づくシステム。

【請求項6】

6. システムが前述の作動室 (19、20、21、22) のうち少なくとも2つを具備し、そこでは油圧動力の供給のため、前述の制御回路 (40) が充電回路のうち1つを前述の作動室の1つに結合し、かつ同時に前述の第2充電回路に体積流量を戻すため、同時に別の充電回路を前述の作動室の別のうち1つと結合するよう構成されていることを特徴とする、請求項1から5のいずれにも基づくシステム。

【請求項7】

7. 前述のアクチュエータまたはアクチュエータ装置がエネルギー充電装置として設定され、いかなる充電回路の油圧動力も貯蔵する潜在的エネルギーに変換可能であり、必要であれば、前述の貯蔵された潜在的エネルギーを充電回路に戻し油圧動力に再変換することができることを特徴とする、請求項1から6のいずれにも基づくシステム。

【請求項8】

8. 各充電回路が圧力アキュムレータ (17、18) を具備することを特徴とする、請求項1か

10

20

30

40

50

ら7のいずれにも基づくシステム。

【請求項 9】

9. システムが、

- 加圧媒体を利用し、油圧動力を発生させる、少なくとも1つのポンプ装置 (111)、および
- 1つまたはそれ以上の充電回路に油圧動力を供給するため、または1つまたはそれ以上の充電回路から加圧媒体を受け取るため、またはこれらの動作の両方を同時に行うかのいずれかのため、前述のポンプ装置が、1つまたはそれ以上の前述の充電回路に同時に結合される、制御および安全弁機構 (124) も具備することを特徴とする、請求項1から8のいずれにも基づくシステム。

10

【請求項 10】

10. 請求項1から9に基づくシステムであって、

- 前述のポンプ装置 (111) が、サククションライン (119) および圧力ライン (118) を具備し、
- 前述の制御および安全弁機構 (124) が、その圧力レベルを上昇させ、かつそれを既定のレベルに維持するため、圧力ライン (118) を充電回路の1つに結合するよう設定され、
- 前述の制御および安全弁機構が、その圧力レベルを下降させ、かつそれを既定のレベルに維持するため、サククションライン (119) を充電回路の1つに結合するよう設定されていることを特徴とする。

20

【請求項 11】

11. 前述の作動室の数は少なくとも2つで、前述の作動室の有効面積は、Nは前述の充電回路の数、Mは前述の作動室の数である数列 N^M に従い、NおよびMは両者とも整数であることを特徴とする、請求項1から10のいずれにも基づくシステム。

【請求項 12】

12. 少なくとも1つのより高いレベルの充電回路、および少なくとも1つのより低いレベルの充電回路の圧力レベルが、言及されたものから調整可能であって、そこでは前述のもたらされた力の総和の間の相対差も調整可能であり、前述の充電回路の圧力レベルは、最適化された方法で荷重 (L) の制御に必要な力の総和に対応して設定されることを特徴とする、請求項1から11のいずれにも基づくシステム。

30

【請求項 13】

13. 前述のアクチュエータまたはアクチュエータ装置が、荷重制御のため、1つまたはそれ以上の力の総和によって前述の荷重を加速し、かつ1つまたはそれ以上の力の総和によって、前述の荷重を減速するよう設定されることを特徴とする、請求項1から12のいずれにも基づくシステム。

【請求項 14】

14. 荷重の減速中、前述の作動室のうち少なくとも1つが、荷重の動的エネルギーを油圧動力に変換し、かつそれを前述の充電回路のうち1つに供給するよう設定されることを特徴とする、請求項13に基づくシステム。

【請求項 15】

15. 前述のアクチュエータまたはアクチュエータ装置が、充電回路の油圧動力が、別の充電回路の油圧動力に変換されうることにより、圧力変換器 (112) の一部として設定されることを特徴とする、請求項1から14のいずれにも基づくシステム。

40

【請求項 16】

16. 油圧動力が少なくとも1つの充電回路から、少なくとも1つの充電回路に移動されうる圧力変換器 (112) もシステムが具備することを特長とする、請求項1から15のいずれにも基づくシステムであって、そこではシステムが、

- 少なくとも1つの高圧副充電回路 (HPia)、
- 油圧動力源である、少なくとも1つの低圧副充電回路 (LPi、LPia)、
- 前述のアクチュエータ (23) の荷重を形成する、少なくとも1つの補助アクチュ

50

エータ (23) または補助アクチュエータ装置、

- 変位の原理で動作し、前述の補助アクチュエータまたは補助アクチュエータ装置に位置する、少なくとも1つの補助作動室、

- 前述の副充電回路 (HP1a、LP1a) が前述の各作動室と順次結合可能で、各補助作動室が、前述の副作動室に結合されている副充電回路 (HP1a、LP1a) に圧力および体積流量をもたらす能力があり、前述のアクチュエータ (23) またはアクチュエータ装置は、油圧動力を伝達するために、前述の補助アクチュエータまたは補助アクチュエータ装置を動かすよう構成される制御回路 (40) も具備する。

【請求項 17】

17. 前述のアクチュエータ (23) が第1の可動部を具備し、補助アクチュエータが第2の可動部を具備し、前述の可動部が、前述のアクチュエータおよび前述の補助アクチュエータ間の運動を伝達するために連結されることを特徴とする、請求項16に基づくシステム。

【請求項 18】

18. 圧力が互いに異なる、少なくとも3つの充電回路が、各作動室および各補助作動室と結合されうること特徴とする、請求項16または17に基づくシステム。

【請求項 19】

19. 前述の高圧充電回路 (HPi) のうち少なくとも1つが、アクチュエータ (23) の代わりに補助アクチュエータと結合可能で、かつ、同時に低圧副充電回路 (LPia) のうち、少なくとも1つが、補助アクチュエータの代わりに前述のアクチュエータ (23) と結合可能なことにより、および、前述の低圧充電回路 (LPi) のうち少なくとも1つがアクチュエータ (23) の代わりに補助アクチュエータと結合可能で、かつ、同時に前述の高圧副充電回路 (HPia) のうち少なくとも1つが、補助アクチュエータの代わりに前述のアクチュエータと結合可能なことによって、装置が制御回路 (125、126) も具備し、そこで圧力および体積流量が妨害なくもたらされることによって、圧力変換器内で往復運動がもたらされることを特徴とする、請求項16から18のいずれにも基づくシステム。

【請求項 20】

20. アクチュエータ (23) の可動部および補助アクチュエータが、前述の可動部を動かし、前述の作動室およびそこに結合された充電回路に油圧動力をもたらす外部の動的エネルギー源に結合されることを特徴とする、請求項16から19のいずれにも基づくシステム。

【請求項 21】

21. 装置が、いかなる充電回路も、すべてのアクチュエータのすべての作動室に結合可能な制御回路 (126) を具備し、数種の選択自在の変換率を活用することによって、2つまたはそれ以上の充電回路から1つまたはそれ以上のその他の充電回路に、または1つまたはそれ以上の充電回路から2つまたはそれ以上のその他の充電回路に、または2つまたはそれ以上の充電回路から2つまたはそれ以上の充電回路にエネルギーが伝達されうること特徴とする、請求項16から20のいずれにも基づくシステム。

【請求項 22】

22. 請求項1から21のいずれにも基づくシステムであって、システムが

- 前述の制御回路 (40) を制御するために配置され、その入力データとして、もたらされる力の総和、荷重加速度、荷重速度または荷重位置の指針値 (31) を持つ、アクチュエータまたはアクチュエータ装置によってもたらされる力の総和を制御する少なくとも1つの制御器 (24) も具備すること特徴とし、

- そこでは、前述の制御器が、もたらされた分力が、前述の指針値 (31) に従うか、または近接して力の総和を発生させることにより、前述の制御回路 (40) によってなされた結合をその都度制御するよう設定される。

【請求項 23】

23. 前述の制御回路 (40) の状態が前述の制御器に貯蔵され、各状態が1つの力の総和をもたらす前述の制御回路の結合を示し、そこで前述の制御器は、もたらされる力の総和の食い違った順序に比例的に対応する順序で、制御回路の状態を定めるために構成され、かつ前述の制御器の出力が、各荷重状況における前述の指針値 (31) に対応する状態におい

10

20

30

40

50

て、前述の制御回路の設定のために前述の制御回路に与えられた制御値（37、39）であることを特徴とする、請求項22に基づくシステム。

【請求項 2 4】

24. 制御回路（40）が、いかなる充電回路（HPi、HPia、LPi、LPia）への接続も開放および閉鎖されうる、少なくとも1つの制御可能な制御インターフェース（9）を具備し、ここでは、故障した制御インターフェースが、もたらされるべき力の総和に与える影響が重大であることにより、制御回路の当該状態は、前述の制御器の使用には選択されないことを特徴とする、請求項23に基づくシステム。

【請求項 2 5】

25. 制御回路（40）が、いかなる充電回路（HPi、HPia、LPi、LPia）への接続も開放および閉鎖されうる、少なくとも1つの制御可能な制御インターフェース（9）を具備し、制御表面の障害の結果、前述の制御器は、故障した制御インターフェースが依然として使用されている状況によってもたらされる力の総和の漸進的な順序に比例的に対応する新しい順序で、制御回路の状態を定めるために構成されることを特徴とする、請求項23に基づくシステム。

【請求項 2 6】

26. 制御器が、前述の制御インターフェースの状態を監視し、かつその状態が制御値に従った状態に対応するかどうかを検査し、かつ前述の制御インターフェースの故障状況があるかどうかを結論付けるために配置されることを特徴とする、請求項24または25に基づくシステム。

【請求項 2 7】

27. 各状態が、1つの力の総和をもたらしアクチュエータの作動室の結合、および、もたらされる力の総和の漸進的な順序に比例的に対応する順序で測定されたそれらに対応する制御値を示す、前述の作動室の状態が、前述の制御器に貯蔵されることを特徴とする、請求項22から26のいずれにも基づくシステム。

【請求項 2 8】

28. さらにシステムは、油圧動力源であり、かつ圧力レベルが前述の高圧および前述の低圧の間にある、少なくとも1つの中間圧力充電回路（MPi、MPia）を具備し、かつエネルギー損失を最小限に抑えるため、前述の制御器が作動室を媒体の充電回路にスロットルなしで結合するよう構成され、作動室内に低圧がある場合は作動室の圧力が高圧に切り替わる前、また、作動室内に高圧がある場合は作動室の圧力が低圧に切り替わる前に、前述の中間圧力への結合が生じ、状態変化に必要なエネルギーは、作動室と高または低圧充電回路（HPi、LPi）との最終結合を行う前に、まず作動室または充電回路から、配管の寄生インダクタンスを経由して充電回路の動的エネルギーに、さらには作動室の圧力エネルギーに結合することを特徴とする、請求項17から27のいずれにも基づくシステム。

【請求項 2 9】

29. 前述のアクチュエータは、前述の旋回装置に結合される荷重（L）の旋回運動を制御するための旋回装置（41）のアクチュエータ（45）であり、そこには少なくとも2つのアクチュエータ（45、46）があり、それらは荷重に影響を与える、可変の合計モーメント（Mtot）をもたらし、さらに、旋回装置が、前述のアクチュエータによってもたらされた直線運動を荷重の旋回運動に変換するためのさらに部材（47）を具備することを特徴とする、請求項1から28のいずれにも基づくシステム。

【請求項 3 0】

30. スロットルなしの制御方法により実現される前述の力制御または力調整アクチュエータはポンプモーターのアクチュエータ（50、51、52、53）であって、それによって回転方向と反対方向を持つ荷重モーメントが、駆動モーターなどの外部のエネルギー源に結合された駆動軸にもたらされ、そこでは前述のアクチュエータが、同一ウォブラに結合された他のアクチュエータとの組み合わせにより、ポンプとしての機能を果たすことを特徴とする、請求項1から18のいずれにも基づくシステム。

【請求項 3 1】

31. 前述のアクチュエータは、前述の回転装置と結合された荷重を回転させる運動を制御する回転装置のアクチュエータ（50、51、52、53）であり、そこでアクチュエータの数は少なくとも2つであり、さらに回転装置が、前述のアクチュエータによってもたらされた直線運動を荷重を回転させる運動に変換するための部材（54、55）を具備することを特徴とする、請求項1から30のいずれにも基づくシステム。

【請求項 3 2】

32. 荷重の回転運動を制御するための回転装置であって、

- 荷重（L）に影響を与える力の総和が、荷重（L）の回転運動の制御にもたらされうる、少なくとも2つのアクチュエータ（45、46）またはアクチュエータ装置、

- 変位の原理によって動作し、前述のアクチュエータまたはアクチュエータ装置に位置する、少なくとも2つの作動室、

- 前述のアクチュエータまたはアクチュエータ装置によってもたらされる運動を、荷重の回転運動に変換するため、およびもたらされた力の総和を、荷重に影響を与える合計モーメント（ M_{tot} ）に変換するための変換部材（45、46、47）を具備し、さらに回転装置が

- 油圧動力源である、少なくとも1つの高圧充電回路（ HPi 、 $HPia$ ）、

- 油圧動力源である、少なくとも1つの低圧充電回路（ LPi 、 $LPia$ ）、

- 前述の高圧充電回路（ HPi 、 $HPia$ ）のうち少なくとも1つ、および前述の低圧充電回路（ LPi 、 $LPia$ ）のうち少なくとも1つを、前述の作動室のうち少なくとも2つに順次結合することが可能であって、そこでは前述の各作動室（10、20、21、22）が、前述の作動室に結合される充電回路（ HPi 、 $HPia$ 、 LPi 、 $LPia$ ）の圧力に対応する分力（ F_A 、 F_B 、 F_C 、 F_D ）をもたらし能力をもち、各分力が、単独で、または前述のアクチュエータまたはアクチュエータ装置の他の作動室によって発生した分力との組み合わせのいずれかで前述の力の総和の少なくとも1つを発生させる、制御回路（40）を具備することを特徴とする。

【請求項 3 3】

33. 回転装置が少なくとも4つの前述の作動室を具備し、前述の作動室の有効面積比率は、 N が前述の充電回路数、 M が前述の作動室数であり、 N および M の両方が整数である数列 N^M に従うことを特徴とする、請求項32に基づく回転装置。

【請求項 3 4】

34. 前述のアクチュエータまたはアクチュエータ装置は、同位置で反対方向に力の総和をもたらし、並列のシリンダアクチュエータであり、回転装置は、前述の力の総和に対応する合計モーメント（ M_{tot} ）に変換されうる回転歯車を具備し、前述のアクチュエータおよびアクチュエータ装置が前述の回転歯車の反対側に位置することを特徴とする、請求項32または33に基づく回転装置。

【請求項 3 5】

35. 回転装置はさらに、回転装置の力制御に提供され、前述の制御回路（40）を制御するため構成され、もたらされる力の総和の指針値（31）を入力データとして持つ、少なくとも1つの制御器（24）を具備し、そこでは前述の制御器が、もたらされた分力が前述の指針値（31）に従うか、または近接して力の総和を発生させることにより、前述の制御回路（40）によってなされた結合をその都度制御するよう構成されることを特徴とする、請求項32から34のいずれにも基づく回転装置。

【請求項 3 6】

36. 荷重の回転を制御するための回転装置であって、

- 荷重（L）に影響を与える合計モーメント（ M_{tot} ）が、荷重（L）の回転運動の制御のためにもたらされうる、少なくとも2つのアクチュエータ（50、51、52、53）またはアクチュエータ装置、

- 変位の原理によって動作し、前述のアクチュエータまたはアクチュエータ装置に位置する、少なくとも2つの作動室、

- 前述のアクチュエータまたはアクチュエータ装置によってもたらされた運動を、荷重を回転させる運動に変換するための部材（54、55）、

を具備し、さらに回転装置が

- 油圧動力源である、少なくとも1つのより高圧充電回路 (HPi、HPia)、
- 油圧動力源である、少なくとも1つのより低圧充電回路 (LPi、LPia)、

前述の高圧充電回路 (HPi、HPia) のうち少なくとも1つ、および、低圧充電回路 (LPi、LPia) のうち少なくとも1つを、前述の作動室のうち少なくとも2つに順次結合することが可能であって、そこでは、前述の作動室 (10、20、21、22) のそれぞれが、前述の作動室に結合される充電回路 (HPi、HPia、LPi、LPia) の圧力に対応する分力 (FA、FB、FC、FD) をもたらす能力を持ち、各分力が、単独で、または前述のアクチュエータまたはアクチュエータ装置の他の作動室によって発生した分力との組み合わせのいずれかで前述の合計モーメントのうち少なくとも1つを発生させる、制御回路 (40) を具備することを特徴とする。

10

【請求項 37】

37. 偏心回転装置が、少なくとも4つの前述のアクチュエータまたはアクチュエータ装置および少なくとも4つの前述の作動室を具備することを特徴とする、請求項36に基づく回転装置。

【請求項 38】

38. 前述の作動室の有効面積比率が、Nが前述の充電回路数、Mが前述の作動室数であり、NおよびMの両方が整数である数列 N^M に従うことを特徴とする、請求項36または37に基づく回転装置。

【請求項 39】

39. 回転装置はさらに、回転装置の力制御に提供され、前述の制御回路 (40) を制御するため構成され、もたらされる合計モーメントの指針値 (31) を入力データとして持つ、少なくとも1つの制御器 (24) を具備し、そこでは前述の制御器が、もたらされた分力が前述の指針値 (31) に従うか、または近接して合計モーメントを発生させることにより、前述の制御回路 (40) によってなされた結合をその都度制御するよう構成されることを特徴とする、請求項36から38のいずれにも基づく回転装置。

20

【請求項 40】

40. 荷重の旋回運動中、油圧動力をもたらし、それを前述の充電回路のうち1つに供給するよう、前述の作動室のうち少なくとも1つが構成されることを特徴とする、請求項36から39のいずれにも基づく回転装置。

30

【請求項 41】

41. 加圧媒体システムにおける方法であって、システムは

- 前述の荷重に影響を与える力の総和 (Fcyl) をもたらすことが可能な手段による、少なくとも1つのアクチュエータ (23) またはアクチュエータ装置、
- 変位の原理によって動作し、前述のアクチュエータまたはアクチュエータ装置に位置する、少なくとも1つの作動室 (19、20、21、22)

を具備し、さらにシステムが、

- 油圧動力源である、少なくとも1つのより高圧充電回路 (HPi、HPia)、
- 油圧動力源である、少なくとも1つの低圧充電回路 (LPi、LPia)、
- 前述の高圧充電回路 (HPi、HPia) のうち少なくとも1つ、および前述の低圧充電回路 (LPi、LPia) のうち少なくとも1つが、前述の作動室 (19、20、21、22) のうち少なくとも1つに順次結合される制御回路 (40)、

40

を具備することに特徴とし、

- 前述の各作動室 (10、20、21、22) における、前述の作動室に結合された充電回路 (HPi、HPia、LPi、LPia) の圧力に対応する分力 (FA、FB、FC、FD) の生成、および
- 分力による、単独で、または 前述のアクチュエータまたはアクチュエータ装置のその他の作動室によって発生した分力との組み合わせのいずれかによる、少なくとも1つの前述の力の総和の発生を具備する方法。

【請求項 42】

42. システムが、

50

- 前述の制御回路(40)を制御するために配置され、その入力データとして、もたらされる力の総和、荷重加速度、荷重速度または荷重位置の指針値 (31)を持つ、アクチュエータまたはアクチュエータ装置によってもたらされる力の総和を制御する少なくとも1つの制御器(24) 、

も具備し、さらに方法が

- もたらされた分力が、前述の指針値 (31)に従って、または近接して力の総和を発生させることにより、前述の制御回路 (40) によってなされた結合をその都度制御するための前述の制御器の使用
を具備することを特徴とする、請求項41に基づく方法。

【請求項 4 3】

43. 加圧媒体システムが、

- 前述の荷重に影響を与える力の総和 (F_{cyl}) をもたらすことが可能な、少なくとも1つのアクチュエータ (23) またはアクチュエータ装置、

- 変位の原理によって動作し、前述のアクチュエータまたはアクチュエータ装置に位置する、少なくとも1つの作動室 (19、20、21、22)

を具備する加圧媒体システム制御のための制御器であって、さらに加圧媒体システムが、

- 油圧動力源である、少なくとも1つのより高圧充電回路 (HPi、HPia) 、

- 油圧動力源である、少なくとも1つの低圧充電回路 (LPi、LPia)

- 前述の高圧充電回路 (HPi、HPia) のうち少なくとも1つ、および前述の低圧充電回路 (LPi、LPia) のうち少なくとも1つが、前述の作動室 (19、20、21、22) のうち少なくとも1つに順次結合される制御回路 (40) であって、そこでは各作動室で対応する分力がもたらされることを特徴とし、そこでは前述の制御器は、

- もたらされる力の総和、荷重加速度、荷重速度または荷重位置の指針値 (31) である入力データに基づいて前述の制御回路 (40) を制御し、

- 前述の作動室が、前述の指針値 (31) に従うか、または近接して力の総和を発生させることにより、前述の制御回路 (40) によってなされた結合を、もたらされた分力が、単独で、または数種のもたらされた分力との組み合わせにより前述の力の総和を発生させるよう構成される。

【請求項 4 4】

44. 各状態が1つの力の総和をもたらす前述の制御回路の結合を示す、前述の制御回路 (40) の状態が前述の制御器に貯蔵され、そこで前述の制御器は、もたらされる力の総和の漸進的な順序に比例的に対応する順序で、制御回路の状態を定めるために構成され、かつ前述の制御器の出力が、各荷重状況における前述の指針値 (31) に対応する状態において、前述の制御回路の設定のために前述の制御回路に与えられた制御値 (37、39) であることを特徴とする、請求項43に基づく制御器。

【請求項 4 5】

45. 前述の作動室の状態が前述の制御器に貯蔵され、各状態が、1つの力の総和、および、もたらされる力の和の漸進的な順序に比例的に対応する順序で測定される、それに対応する制御値をもたらすためのアクチュエータの作業室の結合を示すことを特徴とする、請求項43または44に基づく制御器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は加圧媒体システムに関するものである。本発明は、荷重の旋回運動を制御する旋回装置に関するものである。本発明は、荷重の回転を制御する回転装置に関するものである。本発明は、加圧媒体システムの方法に関するものである。本発明は、加圧媒体システムを制御するための制御器に関するものである。

【背景技術】

【0002】

加圧媒体システムにおいて、荷重は、加圧媒体の圧力が有効で、かつアクチュエータを

10

20

30

40

50

經由して荷重に影響を与える力をもたらし有効面積を持つ作動室つきのアクチュエータを使用して制御される。力の大きさは、加圧された有効面積、および従来の加圧媒体システムにおいて可変力を発生させるために制御される圧力の両方に依存している。典型的な実施例には荷重の移動、上昇および下降があるが、物理的形状において、その荷重は、例えば動かされる構造、装置、システムの一部など、システムによって変化しうる。通常、圧力制御は損失に対する調整に基づいており、従来の抵抗制御による解決方法では、アクチュエータの力制御は、作動室の無段階の圧力制御によって達成される。従って、圧力は室を出入りする加圧媒体の流量をスロットルで調整することにより制御される。この制御は、例えば比例弁などを用いて実現される。

【0003】

10

従来のシステムには、圧力が調整され、加圧媒体の体積流量を発生させる圧力側と、体積流量を受け入れる能力を持ち、損失を最小限に抑えるため、現行の圧力レベル、いわゆるタンク圧力が可能な限り低いリターン側があるのが典型的である。

【0004】

よく知られる加圧媒体には、油圧油、圧縮空気および水または水性油圧油などがある。加圧媒体の種類は制限されないが、それは用途の要求および設定要件によって変化しうる。

【0005】

従来のシステムの問題には、障害に対する脆弱性およびエネルギー損失、特に油圧動力の損失および制御弁の障害がある。

20

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の目的は、現在使用されているシステムの大部分と比較して著しいエネルギー節減をもたらす加圧媒体システムを実現するための新しい解決方法を示すことである。

【0007】

本発明はスロットルなしの制御方法に基づくデジタル油圧システムの解決方法、すなわち、例えば圧力変換装置、ポンプ圧力変換装置、およびこれらの制御に適用される方法、制御回路、制御器を含む、デジタル油圧システムに適用される装置に関連するものである。

30

【0008】

本発明に基づく加圧媒体システムは、請求項1に提示される。本発明に基づく旋回装置は、請求項32に提示される。本発明に基づく回転装置は、請求項36に提示される。本発明に基づく方法は、請求項41に示される。本発明に基づく制御器は、請求項43に提示される。

【0009】

本システムの解決方法は、加圧媒体により駆動するアクチュエータによってもたらされる力、加速度、速度または位置の制御、あるいは数個のアクチュエータを具備するデバイス応用によってもたらされる力の加速度、モーメント、回転加速度、角速度、位置および回転の制御のいずれかのために設定される。さらに、または択一的に、本システムの解決方法は、1つまたはそれ以上のエネルギー充電装置の制御に提供される。さらに、または択一的に、本システムの解決方法は、1つまたはそれ以上の圧力変換装置およびそれぞれの変換率の制御に提供される。さらに追加して、または択一的に、本システムの解決方法は、1つまたはそれ以上のエネルギー変換装置、特にポンプ圧力変換装置およびそれぞれの変換率の制御に提供される。

40

【0010】

新しいデジタル油圧システムの解決方法、およびそれに適用される装置が、スロットルなしの制御方法に基づき提供される。デジタル油圧システムの重要な機能は、アクチュエータの運転動作中に充電回路に戻る、動的または潜在的エネルギーの回収である。

【0011】

50

デジタル油圧システムに適用され、かつこの後に充電系とも呼ばれる加圧媒体回路は、異なる圧力レベルを持ち、かつ充電回路とも呼ばれる、2つまたはそれ以上の圧力回路を具備する。それぞれの充電回路は、互いに接続された、同じ圧力を持つ、1つまたはそれ以上の加圧媒体ラインを具備するのが典型的である。次の記述においては、単純化のため、第一に2つの充電回路を具備するシステムの解決方法に集中する。技術に長けた者は、提示された原則を3つまたはそれ以上の充電回路を具備するシステムの解決方法にも容易に適用することが可能である。

【0012】

本実施例は、いかなる特定の絶対圧力レベルにも言及しないが、第一に前述の充電回路の圧力差に言及する高圧充電回路および低圧充電回路を論じる。圧力レベルは、それぞれの用途に適するように選択される。本システムの解決方法が数個の高圧充電回路または低圧充電回路を具備する場合、この場合でも充電回路の圧力レベルは互いに異なることが好ましい。

10

【0013】

高圧充電回路を論じる際は、HP、HPラインまたはHP接続という記号表示も使用され、低圧充電回路を論じる際は、LP、LPラインまたはLP接続という記号表示も使用される。充電回路により必要とされるエネルギーは、1つまたはそれ以上の充電装置によって供給される。ある実施例では、エネルギーは、充電回路に、1つまたはそれ以上の圧力変換器を経由して、その他の1つまたはそれ以上の充電回路から供給される。

【0014】

20

動力供給能力のある2つまたはそれ以上の充電回路を具備し、かつスロットルなしの制御方法に基づくデジタル油圧アクチュエータを使用する本システムは、低抵抗デジタル油圧システム（LRDHS）と呼ばれる。1つまたはそれ以上の低圧レベル（LP）の充電回路から供給される動力は、本システムにおいてしばしば利用される動力の重要な部分であるため、低圧レベルの充電回路の圧力レベルは、アクチュエータの動力発生、制御性およびエネルギー消費に著しい影響を与える。

【0015】

各充電回路が要求される圧力をもたらし、かつ体積流量の供給と受け入れの両方を行う能力のあることは、それに特徴的である。異なる充電回路の圧力レベルは、互いに均等に段階づけられるのが好ましい。

30

【0016】

充電装置とは、ポンプ装置を経由して、充電系の外部から充電系の充電回路にエネルギーをもたらし加圧媒体回路を指す。この充電装置は、ポンプ装置のほか、ポンプ装置のサクションラインおよび圧力ラインがいかなる充電回路にも接続可能な、制御および安全弁機構を具備する。このサクションラインと圧力ラインは、加圧媒体タンクとも結合可能であることが好ましい。

【0017】

通常、1つまたはそれ以上のより高い圧力レベルのエネルギー充電装置は、HP充電回路と接続されており、同様の方法で、1つまたはそれ以上のより低い圧力レベルのエネルギー充電装置がLP充電回路と接続されている。充電装置は、例えばバネ荷重や荷重に影響を与える重力、すなわち位置エネルギーを利用する、油圧アキュムレータまたは別のエネルギーアキュムレータなどである。ポテンシャルエネルギーアキュムレータ、およびそれに接続されたデジタル油圧アクチュエータは、エネルギー充電装置として使用可能である。デジタル油圧アクチュエータの動作原理は、本記述において下記にさらに説明される。

40

【0018】

互いに結合されたデジタル油圧アクチュエータは、著しいエネルギー消費なしに異なる充電回路間の動力伝達が可能な圧力変換器として使用が可能である。前述のデジタル圧力変換装置（DPCU）は、途切れなく作動するアクチュエータが充電回路と結合されている場合でも利用可能である。圧力変換装置において、動力伝達はアクチュエータの有効面積の利用およびスロットルなしの制御方法に基づいている。

50

【0019】

圧力変換装置を圧力変換装置の可動部分を動かす外部エネルギー源と結合することにより、前述のデジタル圧力変換ポンプ装置（DPCPU）は、動的エネルギーが前述のアクチュエータによって油圧エネルギーに、すなわち加圧媒体の圧力および体積流量に変換される際、充電回路へのエネルギー供給に使用することができる。

【0020】

デジタルアクチュエータは、異なる結合組み合わせおよびスロットルなしの制御を使用して面積が充電回路と接続される、2進法またはその他の方法でコード化された有効面積を持つシリンダを特にいう。力の制御または力の調整が問題となるのが一般的である。

【0021】

デジタル油圧旋回駆動装置は、アクチュエータが、1つまたはそれ以上のアクチュエータと結合された、1つまたはそれ以上のギアラックおよび歯車とともに、直線運動を限定的な旋回運動に変換する、1つまたはそれ以上の室を持ち、スロットルなしの制御に基づく、1つまたはそれ以上のアクチュエータを具備する。モーメント制御およびモーメント調整が問題となるのが典型的である。

【0022】

デジタル油圧回転駆動装置は、1つまたはそれ以上の室を持ち、かつスロットルなしの制御に基づき、かつ機械的にウォブラに結合された、2つまたはそれ以上のアクチュエータを具備する。アクチュエータの力制御を経由して達成されるのは、モーメント制御またはモーメント調整であるのが典型的である。

【0023】

本システムは、異なる圧力レベルを持つ2つまたはそれ以上の充電回路を、制御インターフェースを経由して、1つまたはそれ以上のデジタル油圧アクチュエータに接続することを可能にする。1つまたはそれ以上のアクチュエータによって形成されるアクチュエータ装置は、このように荷重移動用アクチュエータ、圧力変換装置、ポンプ圧力変換装置、ポンプ、または同時に上述のすべての装置の組み合わせとして使用される。アクチュエータおよびアクチュエータ装置は、用途に応じて、物理的にまたは油圧的にいずれかで、荷重および互いと結合されうる。

【0024】

従来の解決方法と比較した、システムの技術的優位性および相違は、明らかに優れたエネルギー効率性、制御性、構成要素および構造の単純さ、モジュール性、および障害の制御である。従来の耐性制御による解決方法では、アクチュエータの力制御は、作動室の圧力の無段階調整によって達成される。従って、圧力は作動室を出入りする媒体の流量をスロットルで調整することにより制御される。本システムでは、これに代わり、著しく少数のスロットルおよび単純なシステム構造で作動し、かつ、与えられた、離散的で、既定されているが調整可能な圧力レベル（例：HPおよびLP充電回路）のみを使用した力調整に基づく、新しいアクチュエータの制御方法を具備している。力制御は、均等に段階づけられた圧力レベルを持ち、かつアクチュエータの有効面積がそれらと結合された充電回路を活用することによって力を漸次に調整することにより達成される。本制御方法は、2進またはその他の方法でコード化された有効面積を具備したアクチュエータまたはアクチュエータ装置との組み合わせにより、従来の制御方法と比較して著しく低いエネルギー消費を可能にする。また、本システムは高い最大速度を可能にし、かつ制御および位置に対し非常に精密である。

【0025】

従来の比例スロットル制御において、アクチュエータに接続された機構の速度は、スロットル規制部材開度の断面積に直接比例する方法で調整されるが、そこでは規制部材の調整エラーが、調整されるべき機構の速度に直接反映される。従来の解決方法では、規制の精度を決定および制限する重要な要因は、用途に応じた規制部材の最適化である。

【0026】

デジタルスロットル調整において、アクチュエータの速度調整における不正確さは、規

10

20

30

40

50

制部材として並列接続された数個のオン／オフ弁を使用することにより低減され、そこでは、与えられた圧力差で、オン／オフ弁のある制御（いわゆるセットポイント、または制御値）が、高い確率で予測値に近いある離散速度値を使用することによって達成される。従って、速度がある離散値を受け取ると、位置反応曲線はある角度係数を受け取る。達成された速度および位置反応曲線の傾斜度の粗さは、速度調整の分解能、すなわち利用可能な開放の数、従って弁に依存する。

【0027】

スロットルなしの制御に基づき、加速度調整を持つ本デジタルシステムにおいては、アクチュエータに結合された機構の加速度は、要求される力発生が最善の方法で実現されるような方法で、各充電回路、その結果さらに利用可能な各圧力レベルも、利用可能な有効面積に接続することにより順次制御される、アクチュエータの力発生に比例して制御される。

10

【0028】

速度調整は、速度フィードバックにより達成され、速度反応曲線は、加速度がある離散値を受け取る際に、ある角度係数を受け取る。速度反応曲線の傾斜度の荒さは、加速度調整の分解能に依存する。従って、位置反応曲線は、スロットルによる直接速度制御と比較すると、数学的には1度多く制御されることになる。

【0029】

本システムにおいては、理論上はいかなる速度値も達成可能であり、速度誤差は非常に小さく留まる。従って、速度調整の分解能を制限する要因は、加速度制御の分解能、制御系のサンプリング周期、制御インターフェースの応答時間、作動室の状態変化にかかった時間、およびセンサの測定精度である。加速度調整の分解能は、利用可能な作動室の数およびそれらの面積のコード化、また作動室に接続された異なる圧力レベルを持つ充電回路の数、また充電回路の圧力レベルおよび充電回路の圧力レベル間の関係および差に依存する。その一方で、例えば荷重力または圧力における変動を原因とする規制部材のスロットルにおけるいかなる不正確さ、およびこれを原因とするいかなる調整誤差も、デジタル油圧制御法では発生しない。この点において、本システムは、スロットルで制御される従来のシステムと比較して、すべての状況下で優れた制御性と管理容易性を持つ。

20

【0030】

本システムが、同一部品、または同一部品の同じ衝撃点または異なる衝撃点に、同方向からまたは異なる方向から影響を与える、数個の別個のアクチュエータを具備する場合、各アクチュエータによって発生する力は、アクチュエータによってもたらされる力の総和、すなわち合力を望ましい方向または大きさで得るよう、互いとは関係なく別個に、あるいは互いに影響を持ちながら、制御される。前述の力の総和は、荷重の役割を果たす部品に影響し、加速、減速、または荷重力の無効を引き起こす。前述の力の総和に、望ましい大きさと方向を持たせるため、制御系は、システムから測定されたか、または別の方法で決定された1つまたは複数の変数に基づいてアクチュエータの力の制御を測定しなければならない。

30

【0031】

本システムの使用法は、ほぼ制限なく変化するが、デジタル油圧アクチュエータの典型的な用途には、さまざまな反転、回転、上昇、下降、駆動力の変換、および、例えば海のうねりの補正などといった、運度補正用途がある。本システムは、アクチュエータの力発生と関連して加速および減速される、比較的大きな慣性質量がある使用に最も適しており、そこでは著しいエネルギー節減が達成される。また、本システムは、変化する荷重レベルで同時に動作する、制御されるべき数個のアクチュエータがある使用法にも非常に適している。

40

【0032】

また、本システムの使用は、アクチュエータが外部刺激に耐えるか、あるいは択一的にそれらに耐える、すなわち、対応する大きさの対向力をもたらし、従って可動部品を定位置に維持する傾向にあるよう保持力をもたらすのにアクチュエータが使用される用途も含

50

みうる。同じシステム内で使用されるアクチュエータの数、また、同じ部品または機構の同じ部分に接続されるアクチュエータの数も同様に变化しうる。特に、同一部品または部分（例：機械フレーム）から同一部品または部分（例：ブームまたはリフトアーム）に接続されるアクチュエータの数は、前述の部品間に形成される制御仕様、エネルギー消費およびアクチュエータ装置の障害の最適な制御を考慮すると重要である。

【0033】

本発明は、いくつかの実施例により、および付録の図面を参照して、さらに詳細に解説される。

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図1】4つの作動室を具備し、加圧媒体によって駆動するシリンダであるアクチュエータを活用した、発明の実施例に基づくシステムを示す。

【図2】図に示されたシステムの制御に使用される状態表を示す。

【図3】図1に示されたシステムによってもたらされる力の段階を示す。

【図4】本システムの制御の調整率の機能性を示す。

【図5】本システムの制御に使用する制御器を示す。

【図6】本システムの制御に使用する、選択しうる制御器を示す。

【図7】本システムの制御に使用するもう一基の選択しうる制御器を示す。

【図8】本システムの制御に使用する制御変換器の動作を示す。

【図9】本発明の実施例に基づく、旋回装置を示す。

【図10】本発明の実施例に基づく、偏心ポンプモーターを示す。

【図11】本発明の別の実施例に基づくシステムを示す。

【図12】ポンプ圧力変換器の動作原理を示す。

【図13a】図11のシステムに使用するアクチュエータを示す。

【図13b】図11のシステムに使用するアクチュエータを示す。

【図13c】図11のシステムに使用するアクチュエータを示す。

【図13d】図11のシステムに使用するアクチュエータを示す。

【図14】実施例に基づき、4室を具備するポンプ圧力変換器を示す。

【図15】実施例に基づき、4室を具備する圧力変換器を示す。

【図16】実施例に基づき、4室を具備し、制御回路によって制御されている圧力変換器を示す。

【図17】実施例に基づき、8室を具備し、交差接続によって制御されているポンプ圧力変換器を示す。

【図18】実施例に基づき、8室を具備し、制御回路によって制御されているポンプ圧力変換器を示す。

【発明を実施するための形態】

【0035】

制御インターフェース

加圧媒体のアクチュエータへの出入りは、制御インターフェースによって制御される。アクチュエータは、変位の原理によって動作する、1つまたはそれ以上の作動室を具備している。各制御インターフェースは、並列接続された1つまたはそれ以上の制御弁を持つ。制御弁は極めて低い圧力損失の高速シャットオフ弁、例えば電氣的に制御されるオン／オフ弁であるのが好ましく、弁が同一ラインに並列である場合は、同時にそれらはラインにおける体積流量を決定する。制御により、アクチュエータの各作動室は別々に遮断されるか、あるいは制御インターフェースを経由して充電回路、例えば二重圧力システムのHP充電回路またはLP充電回路に接続される。アクチュエータの作動室に導き、1つまたはそれ以上の弁が常に完全に開放か遮断かのいずれかである制御インターフェースにおける制御方法は、本記述において、スロットルなし制御方法と呼ばれる。

【0036】

制御インターフェースは、制御インターフェースの弁またはすべての並列の弁が開放ま

10

20

30

40

50

たは閉鎖するために制御される方法で作動する。従って、制御インターフェースの制御は、設定が1（制御インターフェース開放、オン）または0（制御インターフェース閉鎖、オフ）のいずれかである2進法となりうる。弁に必要な電氣的制御信号は、設置に基づき生成が可能である。

【0037】

デジタル油圧アクチュエータ

デジタル油圧アクチュエータの制御系の動作は、システムが少なくとも1つの作動室を持つ、少なくとも1つのアクチュエータを具備していることを要する。作動室によってもたらされる分力は、作動室の有効面積および作動室内で有効な圧力に基づいている。アクチュエータによってもたらされる力の総和の大きさは、前述の要因の計算結果である。本実施態様では、荷重制御に少なくとも2段階で力制御を達成するため、アクチュエータに制御される荷重の荷重力、すなわちアクチュエータに影響を与える力は、アクチュエータのLP充電回路の圧力によってもたらされる相反する分力よりも大きさにおいて強く、アクチュエータのHP充電回路の圧力によってもたらされる相反する分力よりも大きさにおいて小さいことが好ましい。

【0038】

1つの実施態様では、本システムは、二重圧力システムにおいて少なくとも4段階の力制御が達成されるよう、有効面積が互いに異なる、少なくとも2つの作動室を持つ、少なくとも1つのアクチュエータを具備している。異なる作動室によってもたらされる分力は、システム、および制御される荷重の動作に従って、同方向または異なる方向のいずれかに有効である。各作動室は、2つの不均等な分力をもたらし能力がある。均等に段階的なレベルの力制御を達成するには、2つの圧力レベルを具備するシステムにおいて、それらの面積間の比率が1:2であることが好ましい。対応するシステムが、例えば、面積間の比率が1:2を満たす、2つの単室アクチュエータによって達成される。例えば、同じアクチュエータに、あるいは別のアクチュエータを追加することによって作動室の数を増やし、それらを同一の荷重に接続することにより、より多くの力レベルが得られる。

【0039】

また、より多くの力レベルは、異なる圧力レベルを持つ、アクチュエータと結合された充電回路の数を増やすことによって得られる。この場合において、分力および同時にアクチュエータによって発生する力レベルの数は、基本数が、異なる圧力レベルを持つ、アクチュエータと結合した充電回路の数であり、指数がアクチュエータ内の作動室の数である動力機能である。作動室の有効面積は互いに異なり、アクチュエータに接続された充電回路の圧力レベルは互いに異なることが好ましい。

【0040】

また、HP充電回路またはLP充電回路のいずれか、あるいはさまざまな接続組み合わせを利用して有効面積がその他の充電回路と結合している場合に、均等に段階づけられた力制御を達成するため、それらに結合されうる充電回路の圧力レベルも均等に段階づけられている場合は、作動室の有効面積間の比率も、基本数Mがアクチュエータに接続された充電回路の数であり、Nが自然数（0、1、2、3、...n）のグループである、数列 M^N に従うことが好ましい。

【0041】

特に、2つの充電回路（1つのHP充電回路および1つのLP充電回路）を具備するシステムでは、作動室の有効面積間の比率は、基本数Mが2、および指数Nが自然数（0、1、2、3、...n）のグループ、すなわち、さまざまな結合組み合わせを利用することにより、有効面積がHP充電回路またはLP充電回路のいずれかと結合している場合、均等に段階づけられた力制御を達成するため、2進法におけるビットの荷重係数によって形成される、1、2、4、8、16などの数列である、数列 M^N に従うことが好ましい。

【0042】

均等に段階づけられたとは、1つの力レベルから次のものへ、または1つの圧力レベルから次のものへの段階が一定の大きさを持つことを意味する。力レベルは、アクチュエータ

10

20

30

40

50

でもたらされた、数個の分力のさまざまな組み合わせとして形成され、力の総和を作り出す。また、面積間の比率は、例えば1、1、3、6、12、24などの数列、またはフィボナッチあるいはPNM符号法に従った数列など、さまざまな数列に従いうる。均等な面積、または、例えば2進数列とは異なる面積の増加によって、より多くの力レベルを得ることが可能であるが、同時に、新しい力レベルは増加しないが、アクチュエータの同じ力の総和が、制御インターフェースの2つまたはそれ以上の結合組み合わせによって達成される、冗長性の状態も得られる。

【0043】

結合組み合わせの数は、基本数が作動室に結合される異なる圧力レベルの数であり、指数が作動室の合計数である動力機能として形成される。本システムは、荷重に影響を与える、少なくとも1つのアクチュエータを具備している。4室を持つ2つのアクチュエータが二重圧力システムで使用される場合、作動室の合計数が8のため、本システムの状態および結合組み合わせの数は、 $2^8 = 256$ の数字まで増加する。2つまたはそれ以上の同一アクチュエータが荷重において同じ作用点に影響を与えるよう結合される場合、システムの状態は、大部分で、互いに対して冗長である。前述のアクチュエータは、同方向から、または反対方向から荷重に影響を与え、対応する同一アクチュエータの作動室は、大きさの点では等しい。異なるアクチュエータが異なる方向から同じ作用点に影響を与える場合、荷重に影響を与える力の総和の大きさおよび方向を望ましい方法で調整することが可能である。異なるアクチュエータが荷重において異なる作用点と結合している場合、荷重に影響を与える力の総和の大きさおよび方向、およびモーメントの大きさおよび方向は、望ま

10

20

【0044】

調整に多くの水準を持ち、多目的に適用される、本発明の特定の簡潔な実施態様は、4つの作動室を具備するアクチュエータ、2進数の数列1、2、4および8に従った有効面積比率を具備し、そこでは均等に段階づけられた16段階の力制御が達成される、また、アクチュエータは、最大の有効面積および2番目に小さい有効面積を持つ作動室でもたらされるそれらの分力が同方向に有効であるように設定される。その他の作動室でもたらされる分力は反対方向である。

【0045】

この文脈において、力制御またはモーメント制御または加速度制御は、力またはモーメントまたは加速度の制御をいう。なぜならば、ある制御インターフェースの結合組み合わせで、本システムは常に与えられた力またはモーメントを発生させ、その達成はフィードバック結合が必要とされないためである。力発生が漸次を選択されるアクチュエータでは、加速度が、アクチュエータによってもたらされる力の総和、および荷重に影響を与えるその他の分力の和として形成される、いわゆる有効力に直接比例する、漸進的な加速度制御の実現が容易である。加速度制御において、本システムは、フィードバックのために、本システムを荷重する荷重力、および望ましい荷重加速度が実現する、発生した力の総和を決定付ける荷重の慣性質量の大きさが必要である。しかし、最も簡便な方法では、本システムは、荷重の慣性質量がほぼ一定で、フィードバックに維持されるデータのみが本システムを荷重する荷重力となるような用途に適用される。

30

40

【0046】

加速度制御系は、速度フィードバック結合によって速度制御系への拡張が可能である。速度制御系は、位置フィードバック結合によって、さらに位置制御系への拡張が可能である。

【0047】

加速度、角加速度、速度、角速度、位置または回転に不規則に選択された、与えられた指針値で達成される再現性の要件は、本システムの相対制御の零(0)の値で、アクチュエータの加速度がほぼ零でなければならないことである。しかし、離散的な一定の制御値で力制御されるアクチュエータの可動部の加速度は、アクチュエータを荷重する荷重力に大きく依存する。その結果、荷重力を補償するため、制御値に項を付加しなければなら

50

、その項は、本文書においては、制御の加速度の零点と呼ばれる。この制御値で、アクチュエータの、および同時に荷重の加速度は、可能な限り零に近く保たれる。補償項の創出は、経験的に、荷重力の効果の推定により、作表により、積分調整の適用により、センサデータからの推定のいずれかにより実現される。

【0048】

本システムは、制御インターフェースに対し、離散的な制御値を生じさせる能力しかないため、与えられた離散制御によって完全に定位置にある本システムによって制御される荷重を必ずしも維持できる必要はできないが、このために、本システムの制御状態は反対の加速度を発生させる2つの異なる状態の間で繰り返し変化しなければならない。アクチュエータで起こる状態変化は、完全に損失がないわけではないが、圧力レベルがどの作動室で上昇しても、加圧媒体の圧縮性により、エネルギーは他の事柄に消費される。そのため、荷重およびそれぞれの機構を高い確実性で所定の位置に維持するため、機構がいわゆる係止状態で定位置に係止されるよう、すべての制御インターフェースの電源が切られなければならない。係止状態の制御の優先度が制御インターフェースの制御のそれより高く、前述の制御は互いに影響しない方法で、本機能を実行するのが実際的である。係止状態が作動すると、仮に係止状態が作動しなかった場合に制御インターフェースの結合組み合わせが何であったかに関係なく、すべての制御インターフェースの電源が切れる。

【0049】

係止状態を除き、作動室の圧力レベルの状態は、低圧（例：HP充電回路への接続）をいう零（0）、および高圧（例：LP充電回路への接続）をいう1（1）の数で表される。このように、作動室の状態は、作動室が常に既定の順序で言及される場合でも、その都度単一の2進数による明確な方法で表現される。4つの作動室がある場合、2進数は4つの数字からなる。この記述において、デジタル制御とは、2つまたはそれ以上の圧力レベルが使用され、かつそれらを活用したアクチュエータまたはアクチュエータ装置が、限定的な数の離散的な力レベルを持ち、その数が作動室の数、および特に異なる作動室に接続された異なる圧力レベルの組み合わせに基づく制御方法をいう。

【0050】

体積流量のスロットルは一切重要ではないため、アクチュエータのピストン行程が長い場合、本システムは高速の最大速度を可能にする。アクチュエータのピストンの高速は、変位の原理に従い、アクチュエータの作動室の内外への高い体積流量を要する。このため、制御弁は、必要であれば、妨害的なキャビテーションの発生なく、望ましい充電回路から、必要な速度で、膨張する作動室に加圧媒体を導入できる高い体積流量を通過させなければならない。

【0051】

2進数の数列に基づく有効面積を具備したアクチュエータは、いわゆるスロットルなし制御の活用により、アクチュエータに低減される荷重の慣性質量が大きい用途において有用である。従って、大量の動的エネルギーが加速中の荷重および上昇運動における潜在的エネルギーと結合し、そのエネルギーは荷重の減速または下降と関連して充電回路に戻され、再び利用される。これは、スロットルなし制御方法および有効面積の使用によって可能であるとともに、静的荷重力の値がアクチュエータの力発生の範囲内であれば、静的荷重力の大きさに関係なく実現可能である。力発生の範囲は、その都度達成される離散力の最大および最小値の間にある、力発生の範囲をほぼいう。

【0052】

例えば、大質量の加速に強い力またはモーメントが必要だが、定常運動中には非常に弱い力またはモーメントを必要とし、制動段階では強い制動力またはモーメントを必要とする旋回駆動装置で、力を結合および解放する大きな運動において、本システムの最大の利点が見られる。ここでの利点は、定常運動中、本システムは非常にわずかな動力しか使用せず、補償には摩擦および粘度の損失しか要さないことである。制御は、適した有効面積、およびそれらに影響を与える圧力を、HP回路またはLP回路のいずれかから選択することによって行われる。その結果、適した力レベルが各制御状況に選択されるのである。

【0053】

また、同様に、本システムは、持上げ用途または駆動伝達など（例：丘の走行）の用途でエネルギーも節減するが、その際、荷重の零加速度の発生には、明らかに零とは異なる力またはモーメント、いわゆる保持力または保持モーメントが必要とされる。従って、ある方向への定常運動中、高い方の圧力レベルの充電回路から、アクチュエータまたはアクチュエータ装置に加圧媒体を導くことにより、エネルギーはそれに関する荷重または機構と結合される。同時に、エネルギーは、アクチュエータの圧縮作動室が結合されている低い方の圧力レベルの充電回路に伝達される。反対方向への動きの場合、加圧媒体がアクチュエータから充電回路へ戻る際、エネルギーは荷重または機構から本システムへ戻される。従って、定常運動中、アクチュエータの有効面積は、アクチュエータによってもたらされる力の総和が、必要な保持力または保持モーメントに近いように、ただし、本システムに入力された動力が摩擦および粘度の損失を包含するような方法で選択される。

10

【0054】

従来のシステムと比較すると、本システムは、例えば摩擦を伴う表面を持つ部品の推進または牽引など、高摩擦を伴う動きを含みうる、損失の多い用途においてもエネルギーを節減する。この場合、異なる状況にある各アクチュエータによる使用には、摩擦力または摩擦抵抗モーメントを超え、望ましい動的速度を発生させる、制御およびそれぞれの有効面積が選択されることが好ましい。従って、各アクチュエータは使用される充電回路の圧力に対して常に最適な寸法に形成され、内蔵の各アクチュエータは、可能な限りわずかなエネルギーしか消費しない。

20

【0055】

摩擦および粘性損失、および制御インターフェースの状態変化による損失のため、本システム内のすべてのエネルギー入力データが充電回路に戻されることはあり得ない。

【0056】

動的または潜在的エネルギーが荷重またはそれに関連する機構系、例えば制動段階および／または慣性質量の降下などから解放されると、本システムの制御方法は、自動的に可能な限り多くのエネルギー回収を行う。従って、慣性質量を加速および／または持上げて過去に分力をもたらしした有効面積および作動室は、エネルギー回収に貢献する。前述の作動室は、制御インターフェースを経由して充電回路に接続され、そこにエネルギーが返還または伝達される。

30

【0057】

充電系

システムの動作およびエネルギー節減を考慮すると、デジタル油圧アクチュエータに接続されたすべての充電回路は、充電回路の圧力レベルを急激に変化させることなく、体積流量を供給および受け入れる能力があることが不可欠である。

【0058】

充電システムにより、必要な時にいつでも前述のエネルギー充電装置間のエネルギーを伝達することが可能である。本システムの作動周期がエネルギー結合（例：積荷など、荷重のより高い水準への持上げ）の場合、要求されるエネルギーは、例えば、加圧媒体を、例えばポンプ装置によってLP回路からHP回路へポンプでくみ上げることによってシステムに導入される。作動周期がエネルギー解放（例：積荷など、荷重のより低い水準への降下）の場合、前述のエネルギーは、油圧動力に変換され、必要に応じて利用するか、またはエネルギー充電装置に貯蔵することができる。貯蔵が不可能な場合、油圧動力は、加圧媒体がHP回路からLP回路へ導かれる方法でモーターまたは発電機を回転させることにより、例えば動的エネルギーなどに再変換される。変換は、例えば前述の充電装置またはこれに相当する別のエネルギー変換器などにより遂行される。同一システムのどのアクチュエータ作動周期も、エネルギー結合（例：質量の加速、荷重の巻上げ）およびエネルギー解放（例：質量の制動、荷重の降下）作動段階の両方を具備しうる。本システムが数個のアクチュエータを具備する時、異なるアクチュエータが、エネルギー結合およびエネルギー解放作業段階の両方を同時に持ちうる。

40

50

【0059】

荷重センサシステム（LSシステム）は、従来の技術によれば最も典型的なシステム解決方法だが、それは荷重圧力に関係なく、体積流量によって制御され、荷重圧力だけでなくパイプシステムの圧力損失、および加圧媒体の体積流量のスロットル制御の圧力差設定からなる圧力損失を認める（典型的にはおよそ14～20バール）。並列結合された駆動装置においてシステムの動作圧力は調整され、通常数個の並列駆動装置の下で同時に作動するシステムにおいては、最高荷重圧力に従い、またアクチュエータに従い、体積流量の制御スロットルの圧力差は圧力補正装置によって一定に保たれるため、エネルギーはそれらにおける損失という形で浪費される。

【0060】

スロットルなしの制御方法に基づくデジタル油圧システムは、作動周期が時間内に互いに対してほとんどどんな方法でも配置されうる、数個のアクチュエータを具備するため、本システムは明らかに従来の技術によるLSシステムよりもエネルギー効率が低い。本デジタル油圧システムでは、利用可能な圧力レベルおよび力発生の必要に応じて、各アクチュエータの使用に適した有効面積を選択することが可能であり、最小限のエネルギー消費で望ましい力発生および動的速度を達成する。

【0061】

本デジタル油圧システムは、圧力送り回路（充電回路）における圧力変動に起因する干渉に対しても敏感ではない、なぜならば、本システムは有効面積の利用によってそれらに適応するためである。従来のシステムおよび新しいタイプの本システムの両方において、アクチュエータの動力需要が充電装置の動力発生能力を上回る場合、充電回路の圧力レベルは明らかに変化しうる。本デジタル油圧システムにおいて、充電回路の圧力はある限度内で自由に変化しうり、適応性は依然として良好であって、圧力変動はエネルギー消費に重要な影響を与えない。望ましい力の総和を達成するためのアクチュエータの作動室の組み合わせを知るため、充電回路の圧力は連続して測定されることが好ましい。従って、消費エネルギーの量も、厳密に需要と一致する。本システムにおいて、充電回路の圧力における変動は、その変化があまりに大きく、もはや静的荷重力がアクチュエータの力発生範囲内にない場合、問題の原因にしかない。

【0062】

デジタル油圧システムの実施例I

図1は、スロットルなしの制御方法に基づき、加圧媒体によって作動する4室シリンダアクチュエータからなるデジタル油圧システム、充電回路、エネルギー充電装置、および制御インターフェースの制御弁を示す。

【0063】

本システムは、充電回路のように、1つのHPライン（高圧ライン、Pライン）3および1つのLPライン（低圧ライン、Tライン）4、アクチュエータのA室に接続されたライン5、アクチュエータのB室に接続されたライン6、アクチュエータのC室に接続されたライン7、およびアクチュエータのD室に接続されたライン8を具備している。充電回路3および4への油圧動力は、例えば充電装置によって供給されるが、その動作はさらに下記に記述される。

【0064】

また、本システムは、各室のHPラインおよびLPライン、言い換えれば、制御インターフェース9（接続HP/P-Aを制御）、制御インターフェース14（A-LP/T）、制御インターフェース11（HP/P-B）、制御インターフェース14（C-LP/T）、制御インターフェース15（HP/P-D）および制御インターフェース16（D-LP/T）への接続を制御するための制御インターフェースを具備している。

【0065】

また、本システムは、HPライン3に接続されたHPアキュムレータ17、およびLPライン4に接続されたLPアキュムレータ18も具備している。本実施例において、本システムは4つの作動室を持ち、そのうち2つの作動室（A、C）が同方向に作動して、アクチュエータ23として使用されたシリンダを伸張させ、2つの作動室（B、D）は反対方向に作動してシリ

10

20

30

40

50

ダを収縮させる、コンパクトアクチュエータ23を具備する。アクチュエータ23はA室19、B室20、C室21およびD室22を持つ。アクチュエータ23は、順次、荷重Lとして機能する部品に有効である。

【0066】

HPラインは、アクチュエータの各作動室ライン5、6、7および8に、高圧制御インターフェース9、11、13および15を経由してそれぞれ分岐する。LPラインは、アクチュエータの各作動室ライン5、6、7および8に、低圧制御インターフェース10、12、14および16を経由してそれぞれ分岐する。ライン5、6、7および8は、作動室19、20、21および22にそれぞれ直接接続される。圧力制御弁は、必要であれば各作動室のラインに接続できる。前述のラインおよび制御インターフェースは、アクチュエータ23の制御に必要な制御回路40を形成する。

10

実施例として使用される図1のシステムにおいて、アクチュエータ23も、作動室の面積に対し、最小面積に比例する面積値が2進法（1、2、4、8、16など）の荷重係数に従い、アクチュエータ23も2進コード化と呼ばれるように設定される。デジタル制御により実現される力制御を考慮すると、面積の2進コード化は、力が均等に段階づけられるよう最少数の作動室で最大数の異なる力レベルを得るには、面積のコード化に最も有利な方法である。アクチュエータは4つの作動室を持ち、各作動室は、高圧状態および低圧状態（2つの異なる分力に相当）と呼ばれうる2つの異なる状態で使用が可能であり、HPライン3またはLPライン4のいずれかのみが各作動室に接続される。

【0067】

20

作動室によって発生する分力 F_A 、 F_B 、 F_C 、 F_D は図1に説明されている。また、状態は零（0、低圧状態）および1（1、高圧状態）によっても説明可能である。この場合、状態組み合わせの数は、 n が作動室の数である 2^n となり、前述の実施例において、16の異なる力の総和が、アクチュエータにより力の大きさが2進コード化によって最小から最大まで均等に段階づけられてもたらされるよう、16の異なる作動室の状態組み合わせが達成される。2進コード化により、各力レベルは単一の状態組み合わせによってしか発生しないため、冗長性の状態はない。すべての作動室が互いに異なるため、等しい絶対値の分力もない。本実施例において、異なる分力の作用方向は一部反対であり、力の総和は、LPおよびHP回路の圧力レベルとともに、アクチュエータおよびその作用方向によってもたらされた力を決定する。そのため、LPおよびHP圧力レベルを調整することにより、アクチュエータは、一方向のみか、または2つの反対方向における力の総和の生成に使用可能である。それは、力の総和の使用が必要とされている用途によるだろう。

30

【0068】

また、その他の実施態様では、他の充電回路も各作動室、例えば数個のHPラインまたはLPライン、またはその両方に接続可能である。

【0069】

図1のシステムに含まれる制御器は、アクチュエータの動作を制御し、かつ望ましい力、モーメント、加速度、角加速度、速度、角速度、位置または回転の発生に関連して、望ましい作業順序を提供するため、図1のシステムを制御するより大きな制御系の一部となりうる。システムが数個のアクチュエータを具備する場合、そのシステムはそれらにそれぞれの制御器を具備する。指針値は自動または手動のいずれか、例えばジョイスティックによって与えられる。制御系は、典型的には、望ましいアルゴリズムに従うプログラム化されたプロセッサを具備し、アクチュエータの制御用センサから、必要な測定データを受け取る。制御系は、例えば機能的にシステムから望まれた機能性に従って制御器を制御する。

40

【0070】

制御インターフェース9から16が実行されることにより、アクチュエータが弁の異なる力の総和を発生させる異なる結合組み合わせは、異なる弁の状態が発生した力の総和が、例えば表2に示す通り指標となるように配置される、制御器内のいわゆる制御ベクトルに配置される。2進コード化された面積を持つシリンダ23の場合、これは作動室の状態の選

50

択に増加する4ビットの2進数を使用することにより可能であり、不の方向に有効な（シリンダはより短くなる）作動室20および22の状態を示すビットも、それらの補体に変換される。作動室の状態の選択およびアクチュエータの制御に使用される2進数において、各ビットの有意性は作動室の有効面積に比例する。こうして、前述の制御ベクトルにおいて、アクチュエータによって発生した力の総和は、制御ベクトルから選択された制御組み合わせの指数付けに比例して制御が可能である。制御組み合わせとは、制御インターフェースの制御の組み合わせをいう。

【0071】

図2は、図1のシステムに対応する、4室を持つシリンダアクチュエータの状態表の実施例を示している。作動室の有効面積は、2進法の荷重係数、A:B:C:D=8:4:2:1でコード化される。状態表からは、ある状態から次の状態へ進む際に、異なる圧力下の有効表面が一定間隔でどのように変化するかがわかる。このため、アクチュエータによって発生する力応答も均等に段階づけられる。

【0072】

"u%"列において、異なる制御向けの指数は10進数として与えられている。"dec 0...15"列では、作動室の2進状態（HP、LP）から形成される2進数に対応する10進数が与えられている。A、B、CおよびD列には、状態ビット1が高圧（HP）を示し、状態ビット0が低圧（LP）を示す形で、室の2進状態が表されている。"a/HP"および"a/LP"列では、アクチュエータのHPおよびLP圧力に接続された有効面積が相対数で表示され、前述の面積比率の一致を確保している。"dec 0..0.255"列では、制御インターフェースの2進状態から形成される2進数に対応する10進数が与えられている。A-LP、HP-A、B-LP、HP-B、C-LP、HP-C、D-LPおよびHP-D列は、各制御（1、開放および0、閉鎖）に対応する制御インターフェースの2進状態を含んでいる。作動室の状態数の増加で充電回路数が増加すると、状態が、例えば三成分系（0、1、2の数）、四成分系（0、1、2、3の数）、または別の方法で表示されることは明白である。

【0073】

図3は、図2の状態表の例で与えられた場合、および、例えば図1に従って理想的に2進コード化された面積を持つ4室シリンダアクチュエータの力グラフを説明している。より詳細な本実施例において、シリンダピストンの直径は85mm、HP回路は14MP、およびLP回路の圧力は1Mpaである。上方のグラフは、図2の状態表に従って、HPおよびLP回路に作動室を結合することによる、作動室の異なる結合組み合わせで達成される、アクチュエータによってもたらされた力の総和を、指標で示している。

【0074】

下方の図では、連続関数として段階付けられた力の総和を与えることにより、より上方の曲線がアクチュエータの力発生を説明している。下方の曲線は、この場合、アクチュエータの伸張に対して圧縮または対抗する外部荷重力の影響を、アクチュエータによって発生する力の総和に加えることによって計算される、アクチュエータのピストンまたはピストン棒の加速度に比例する、有効な力発生を説明している。荷重力は、用途および制御される部品に起因する荷重に依存する。本実施例では、圧縮外力は負と仮定される、つまり言い換えれば、それは有効力の曲線を下に下降させ、外部からの牽引力は、順次有効力の曲線を上に上昇させ、本実施例においては、アクチュエータの伸張に貢献する。グラフからは、測定された有効力または加速度が零である1つまたは複数の制御弁の近似値が検索されうる。ゼロフォースポイントは、アクチュエータによって発生する有効力が零である時の、指示値に対する近似値をいう。零加速点は、アクチュエータの可動部の加速度が零である時の制御値をいう。シリンダアクチュエータの場合、その可動部はそのピストンおよびピストン棒、荷重がピストン棒に接続されている場合は安定したフレームである。その一方、荷重がフレームに接続されている場合は、可動部はピストンおよびピストン棒に関連して動くフレームでありうる。2進アクチュエータの場合、図3の曲線は、一次多項式、すなわち直線である連続関数である。

【0075】

デジタル油圧システムの実施例II

図11も、スロットルなし制御方法に基づくデジタル油圧システムであるシステムの実施例を示している。もう1つの模範的システムは、図11の1つまたはそれ以上のアクチュエータを具備している。図11では、構成要素の番号は、対応する構成要素がある限り、図1の番号に対応している。従って、本システムは、スロットルなし制御方法に基づくデジタル油圧アクチュエータを適用するシステムである。本システムは、少なくとも1つのアクチュエータ23および2つまたはそれ以上の充電回路3、4および121を具備し、そこから油圧動力がアクチュエータ23の作動室に供給される。アクチュエータ23は制御回路40（DACU）とともに、エネルギー充電装置の一部としても使用され、本実施例はばね113または荷重Lにおける潜在的エネルギーの充電である。また、荷重Lは、例えば力制御によって制御される荷重でもありうる。1つまたはそれ以上の充電回路が、エネルギー充電装置の一部として使用される各アクチュエータに結合されている。2つまたはそれ以上の充電回路が、別の荷重を制御する各アクチュエータに接続されている。充電回路は、少なくとも必要な制御インターフェース（図1を参照）を具備する制御回路40により、および各作動室が充電回路に接続され、典型的に前述の接続の閉鎖も可能という手段により、アクチュエータに接続されている。どのアクチュエータの作動室も、閉鎖、およびシステムに帰属するいかなる充電回路への接続のどちらも可能であることが好ましい。各制御インターフェースは、例えば1つまたはそれ以上のオン／オフタイプの弁で実現される。弁は、例えば必要なラインを具備する弁ブロックに配置される。

10

【0076】

20

各制御回路40は、それぞれの制御器とともに、デジタル加速度制御装置（DACU）を形成する。より詳細な作動方法および制御器の制御アルゴリズムは、アクチュエータの用途による。図では、前述の装置に接続される充電回路が参照HPi、MPiおよびLPiの値で表示され、iは整数である。アクチュエータの記号に含まれる矢印は、異なる圧力レベルおよび有効面積の使用に基づく適応性を表している。制御器のある実施例が、図5に示されている。

【0077】

図11に示すとおり、本システムは、必要な油圧動力を、それに接続された充電回路3、4にもたらず、少なくとも1つの充電装置110を具備している。1つまたはそれ以上の充電装置は、各充電回路に接続されるか、あるいは、それが別の充電回路または別の方法（例：図11の圧力変換器112または図12のポンプ圧力変換器122）を経由して間接的に油圧動力を供給される充電装置（例：iが整数であるHPia、HPiaおよびLPiaで表示された、充電装置116および117）である場合、充電装置はまったく充電装置に接続されない。充電装置110は1つまたはそれ以上のポンプ装置111を、例えば、従来の油圧ポンプおよびその駆動装置を具備する油圧ポンプ装置112と具備する。

30

【0078】

ポンプ装置が、並列結合された数個の油圧ポンプ、または、能力が互いに関係なく制御されるような不均等な能力を含む、少なくとも1つのポンプを具備する場合、油圧動力は数種の異なる圧力レベルの充電回路間を同時に移動しうる。

【0079】

40

また、充電装置110は、ポンプ装置の各ライン、本実施例ではポンプ装置のライン119および118は、互いに関係なくいかなる充電回路とも、または本システムに含まれている場合は、タンクラインおよびタンクTと接続できる、制御および安全弁機構124も具備している。制御および安全弁機構124により、充電回路またはポンプ装置で圧力レベルが上昇しすぎない配慮が取られる。

【0080】

本システムが、同じ充電装置に接続されない充電回路を具備する場合、エネルギーは前述の充電回路の間を、例えば圧力変換器により移動しうる。実施例として、エネルギー移動が2つまたはそれ以上の充電回路から、圧力変換器を経由して2つまたはそれ以上の充電回路へ同時に可能である、図11の充電回路HPiおよびHPiaが言及されている。

50

【0081】

1つまたはそれ以上のエネルギー充電装置は各充電回路と接続できる。エネルギー充電装置は、例えば、従来の圧力アキュムレータ17および18、または、例えば荷重Lまたはばね113に潜在的エネルギーの形態でエネルギーを充電する、デジタルシリンダアクチュエータ23である。エネルギーは、圧縮性ガスまたはその他のあらゆるエネルギー形態の形態でも、潜在エネルギーとして充電可能である。充電回路の圧力は、エネルギー充電装置および充電装置により、望ましいレベルに保たれる。

【0082】

スロットルなし制御方法に基づくデジタル油圧アクチュエータ、およびスロットル制御弁によって制御される従来のアクチュエータのどちらも、図13cおよび13dに示すように、各充電回路に結合が可能である。

10

【0083】

さらに、圧力変換器またはポンプ圧力変換器として適用されるデジタル油圧アクチュエータの使用により、1つまたはそれ以上の副回路が各充電回路に接続可能である。支回路は、途切れない動作が別の充電回路から導入されるエネルギーに依存する充電回路である。その他の点では、その他の充電回路に関しても、同じ原理が副回路に当てはまる。

【0084】

充電装置

次に、充電装置110の動作を論じる。油圧ポンプ装置120は、それぞれが、1つのサクシジョンラインおよび1つの圧力ラインを具備する従来の種類またはポンプモーター、または制御によってサクシジョンおよび圧力ラインのどちらとしても使用しうる、数個のラインを具備する、デジタル油圧ポンプまたはポンプモーターのいずれかでありうる、1つまたはそれ以上の油圧ポンプまたはポンプモーターを具備している。本実施例では、ライン119は、体積流量を受け入れる従来の油圧ポンプのサクシジョンラインであり、ライン118は、順次、体積流量を送り出す圧力ラインである。ライン119を、加圧媒体が送り出される充電回路に接続し、ライン118を、加圧媒体および油圧動力が供給される充電回路に接続するのが、制御および安全弁機構124の機能である。

20

【0085】

充電装置110のポンプアルゴリズムは、その制御装置下で、ライン118が目標圧力窓、または目標圧力の最小値からの相対圧力滑りが最大の充電回路に常に接続されている原理で動作するのが典型的である。対応して、ライン119は、目標圧力窓または目標圧力の最大値からの相対圧力オーバーフローが最高の充電回路に常に接続されている。いかなる充電回路の圧力も、対応する目標圧力窓の最大値または目標圧力を超過しない場合、ライン119はタンクライン（タンクT）に接続され、これに対応して、ライン118は、目標圧力窓または目標圧力の最小値からの相対圧力滑りが最大の充電回路に接続される。すべての充電回路の圧力が、対応する目標圧力窓の最大値または目標圧力を超過する場合、ライン118はタンクライン（タンクT）に接続され、これに対応して、ライン119は目標圧力窓の最大値からの相対オーバーフローが最高である、充電回路に接続される。この場合、エネルギーは、充電回路からポンプ装置111を経由して、例えば動的エネルギーに、または、例えば発電機および充電式電池による電気エネルギーの発生に利用するため移動する。

30

40

【0086】

ポンプ装置111の振動防止のため、結合は十分に長い間隔、例えば、少なくとも1秒の結合時間で変化する。1つの充電回路のみの圧力が、その目標圧力または目標圧力窓と異なる場合、ライン118は目標圧力が達成されている限り、接続しておくことが可能である。すべての充電回路の圧力が対応する目標圧力窓の最小値を下回る場合、圧力は、前述のアルゴリズムにより、および圧量間の関係、同様に、対応する目標圧力間の関係を維持することにより修正される。従って、たとえ充電回路が依然として充電段階にあり、目標圧量がまだ達成されていないとしても、アクチュエータの性能は良好に維持される。圧力が、対応する目標圧力から異なる方向に逸脱する場合、加圧媒体は、圧力レベルの目標圧力の相対オーバーフローが最高の充電回路から除去され、加圧媒体は、目標圧力からの圧力

50

レベルの相対的な不足が最高である充電回路に供給される。

【0087】

いかなるアクチュエータも、荷重を動かすためにの大量の動力を直ちに必要とする状況において、与えられた充電回路の充電は、しばらくの間または常に他の回路の充電より優先されるか、または与えられた充電回路が、前述のアクチュエータによる使用に結合される。制御装置は、充電装置110で前述の動作を実現行するために設定され、適切な制御信号により、および、特に異なる圧力回路の圧力測定を含む測定に基づき、その構成要素を制御する。充電回路および充電装置ラインは、制御装置に接続された圧力センサを具備していることが好ましい。

【0088】

デジタル油圧アクチュエータの制御器

次に、アクチュエータによる荷重の制御に必要な制御値を、指針値によって計算する、本システムの制御に使用される制御器を論じる。この場合、制御値は、制御インターフェースの状態およびそれらの制御弁の状態を記述する値である。

【0089】

予想される制御器の選択肢は数種あるが、そのうち適したものがここに与えられている。制御インターフェース、すなわち制御弁（開放または閉鎖）の位置にとって最適状態を制御器が計算することは、異なる制御器に共通の機能である。制御の計算は、与えられた指針値および測定変数に基づいて生じる。制御器のデジタル出力は、制御弁の位置の設定に使用される。

【0090】

出力組み合わせの合計は 2^n で、 n は出力数であり、制御インターフェースの状態も2進法の二者択一の0および1によって記述される。HP回路およびLP回路の両方が同じ作動室に同時に結合された状況は許容されないため、これらの組み合わせのうち、いくつかのものしか使用されていない。記述の状況は、例えば、制御インターフェース11（HP-B）および制御インターフェース12（B-LP）の両方が開放となり、HP回路からLP回路への短絡流、および、LP回路およびHP回路の両方の圧力からの作動室20の圧力偏差に導く恐れがあることを意味する。

また、短絡流はエネルギー損失の原因となる恐れがあり、これは回避すべきである。与えられた調整方法は、比例調整とは実質的に異なり、システムの動的状態は、単一の制御弁によって無段階に制御される。

【0091】

制御器24の動作は、システムのシミュレーションにも適した、回路図のレベルに関する図において説明される。回路図に与えられた原理に基づき、この分野の専門家は、荷重を制御するシステムに接続された、要求される制御器（制御アルゴリズム／制御ソフトウェア）を設計および実現することができる。信号処理に適し、かつある計算アルゴリズムを実行するソフトウェアによって制御されるのは、典型的にプロセッサである。本制御器は、信号の受信と生成に必要な入力および出力を具備している。本制御器は、デジタル加速制御装置（DACU）の一部を形成する。

【0092】

本文書において制御係数を論じる際、出力変数Out1が、ある制御係数で測定された項P（増幅）、I（積分）およびD（偏差）の合計となるよう、入力変数In1を測定する、図4に示す手段25への言及がなされ、知られている。入力は、測定値に基づく組または指針値から計算された剰余であるのが典型的である。効率的なものに対するより正確な数値は、制御器の同調に関連して、経験的に、または計算により見つかる。

【0093】

図5は、図1に示す4室アクチュエータ向け制御器24を示す。また、対応する制御器も、対応する作動室面積のコード化を持つその他のアクチュエータまたはアクチュエータ装置に応用される。また、制御器24の原理も、4室または2進コード化されたアクチュエータ以外にも拡張可能である。

10

20

30

40

50

【0094】

力制御系は、加速度データ、およびアクチュエータにより制御器にもたらされた力に関するデータのフィードバック結合によって加速度制御を行う。これをもとに、制御のために零加速度を発生させる加速度補償項の計算が可能であり、そこでは、望ましい加速度が荷重力に関係なくアクチュエータにもたらされる。

【0095】

加速度制御系は、制御器に速度指針値を与え、これをアクチュエータから測定された速度データ（速度フィードバック）と比較することにより、速度制御しうる。従って、アクチュエータによってもたらされた力は、速度差変数、すなわち速度指針値および実際値、または速度データの間の差との比率で比較される。差変数は、図4に示した部材によって測定される。

10

【0096】

速度制御系は、制御器に位置指針値を与え、これをアクチュエータから測定された位置データと比較することにより速度制御しうる。従って、速度制御系に入力されるアクチュエータの指針値は、位置差変数、すなわち指針値および位置の実際値の間の差との比率で調整される。アクチュエータの力の制御に基づきこのように実現される位置制御系は、いわゆる二次制御系の一例である。

【0097】

アクチュエータの位置を調整する図5の制御器24は、計算された制御値を制御インターフェースの状態組み合わせへ二次制御および変換を行う。制御器は、その入力データとして、アクチュエータの位置のための指針値26および位置データ27を受け取り、位置差変数である、それらの差を計算する。位置差変数は、図4に示された部材25によって速度指針値28を形成するため、位置制御ブロック61（位置制御係数）で測定される。速度データ29が速度指針値28から差し引かれると、速度差変数が得られる。速度差変数は、図4に示した部材25によって、飽和している力制御値31を形成し、制御変換器32に入力するため、速度制御ブロック38（速度制御係数）で測定される。このように測定された制御値は、さらに制御インターフェースの制御値の形成には、さらに容易に測定が可能である。速度制御ブロックの係数におけるI項が零、すなわち積分制御が使用されていない場合、制御値31は望ましい加速度に比例するため、制御値31は相対加速度制御値とも呼ばれる。積分制御が使用されている場合、制御値31は望ましい力発生にほぼ比例する変数であり、そこで荷重力への補償項は、後の制御に追加されることはない。

20

30

【0098】

制御変換器32の機能は、第一に制御値31を制御インターフェースの2進制御に変換することである。積分制御が使用されていない場合、制御変換器は、この機能のために、アクチュエータに影響を与える荷重力に関する情報も必要とし、望ましい加速度を満たすため、荷重に比例する項を制御に追加する。さらに、制御変換器32は、位置差変数33、速度データ29、および位置差変数34についてリアルタイムのセンサデータとして得られたデータを検証し、これらに基づき、例えば、すべての制御インターフェースを閉じることによりシステムが適所に係止されるべきかどうかの結論を下す。例えば、与えられた位置指針値26または零速度が十分な精度で達成されている場合、エネルギーが弁の状態の変化に消費されるため、もはや制御を継続する価値はない。また、制御変換器32は、使用される係止状態の種類に指針値35を必要とする。選択肢となりうるのは、例えば、1) いかなる状況でも係止せず、2) 常に手動で係止する（オーバーライドタイプにおいて、すなわち「力づくで」）、3) 位置制御の必要性を考慮した係止の使用、4) 速度制御の必要性を考慮した係止の使用でありうる。

40

【0099】

また、制御変換器32の機能性は、例えば各変換器が単一アクチュエータの制御インターフェースを制御する方法により、数個の別個の変換器に分割することも可能である。加速度のための制御値31、すなわち相対力制御値は、荷重状況に応じた望ましい加速度に対応する位置を計算するすべての変換器の入力値として入力可能である。

50

【0100】

あるいは、制御変換器の機能性は、制御器の主水準でモジュラー部材に分割することが可能である。従って、制御変換器の部材への入力前でも、本システムから得られたある変数に基づいて個別に測定されたベクトル値制御に共通の動作を遂行することで、制御変換器のいくつかの部材で数個のアクチュエータの制御を処理することが可能である。さらに、代替として、さまざまな制御ベクトル、すなわち制御変換表を活用することによって、本システムの単一の共通の離散制御から、数個のアクチュエータの制御を同一の制御変換器でもたすことが可能である。

【0101】

遅延ブロック36は不要だが、制御インターフェースの弁の機能性に影響を与える最適化の実施に使用可能である。例えば、遅延ブロック36の機能は、デジタル制御の上昇エッジにおける弁の制御値37の変化への遅延を追加したり、必要であれば、エネルギー消費を考慮してそれが有用な場合、制御インターフェースの開放を制御しうる。必要な遅延は、例えばアクチュエータの速度データ29に基づいて計算される。

【0102】

次に、速度制御系の制御器を論じる。

【0103】

図6に示す通り、速度制御系は、その動作に、例えば速度センサからの測定値として直接的に、または、特に時間内の変化に対する位置の変化、すなわち、位置データからの差別化により他の測定変数からの推定データとして得られる、アクチュエータの速度指針値28および速度データ29を要求する。位置制御ループは、速度制御系の周囲では省略される。他の部材に対し、速度制御系は図5の位置制御系と同様に動作する。

【0104】

次に、加速度制御系の制御器を論じる。

【0105】

加速度制御系は、アクチュエータの速度データ29も、フィードバックセンサのデータとして要求しうる。しかし、これは制御のためではなく、例えば、図5に示す通り、制御変換器32の係止システムに必要なために使用される。さらに、係止システムは速度差変数または制御値31の状態、すなわちどれだけ制御値が零と異なるかのいずれかに関するデータを必要とする。他の部材に対し、力制御系は図5の位置制御系と同様に動作する。

【0106】

速度および加速度制御系でも、制御インターフェースの開路遅延の知的付加は図5の遅延ブロック36に有用である。

【0107】

制御器の制御変換器の動作は、図8の回路図の水準で説明され、同時に変換器で活用される図2の状態表に言及されている。与えられた制御値31に基づき、制御変換器32は制御インターフェースに適した2進状態38を計算する。問題となるのが離散的な力レベルのため、制御値31は、必要なスケーリング、レベル変換および整数への四捨五入によるものである。積分制御（ブロック61および30）が制御器に適用されない場合、加速度の零点またはこれに比例する変数のための推定値38も、制御変換器32の制御値31に付加される。

【0108】

アクチュエータの相対力制御値31は、すべての荷重状況において、零（0）の制御値が、飽和ブロックの入力データに加速度の零点の制御値をもたらしよう、アクチュエータの状態表（図2、u%）の制御のための指数範囲に測定されなければならない。これは、本実施例においては、相対力制御値に、加速度の零点の推定値38が信号に付加された後の制御の指数範囲の大きさを乗じることにより実現される。結果は、0から15までの指数範囲に飽和および最も近い整数に四捨五入され、離散制御値u%が形成される。

【0109】

この後、制御インターフェースの2進状態から形成される2進数に対応する10進数が、これに対応する離散制御値u%で表（0…255）から取得されるように、A/D（アナログ・デ

10

20

30

40

50

ジタル) 変換が行われる。表から取得された10進値は、2進数に変換され、前述の2進数のビットはそれら自身の出力データに分割される。従って、2進制御39(開放、閉鎖)が各弁に対して形成される。係止状況において、各制御インターフェースの制御は、閉鎖に対応する状態に設定される。

【0110】

アクチュエータにおけるエネルギー消費の管理および最適化

次に、本システムにおける作動室の状態変化を論じる。作動室の圧力がLP圧力からHP圧力に増加すると、作動室の加圧媒体も圧縮され、システム自身の動的エネルギーを活用することによる与圧が行われなければ、システムの構造は、エネルギーがHP回路から作動室に供給されるよう、ある広がりを生じる。加圧媒体の膨張(予備膨張)によって利用される動的エネルギーへのエネルギーの結合を望まないか、不可能な場合、圧力がLP圧力に減じると、圧縮された加圧媒体に結合した前述のエネルギーは浪費される。状態変化が起こる作動室が大きく、加圧媒体の体積が大きければ大きいほど、状態変化において消費または解放されるエネルギーの量は大きくなる。当然、状態変化の数も直接エネルギー消費に影響する。

10

【0111】

図2の状態表を検証すると、異なる制御値 $u\%$ が変化すると、異なる作動室に特定した状態変化の数が生じることがわかる。制御値 $u\%=4$ および $u\%=5$ では、最小の作動室(D-室)の状態しか変化しないのに対し、制御値 $u\%=7$ および $u\%=8$ では、すべての作動室の状態が変化する。結果として、 $u\%=4$ および $u\%=5$ 間の状態変化は、制御値 $u\%=7$ および $u\%=8$ 間の状態変化よりエネルギー消費は何倍も少ない。

20

【0112】

エネルギー消費を考慮すると、同じ作動室のLP回路に接続された制御インターフェースおよびHP回路に接続された制御インターフェースの状態変化を常に同時に行うのは不利である、なぜなら、この場合、他の一方の制御インターフェースが開き始めると、制御インターフェースの1つが同時に閉じ始めるからである。従って、例えば、制御弁の閉鎖部材が同時に動くと、両方の制御インターフェースが半開となり、瞬間的に、エネルギーを消費する著しい量の体積流量(いわゆる短絡流)を通す。本記述において、この現象は、短期間の動力損失によりバースト状態変化と呼ばれる。

【0113】

動力損失は、制御弁の開放速度の増加することにより、および本システムの制御においてそれらを考慮することにより削減できる。

30

【0114】

作動室が収縮中で、その圧力がLP圧力からHP圧力に上昇すべき時、エネルギー消費を考慮すると、HP回路に接続された制御インターフェースの開路遅延を設定するのが有利である。従って、LP回路に接続された制御インターフェースが閉じると、作動室はしばらくの間閉鎖する。作動室がさらに収縮すると作動室内の圧力は増大し(予備圧縮)、HP回路に接続された制御インターフェースは、作動室内の圧力がHP圧力の水準まで上昇しても、不必要な動力損失なく開放されうる。作動室が膨張し、その圧力がHP圧力からLP圧力に変化すべき時、相当する利点が達成される。従って、LP回路に接続された制御インターフェースに、開路遅延が設定されるが、言い換えると、作動室の状態変化は、作動室を一瞬閉鎖することにより、また、作動室の膨張時、作動室内の圧力がLP圧力(予備膨張)の水準まで減少するのを待つことにより行われる。従って、LP回路に接続された制御インターフェースは、動力損失なしに開放されうる。その他の状態変化において動力損失を回避することは困難であり、開路遅延はそれらに使用されない。

40

【0115】

開路遅延は図5の制御器24、および、例えば、上に示した通り、その遅延ブロック36で制御される。

【0116】

実施の一例において、作動室の状態変化において動力損失を最小限に抑えるため、状態

50

変化と関連して、例えばHPおよびLP回路の圧力間、それらの間のほぼ中間に設定される圧力レベルを活用することが可能である。図11に示す通り、それは充電回路121、言い換えればMP回路である。少なくとも1つのエネルギー充電装置、例えば圧力アキュムレータが、MP回路に接続されていることが好ましい。

【0117】

3つまたはそれ以上の圧力レベルを具備するシステムにおいて、作動室の2つの圧力レベル間にほとんど無損失の状態変化を遂行することが、それらの間に残った圧力レベルの活用によって可能である。単一デジタル油圧アクチュエータの作動室の状態変化を論じる。状態変化の初め、作動室はLP圧力下にある。初めはMP回路が作動室に接続されているが、圧力は作動室内で増加し始める。圧力レベルが十分HP圧力に近づくか、別にその最大値を達成すると、HIP回路が作動室に接続され、そこでの過渡圧力は小さく留まり、いかなる圧力オーバーフローもほとんど発生しない。どの段階でも、加圧媒体流量をスロットル調整する必要はないため、ほとんど無損失の状態変化となる。状態変化に必要とされるエネルギーは、パイプラインの寄生インダクタンスにより、まず作動室または充電回路から充電回路の動的エネルギーに、その結果さらに作動室の圧力エネルギーに結合する。

【0118】

また、HP圧力からLP圧力への作動室の状態変化も、相当する方法で実現される。当初はMP回路が作動室に接続され、圧力不足が最高となると、作動室はLP圧力に接続される。エネルギーは、すでに示された通り、状態変化において結合および解放される。

【0119】

充電回路の圧力レベルの制御および最適化

次に、HPおよびLP圧力が階調および力レベルに与える影響、およびアクチュエータによってもたらされた力の総和の適応性を論じる。

【0120】

LP圧力が非常に低い場合、HP圧力が増加するように、最大推進力（正の力の総和）および最大牽引力（負の力の総和）の両方が増加する。力レベルの数は不変のため、従って力範囲の範囲が増大すると、力レベルの差も増大する。要求された力の総和の大きさと方向が大きな範囲に変化する用途においては、HPおよびLP圧力との間に非常に高い比率を使用することが適切である。HP圧力が与えられたレベルに設定され、LP圧力の増加した後、最高離散制御で達成される正の力の総和は減少し、最低離散制御で達成される負の力の総和は正方向に転移して、アクチュエータの力の範囲はより狭くなる。LP圧力が十分に増大すると、最低離散制御で達成されるべき力の総和は負から正に転移し、その結果さらに最大離散制御で達成されるべき正の力の総和に接近する。力の範囲がより狭くなると、力レベル間の差はより狭くなり、アクチュエータの加速度の変化は同時に減少する。これは、荷重力が重大な範囲では変化しない、すなわち、それが常にある許容値以内にとどまる用途の場合、適応性を向上させる。従って、ある用途では、LPおよびHP圧力は、必要であれば、力の範囲が、最適な方法で荷重の移動に要求される力発生を包含するよう、積極的に調整されるのが適切である。上記に示した方法は、バースト状態変化の動力損失が小さければ小さいほど、HPおよびLP圧力は互いに近接するため、エネルギー消費を減少させる。さらに、力レベルの差はより小さく、調整はより精密で、最適化はより容易で、かつエネルギー効率性は改善される。

【0121】

本システムが加圧媒体用に代替の貯蔵装置を具備しない場合、圧力アキュムレータに含まれる加圧媒体の量がHP回路の最大圧力を制限する。その一方で、LP回路の最小圧力は、HPおよびLP圧力が互いと無関係には調整され得ないアクチュエータの速度要件とともに、圧力差に比例する圧力弁のスループット能力によって決定される。HPおよびLP圧力を互いと無関係に調整するには、システム内に、代替の加圧媒体用の貯蔵装置を含めることが要求される。その貯蔵装置は、例えば、圧力アキュムレータまたは加圧媒体タンクでありうる。

【0122】

制御器の最適化

次に、荷重力の補償項の推定を論じる。

【0123】

位置、速度、また加速度の調整において、荷重力を考慮に入れるには、例えば、例えば、位置データから測定または積算されている測定済み位置データ27および速度データ29のみに基づくことが可能な、積分調整を使用することが可能である。しかし、もしくは、システムの可動部に固定された加速度センサから得られた加速度データおよびアクチュエータの力発生で得られたデータに基づき、荷重力の補償のための項、すなわち加速度の零点推定値38を制御値31に付加するという方法で、いわゆる加速度の零点の推定を適用することも可能である。アクチュエータの力発生に関するデータは、アクチュエータの離散制御から直接、または作動室の測定済み圧力に基づいて、または力センサから直接得られたデータに基づくかのいずれかで計算されうる。

10

【0124】

図1に示すシステムを活用することにより、推定値は、加速度が零である、システムの連続状態の力の方程式に基づく。

【数1】

$\sum F = m \cdot a$ すなわち、 $a = 0$ および

$$\sum F = F_{cyl} + F_{load} = 0,$$

20

【0125】

すなわち、アクチュエータのピストンによりアクチュエータ長さを増大させる方向に有効な力は正であり、アクチュエータ長さを減少させる方向に有効な力は負である。

【数2】

$F_{cyl} = -F_{load}$ 、すなわち

$$F_{cyl} = \frac{\pi D_1^2 \cdot ((p_{HP} - p_{LP}) \cdot u\% + 10p_{LP} - 5p_{HP})}{36}.$$

30

【0126】

ここで、加速度は零で仮定されているため、整数に四捨五入されている、すなわち離散値を持つアクチュエータの制御 $u\%$ は有効であり、実現された加速度の絶対値は、その都度可能な限り零に近い。アクチュエータの制御は限られた数の離散状態を持ち、零加速度は前述のいかなる状態でも頻回には達成されないが、連続値を持つ理論的制御は、要求される制御に対し、正確な値を計算することができるよう、離散値の間で推測しなければならない。この、零加速度を与える、連続値を持つ理論的制御は、本文書では加速度の零点 u_{a0} と呼ばれる。前述の制御は、次の方程式においてアクチュエータの離散制御に代入される。

【数3】

$$\frac{\pi D_1^2 \cdot ((p_{HP} - p_{LP}) \cdot u_{a0}(t) + 10p_{LP} - 5p_{HP})}{36} = -F_{load}(t)$$

40

【0127】

リアルタイムのセンサデータまたは推定データは、荷重力、LP圧力およびHP圧力、前述の項 u_{a0} は、リアルタイムにおける力の方程式から解決可能である。

【数 4】

$$u_{a0} = \frac{5p_{HP} - 10p_{LP} - \frac{36}{\pi D_1^2} \cdot F_{load}}{(p_{HP} - p_{LP})}$$

【0128】

項 u_{a0} は、四捨五入前にアクチュエータの制御の零値指数範囲に測定された制御に付加されると最善の方法ではほぼ零加速度を発生させる、連続値を持つか、四捨五入されていない、段階づけられた制御値 $u\%$ に相当する。従って、アクチュエータの離散制御値 $u\%$ は、要求される補償効果を実現するよう、要求される転移によって厳密に転移する。

10

【0129】

上記の方程式において、項 D_1 は作動室19（最大のA室）の直径であり、 p_{HP} はHP回路の圧力であり、 p_{LP} はLP回路の圧力であり、および F_{load} は、アクチュエータに対して減少した荷重力の大きさである。本実施例において、項 u_{a0} は、0から15の間で変化する。力方程式の左側は、アクチュエータによって発生した力 F_{Cyl} を表す。制御値 u_{a0} （図2参照）の選択された段階への依存も、加速度の零点において荷重力と等しくなければならない、本システムによって発生した力である。

【0130】

システムに影響を与える合力は、例えばセンサデータの形態で得られた加速度を、アクチュエータに対して減少した慣性質量で乗じることによって計算される。アクチュエータによってもたらされた、仮定の力 F_{cyl} は、アクチュエータの離散制御に基づいて直接計算が可能であるが、すべての状況においてより信頼のおける力発生の結果は、作動室の測定圧力および有効面積を基本にするか、または力センサからの測定結果として直接力を計算することによって得られる。ここで、荷重力 F_{load} が、前述の合力およびアクチュエータによってもたらされた力の間の差として得られる。計算結果として得られる荷重力の値は、HPおよびLP圧力とともに、加速度の零点の方程式に挿入が可能であり、そこでは、方程式が結果として加速度の零点の値を与える。あるいは、荷重力 F_{load} はまた、アクチュエータの力曲線に相当する表に挿入されることも可能であり、それは図2の状態表と同様に、制御変換器32に貯蔵される。表中の荷重力のそばには、荷重力に等しい対向力の生成に必要な制御値も見られる。集計に基づく方法は、特に有効面積の寸法が、例えば2進数の数列から、力レベルが不均等に段階付けられるような形で逸脱する場合、特に機能的である。

20

30

【0131】

計算されたか、または一覧となった制御値（推定値38）は、アクチュエータの制御値31に付加され、例えば、制御変換器32において、制御変換器が制御インターフェースの制御39を計算する。荷重力の補償は、図5に示す通り、例えば、別個の制御ブロックまたは補償ブロック48において生じる。補償ブロック48の入力データは、HPおよびLP回路の圧力、作動室の圧力、またアクチュエータの可動部の加速度である。さらに、アクチュエータの摩擦および端力が、アクチュエータによって発生した力を推定するためのモジュールに含まれる場合、アクチュエータの位置および速度も、入力データとして必要である。制御器の入力データは、例えば本システムに配置された適当なセンサから取得できる。補償ブロック48からの出力として得られる加速度の零点のための推定データは、制御変換器32で入力済である。

40

【0132】

制御インターフェースの障害における制御および最適化

次に、本システム、特にその制御器に適用されるシステムおよび方法を論じる。弁の欠陥により、システムの制御に使用される制御器の動作を考慮に入れなければならない制御インターフェースの動作は妨害される。

【0133】

上に述べた方法の原理は、制御インターフェースの1つまたはそれ以上の弁が、障害状

50

況において常に閉鎖または開放したままとなる制御回路によって、1つまたはそれ以上の作動室を具備するアクチュエータを制御する場合、2つまたはそれ以上の圧力レベルを具備するシステムで適用可能である。本実施例の状況では、二重圧力システムにおける4室シリンダアクチュエータを論じる。

【0134】

弁が常に閉鎖したままの場合、アクチュエータの作動室は、アクチュエータの係止中または作動室の予備圧縮または予備膨張中を除き閉鎖状態でないことを確認しなければならない。さらに、作動停止の状況において、アクチュエータの最大速度は、HPおよびLP回路に接続された作動室のキャビテーション、またはピストン運動中の作動室の過圧力の防止のため制限される。作動室の閉鎖位置は、前述の作動室に関する制御インターフェースがすべて閉鎖していることを意味する。

10

【0135】

弁が常に開放したままの場合、制御器の制御ベクトルにおける制御は、それらによってもたらされる力の総和が指標にあるという順序にあることを確認しなければならない。さらに、係止中、アクチュエータの保持力は十分である、言い換えると、アクチュエータはその室圧限度に対して「クリープ」できないことを確認しなければならない。これは、制御インターフェースの弁が開放し、係止されずに作動停止した作動室を放置することにより可能である。

【0136】

さて、制御インターフェースまたはその弁が、弁障害のために制御インターフェースが開放のままとなる係止状況を除き、開放（オン位置）または閉鎖（オフ位置）したままの場合の故障管理を論じる。

20

【0137】

まず、アクチュエータの単一作動室を考察する。図1は、デジタル油圧アクチュエータの単一作動室19（A室）、制御インターフェース9（HP-A）および10（LP-A）の例を示している。制御インターフェースHP-Aが完全に開放するよう制御され、かつ制御インターフェースLP-Aが完全に閉鎖するよう制御されると、HPライン3の圧力は、室19において有効である。これに対応して、制御インターフェースHP-Aは、完全に閉鎖するよう制御され、かつ制御インターフェースLP-Aは完全に開放するよう制御されると、LPライン4の圧力は室19において有効である。圧力は上に示した方法で、通常動作状態で、作動室19の体積変化の速度とは一切関係なく変化するが、これは制御インターフェースの最大スループット能力が、作動室の体積に対して大きく寸法づけられているからである。

30

【0138】

各制御インターフェースで1つの弁しか利用できず、どの制御インターフェースの弁も閉鎖位置で作動停止する場合、これに応じて制御インターフェース全体が閉鎖位置で作動停止となる。従って、例えば制御インターフェースHP-Aが完全に閉鎖位置で作動停止する場合、制御インターフェースLP-Aは、作動室における圧力の過剰な増加、またはキャビテーション防止のため、アクチュエータの運動中、連続的に開放を維持しなければならない。したがって、それらの制御は、A室がHPラインの圧力に対して制御される、言い換えれば、A室の状態が1（1）である制御器の制御ベクトルから切断されなければならない。制御ベクトルの一例は図2に示しており、単一の行または列で言及されている。制御ベクトルは、利用可能な弁の異なる制御組み合わせに関する情報、および前述の制御組み合わせ間の使用順序を含む。この使用順序は、制御組み合わせによりもたらされる力の総和が指標にあることにより決定される。

40

【0139】

これに対応して、制御インターフェースLP-Aが完全に閉鎖位置で作動停止する場合、制御インターフェースHP-Aはアクチュエータの運動中連続的に開放を維持しなければならない。従って、それらの制御は、A室がLPラインの圧力に対して制御される、制御器の制御ベクトル、言い換えれば、作動室Aの状態が零である制御から切断されなければならない。

50

【0140】

制御インターフェースLP-Aが完全に開放位置で作動停止する場合、LPラインの圧力は、制御インターフェースHP-Aを閉鎖するよう制御することにより、A室にもたらされる。あるいは、制御インターフェースHP-Aが開放されるよう制御されると、加圧媒体の短絡流が、制御インターフェースHP-AおよびLP-Aを通じて、直接HPラインからLPラインに流れる。従って、A室の圧力はHPラインの圧力とLPラインの圧力のほぼ中間に設定され、中間圧力とも呼ばれうる。従って、制御ベクトルにおける各制御組み合わせによってもたらされる力の総和は、有効面積およびHPおよびLPラインの圧力に基づいて再計算され、同時に、状態が1(1)の場合は、常に前述の中間圧力はA室で有効であると仮定される。制御ベクトルは、対応するもたらされた力の総和が指標にあるよう再配置される。

10

【0141】

あるいは、制御インターフェースHP-Aが完全に開放位置で作動停止する場合、A室では、制御インターフェースLP-Aを閉鎖するよう制御することによりHPラインの圧力、または、制御インターフェースLP-Aを開放するよう制御することにより、前述の中間圧力をもたらしことが可能であり、そこでは対応する短絡流が再び生じる。制御ベクトルの再編成およびもたらされた力の総和の再計算において、前述の中間圧力は、その状態が零(0)の場合、常にA室に有効であると仮定される。

【0142】

LP回路に接続された制御インターフェース、またはその弁が閉鎖位置で作動停止しても、これは、アクチュエータの運動中にLP回路の圧力レベルを達成するため前述の制御インターフェースに接続された作動室の能力にしか影響を与えない。これに対応して、HP回路に接続された制御インターフェース、またはその弁が閉鎖位置で作動停止しても、これは、HP回路の圧力レベルを達成するため前述の制御インターフェースに接続された作動室の能力にしか影響を与えない。

20

【0143】

次に、1つまたはそれ以上の制御インターフェースが、各弁のスループット能力により望ましい総体積流量を通過させる、並列結合された2つまたはそれ以上の弁を具備する1つの実施例を考察する。各弁において、圧力損失は可能な限り小さく維持される。弁は、異なる、または、例えば同一のオン/オフ弁である。制御インターフェースのいかなる弁が、前述の制御インターフェースに依然として機能する弁が残されるよう閉鎖位置で作動停止しても、アクチュエータの静的状態におけるこの故障は、前述の作動室によってもたらされた分力にも、ひいてはアクチュエータによってもたらされた力の総和にも何ら重大な影響を与えない。静的状態は、アクチュエータが動いておらず、アクチュエータの制御が時間に対して一定だが、アクチュエータの制御は、依然として何らかのアクチュエータの離散制御でありうる状態をいう。

30

【0144】

上述の状況において、HPまたはLPラインの圧力は、作動室において意図された方法でもたらされる。しかし、ここで弁が閉鎖状態で作動停止する制御インターフェースは、他の制御インターフェースより狭く、そのスループット能力は故障前の状況と比較して減少、言い換えると、同じ圧力差を持つ体積流量が減少する。このため、前述の作動室の状態変化において、慣性を考慮に入れるべき他の作動室のそれと比較すると、慣性が生じうる。故障のため、圧力レベルも望ましい値への設定も遅くなり、さらに作動室が膨張すると、作動室の圧力は通常目標圧力レベル以下より低くなり、作動室が収縮すると、作動室の圧力は通常目標圧力レベル以上より高く増加する。目標圧力からの圧力偏差、作動室の体積変化の速度、および、制御インターフェース全体のスループット能力に対する故障した弁のスループット能力割合に依存する。このため、アクチュエータの最大速度は、運動中に生じる、作動室の圧力における偏差は、制御によってもたらされる力の総和がもはや指標内にないほど高くないよう制限されなければならない。

40

【0145】

LP回路に接続された制御インターフェースが開放位置で作動停止しても、これはLP回路

50

の圧力レベルを達成する各作動室の能力に影響しない。これに対応して、HP回路に接続された制御インターフェースが開放位置で作動停止しても、これはHP回路の圧力レベルを達成する作動室の能力に影響しない。

【0146】

制御インターフェースのいかなる弁が開放位置で作動停止し、制御インターフェースが閉鎖する場合、これは、作動室によってもたらされた分力、およびアクチュエータによってもたらされた力の総和に明らかな影響を与える。作動室がLP回路の圧力を持ち、例えば、制御インターフェースHP-Aの1つのバルブが開放位置で作動停止する場合、制御インターフェースHP-AおよびLP-Aの間に、HPラインからLPラインへ短絡流が生じる。従って、作動室に残留する中間圧力は、明らかにLP回路の圧力より高い。これに対応して、作動室がHP回路の圧力を持ち、例えば、制御インターフェースLP-Aの1つのバルブが閉鎖位置で作動停止する場合、明らかにHP圧力より低い中間圧力が作動室に残留する。

10

【0147】

アクチュエータの静的状態において、作動室の圧力は次の方程式に従う。

【数5】

$$P_{kammio} = P_{HP} - \frac{P_{HP} - P_{LP}}{1 + \left(\frac{A_{HP}}{A_{LP}} \right)^2}, \text{すなわち}$$

20

A_{HP} = HPラインの制御インターフェースにおける開放弁のスループット面積の和
 A_{LP} = LPラインの制御インターフェースにおける開放弁のスループット面積の和

【0148】

弁のスループット能力は、そのスループット面積に比例する。4室アクチュエータの場合、それは、制御インターフェースの弁のスループット面積の1/3未満が、開放または閉鎖位置のいずれかで作動停止する場合、目標圧力(HP/LP)からの中間圧力の偏差が比較的小さいという計算によりわかる。従って、アクチュエータによってもたらされる力の総和の指標は、静的状態では変化せず、制御器の制御ベクトルにおける制御の順序は、変化する必要がなく、障害時には、もとの制御ベクトルの使用が可能である。

30

【0149】

数個の弁の同時不良は極めて可能性が低いため、上記は、一度に1つの弁しか故障しないと仮定されている。数個の弁が同時に故障すると、可能であれば、アクチュエータおよび所定の位置でそれによって制御される機構を係止する試みがなされる。さらに、実現された弁の位置は、例えばセンサによって確認でき、かつ、実現された位置が、制御器によって与えられた制御値に従った位置に相当するかどうかを比較できることが仮定されている。位置は、弁の状態によって決定される。比較に基づき、どの弁が故障しており、どの位置でそれが作動停止しているかを結論付けることが可能である。これに基づき、障害を補償し、かつ依然として作動している弁の制御に制御器を使用するため、必要な変更を制御器に実施することが可能である。

40

【0150】

次に、一実施例によって、障害に関連するアルゴリズムの動作を示す。室数が4つ以外、および／または各作動室に数種の圧力レベルが利用可能なアクチュエータの場合にも、同じ原理が当てはまる。制御インターフェースにおいては、弁の変数が適用されうり、弁の相対スループット能力は変化する。

【0151】

本実施例では、上に示した4室シリンダアクチュエータは、本デジタル油圧二重圧力システムに使用される。各作動室の制御インターフェースは2つとも、例えば、異なるスループット能力を持つ2つの弁を具備する。制御インターフェース内で、弁のスループット能力またはスループット面積間で、例えば1:1または20:1などの相対的分割が適用されう

50

る。結果として、制御インターフェースには合計16の弁があり、アクチュエータを制御する弁の状態および位置は、16進数または16ビットの2進数、例えば、HP-A、LP-A、HP-B、LP-B、HP-C、LP-C、HP-D、LP-Dの順序で明確に与えられ、2進数は00 00 00 00 00 00 00 00または11 11 11 11 11 11 11 11およびこれらの間のすべての2進数となる。

【0152】

2進数のビット間の有意性を、その有意性が、各制御インターフェースに対応する作動室の大きさに比例するようにする、言い換えれば、最大の有効面積を持つ作動室の制御インターフェースに示すビットが、最大の有意性を持つようにするのが妥当である。同じことが、同一制御インターフェースの弁にも当てはまり、そこではスループット能力が考慮に入れられる。同一の作動室に接続されたHPおよびLPラインの制御インターフェースのビット間の有意性は、合意の問題である。 10

【0153】

すべての弁が、設定された応答時間内にそれらの相対制御値（開放／閉鎖、オン／オフ、1／0）に従っても、応答時間の遅延後の実際値は、制御値に相当しうる。その結果、実際値に相当する2進数と制御値の間の差は零となる。

【0154】

いかなる制御インターフェースの実際値、すなわち弁の状態も、制御値から十分明確に逸脱する場合、障害状況があるといえる。故障した弁および障害の種類（開放または閉鎖位置での作動停止）は、制御値に相当する2進数および実際値の間の差の値から結論付けることができるが、弁を制御するビットの有意性は、前述の差の大きさを決定するためである。16ビット系において、最も有意性が低いビット、すなわち制御インターフェースLP-Dで最も小さい弁は、障害状況において、障害の種類によって ± 1 ($\pm 2^0$) の差を生じる。これに対応して、最も有意性の高いビットは、障害の種類により、 ± 32768 ($\pm 2^{15}$) の差を生じる。 20

【0155】

2進数のビットが制御インターフェースの配列HP-A、LP-A、HP-B、LP-B、HP-C、LP-C、HP-D、LP-Dを示し、制御値および実際値の差が、例えば $+8192$ (2^{13}) の場合、制御インターフェースLP-Aで最大の弁が開放位置で作動停止にあることがわかる。指数付けは零、言い換えれば、右から数えて2進数の14番目のビット、および制御インターフェースLP-Aのより有意性の高いビットから始まるため、差の指数から、13番目のビットが問題であると結論付けられる。指針値の2進数が差し引かれた弁の実際値の2進数が、指針値の2進数より大きいため、差の符号から、弁は開放位置で作動停止にあると結論付けられる。 30

【0156】

これで、制御インターフェースLP-Aの弁の比率は、例えば20:1であり、大きい方の弁が開放位置で作動停止にあることが知られる。さらに、制御インターフェースHP-Aのスループット能力は、通常状態において、制御インターフェースHP-Aの最大スループット能力が指数21 ($20+1$) で表されるよう、例えば制御インターフェースLP-Aと同一であることが知られる。従って、作動室の状態が0状態の場合、LP回路の圧力は常に作動室でもたらされるが、作動室の状態が1状態に変化すると、作動室はHP回路の圧力を達成せず、制御インターフェースLP-Aに作動停止の弁があるため、中間圧力が作動室に残留する。 40

【0157】

アクチュエータの静的状態における前述の中間圧力は、上に示した方程式から計算可能であり、比率 A_{HP}/A_{LP} はここで割合21/20に対応する。中間圧力の利用により、弁が開放位置で作動停止にある障害状況でもたらされるべき、すべての分力および力の総和の計算が可能である。

【0158】

表Bは、アクチュエータの作動室の状態、および、システムに障害がない場合の力の総和 (No_err) の大きさを示している。再計算された力の総和 (LP-A open) から、静的状態において、力の総和はもはや指標内になく、そのため、制御 (dec(0...15)) を記述する制御ベクトルは、力の総和が制御器によって利用されうる指標内にあるよう、表Cに示す 50

通り再配置されなければならないことがわかる。

【数 6】

		室の 2 進制御					
u%	dec (0...15)	A	B	C	D	No_err	LP-A open
0	5	0	1	0	1	-38.46	-38.45859
1	4	0	1	0	0	-30.13	-30.12709
2	7	0	1	1	1	-22.12	-22.12231
3	6	0	1	1	0	-13.79	-13.79081
4	1	0	0	0	1	-5.21	-5.214258
5	0	0	0	0	0	3.12	3.117245
6	3	0	0	1	1	11.12	11.12202
7	2	0	0	1	0	19.45	19.45353
8	13	1	1	0	1	27.31	-3.97368
9	12	1	1	0	0	35.64	4.357824
10	15	1	1	1	1	43.64	12.36260
11	14	1	1	1	0	51.97	20.69411
12	9	1	0	0	1	60.55	29.27065
13	8	1	0	0	0	68.88	37.60216
14	11	1	0	1	1	76.89	45.60694
15	10	1	0	1	0	85.22	53.93844

表B

【数 7】

		室の 2 進制御					
u%	dec (0...15)	A	B	C	D	No_err	LP-A open
0	5	0	1	0	1	-38.46	-38.45859
1	4	0	1	0	0	-30.13	-30.12709
2	7	0	1	1	1	-22.12	-22.12231
3	6	0	1	1	0	-13.79	-13.79081
4	1	0	0	0	1	-5.21	-5.214258
5	13	1	1	0	1	27.31	-3.97368
6	0	0	0	0	0	3.12	3.117245
7	12	1	1	0	0	35.64	4.357824
8	3	0	0	1	1	11.12	11.12202
9	15	1	1	1	1	43.64	12.36260
10	2	0	0	1	0	19.45	19.45353
11	14	1	1	1	0	51.97	20.69411
12	9	1	0	0	1	60.55	29.27065
13	8	1	0	0	0	68.88	37.60216
14	11	1	0	1	1	76.89	45.60694
15	10	1	0	1	0	85.22	53.93844

表C

【0159】

また、上に示したアルゴリズムは、異なる圧力レベルを持つ数個の充電回路が単一作動室に結合される場合にも適用が可能である。従って、制御インターフェースの実際状態が

、弁の故障のため、望ましい状態に対応しない制御は、その故障が、前述の制御を持つアクチュエータによってもたらされた力の総和に重大な影響を与える場合に切断される。

【0160】

デジタル油圧アクチュエータの適用

ここでは、デジタル油圧システムにおけるデジタル油圧アクチュエータの使用を論じる。アクチュエータは特にデジタルシリンダであり、その用途には、さまざまなポンプ、モーター、エネルギー充電、圧力変換器、エネルギー変換器、旋回駆動装置および回転駆動用途を含む。

【0161】

図1の実施例はデジタルシリンダを具備するが、その動作はすでに上記に論じられている。図9の旋回駆動装置の実施例は、直線運動を回転運動に変換する旋回装置を具備し、上に示したシステムが適用される。旋回装置の構造および装着においては、旋回装置の相当する部材として知られるものを使用することが可能である。回転装置に関する図10の実施例は、数個のシリンダアクチュエータが適用され、デジタル油圧システムにおいてデジタル油圧モーターおよびポンプとして適用が可能なデジタル油圧ポンプモーターを具備する。図11の実施例は、数個のデジタルシリンダが適用され、その他の実施例が図15および16に示された、デジタル油圧圧力変換器112(DPCU)を具備する。図12の実施例は、数個のデジタルシリンダが適用され、可動部123によって外部エネルギー源に接続され、その他の実施例が図14および17に示された、およびデジタル油圧ポンプ圧力変換器122(DPCPU)を具備する。

【0162】

デジタル油圧旋回装置

図9の実施例において、旋回装置41は、例えば、旋回歯車47を回転させるギアラック45および46を具備する。旋回装置は、例えば、可動式工作機械のフレームに装着され、旋回歯車は、工作機械のキャビンまたはクレーンの回転に使用される。旋回装置は、直線運動を回転運動に変換する手段を具備するのが典型的である。直線運動はシリンダによって実現され、回転運動は回転軸によって実現される。

【0163】

モーメント制御旋回装置は、典型的に並列結合された2つのアクチュエータ42および43、アクチュエータのピストン棒が同方向を指すようにギアラック45または46上にある各アクチュエータで実現され、1つのアクチュエータが長くなると、もう一方が短くなる。ギアラックは、旋回歯車47を両面で駆動するため、アクチュエータのそばに並列に装着される。この場合、アクチュエータの枠は動いており、ピストン棒は旋回装置の所定の位置に、従って、例えば、工作機械のフレームに装着される。それらによって旋回歯車47に影響を与えるアクチュエータの最大合力は、この場合、一方のアクチュエータの最大牽引合力および他方のアクチュエータの最大推進合力の和である。従って、各回転方向における旋回装置のモーメント合計 M_{tot} は最大となり、各アクチュエータの最大合力および旋回歯車47の半径 R の計算結果の和として形成される。

【0164】

旋回装置41は、制御インターフェースが旋回装置のアクチュエータの各作動室に提供され、制御インターフェースによって前述の作動室が低圧LPまたは高圧HPにいずれかに接続されうる制御回路によって制御される。制御回路は、その機能性において、図1の制御回路40に対応し、それは加圧媒体に必要な接続を実現する。

【0165】

旋回装置の状態数は、アクチュエータ45、46の構造による。アクチュエータの制御の提供には、数種の選択肢が利用可能である。数個のアクチュエータの場合、旋回装置41の状態数は、基本数がアクチュエータの制御状態数となるよう、 n が作動室の数、指数 b がアクチュエータの数である動力機能 a^b として形成される。それぞれ2つの作動室を持つ2つのアクチュエータの場合、状態数は16であり、それぞれ4つの作動室を持つ2つのアクチュエータの場合、状態数は256である。各状態は、モーメント値 M_{tot} に対応する。各アクチュエ

ータは、図1に従って制御回路で制御される。アクチュエータ45、46が等しいか、またはそれらが等しい有効面積の作動室を持つ場合、冗長常態のため、および同じモーメントの合計 M_{tot} が2つまたはそれ以上の常態で達成されるため、異なる状態の合計数はより小さくなる。図9の実施例において、アクチュエータは同一であり、それぞれが、図1のアクチュエータ23と同様に4つの作動室を具備し、そこでは各アクチュエータが、均等な段階付けを活用により16の異なる力を発生させるのに使用可能である。従って、冗長状態を計算から除外すると、状態数の合計は31である。ゼロモーメントを発生させる状態は両方のアクチュエータに共通のため、1つの状態別の状態数は、2つのアクチュエータの状態数の合計より小さい。アクチュエータの合力が互いを超える場合、旋回装置は、ゼロモーメントを生じる少なくとも1つの状態、また、一方の回転方向に15段階のモーメント調整、および反対方向の回転に15段階のモーメント調整を持つ。アクチュエータの作動室の有効面積は、均等に段階付けられたモーメント制御を提供するため、2進荷重係数によってコード化されるのが好ましい。さらに、シリンダは同一であることが好ましい。

10

【0166】

ゼロモーメントを発生させるために選択された状態は、アクチュエータのいかなる状態でも、例えば正または負の極限力状態、またはそれらの間の状態、例えば中間からでもありうる。アクチュエータが寸法において等しい場合、アクチュエータの制御が互いに等しければ、旋回装置は常にゼロモーメントを発生させる。言い換えれば、零制御によって発生する初張力は、アクチュエータのいかなる状態でも生じうる（4室を持ち、力レベル0から15によるアクチュエータの場合）。従って、モーメント段階も、多くの方法により、例えば、モーメント調整がある回転方向で行われる場合、および、これに対応して反対にモーメント調整が他方の最初の回転方向で行われる場合（表Aの選択し1および2を参照）、一方のアクチュエータが飽和範囲、他方が直線範囲で作動するという方法によって形成が可能である。

20

【数 8】

システム 制御	選択 1		選択 2		選択 3		選択 4 など	
	Cyl1 制御	Cyl2 制御	Cyl1 制御	Cyl2 制御	Cyl1 制御	Cyl2 制御	Cyl1 制御	Cyl2 制御
u%	u1%	u2%	u1%	u2%	u1%	u2%	u1%	u2%
0	0	15	0	15	0	15	0	15
1	0	14	1	15	0	14	1	15
2	0	13	2	15	1	14	2	15
3	0	12	3	15	1	13	2	14
4	0	11	4	15	2	13	2	13
5	0	10	5	15	2	12	2	12
6	0	9	6	15	3	12	3	12
7	0	8	7	15	3	11	4	12
8	0	7	8	15	4	11	5	12
9	0	6	9	15	4	10	5	11
10	0	5	10	15	5	10	5	10
11	0	4	11	15	5	9	5	9
12	0	3	12	15	6	9	6	9
13	0	2	13	15	6	8	7	9
14	0	1	14	15	7	8	8	9
15	0	0	15	15	7	7	8	8
16	1	0	15	14	8	7	8	7
17	2	0	15	13	8	6	8	6
18	3	0	15	12	9	6	9	6
19	4	0	15	11	9	5	10	6
20	5	0	15	10	10	5	11	6
21	6	0	15	9	10	4	11	5
22	7	0	15	8	11	4	11	4
23	8	0	15	7	11	3	11	3
24	9	0	15	6	12	3	12	3
25	10	0	15	5	12	2	13	3
26	11	0	15	4	13	2	14	3
27	12	0	15	3	13	1	14	2
28	13	0	15	2	14	1	14	1
29	14	0	15	1	14	0	14	0
30	15	0	15	0	15	0	15	0

表A

【0167】

ゼロモーメントを発生させる状態がアクチュエータの状態の中間から選択される場合、モーメント段階も、両方のアクチュエータがモーメント範囲全体で直線範囲で動作しうよう（表Aの選択肢3を参照）、アクチュエータの状態を一括的に変化させることにより形成可能である。アクチュエータの直線範囲における動作とは、アクチュエータの不飽和離散制御値が、アクチュエータの状態の指数範囲内で、飽和離散制御値（u%）を超過しないことを意味する。また、状態の変化は、2または3段階（表Aの選択肢4を参照）、または付表Aに与えられているその他の順列アルゴリズムを利用することにより、順次行われうる。

。

【0168】

旋回装置の制御には、図5、6または7に示された制御器24を使用することが可能であり、その制御変換器32は、アクチュエータの状態を決定する十分な数の制御インターフェースの制御に使用可能なように拡張される。図2に示した表は、指数の数がさまざまな制御値に対応し、かつ列の値がシステムのさまざまな状態を示すよう付加され、かつ室の2進状態を表示する2進数が増加し（言い換えれば、アクチュエータの2進制御を表示する2進

数の数は、アクチュエータの数に従って増加する）、かつ、制御インターフェースの2進状態を示す列が、制御インターフェースにおける増加のために増加するというように拡張されている。さらに、もたらされるべきモーメントおよび旋回装置の回転方向に比例する設定値31を利用することが可能である。もたらされるべきモーメントは、アクチュエータによってもたらされた力の総和（旋回歯車47の半径Rである係数）に直接比例するため、制御には、図8に関連して示したものとして処理される図5に関連して記述される、有効力の制御値31を使用することが依然として可能である。加速度制御系は、上に示した通り、速度制御されうる。

【0169】

また、旋回装置の制御器は、図5、6、または7に示した2つの並列の制御器によっても実現可能であり、各制御器は単一アクチュエータ42または43を制御する。これは、アクチュエータ45および46によってもたらされた力の効果も別個であるために可能である。有効力（加速度）に対する相対制御値31、速度に対する制御値28、または位置に対する制御値26は、荷重状況に応じ、各アクチュエータの制御弁にとって望ましい加速度に対応する位置を計算する変換器の両方に、入力データとして入力可能である。

【0170】

上に記述された通り、エネルギーは状態変化と関連して消費される。それは、加速度の零点に対応する制御値、およびこれに最も近い状態変化が最も多く生じる各側の制御値の間であることが、アクチュエータの制御に特徴的である。旋回装置の本システムにおいて、シリンダアクチュエータの初張力は自由に選択可能であるため、ゼロモーメントに対する制御値は、最も近接する双方向への状態変化が、可能な限りわずかなエネルギーしか消費しないシステムの状態表から選択が可能である。当該制御は、例えば4室を持つアクチュエータの場合、制御値10および5を含む。また、旋回装置のシステムにおいては、特に制御器によって制御される遅延を用いて、上に示した予備圧縮および予備膨張を適用することも可能である。

【0171】

デジタル油圧ポンプモーターおよび回転装置

次に、デジタル油圧ポンプとして、およびデジタル油圧システムのモーターの両方として適用されうるデジタル油圧ポンプモーターを論じる。上に記述したシステムは、ポンプモーターにも適用可能である。

【0172】

図10の実施例において、デジタル油圧ポンプモーター49は、例えば、シリンダであり、かつ回転軸Xを持つ回転部材54を回転させ、かつアクチュエータが回転軸から離れて接続される、4つのアクチュエータ50、51、52および53を具備し、結合されたアクチュエータは、回転部材54（またはウォブラ54）に影響を与えるモーメントの合計 M_{tot} をもたらし、かつ荷重を駆動する。すべてのアクチュエータが共通の接続点55を持つことが好ましい。装置49は、例えば旋回モーターへの使用において、可動式工作機械のフレームに装着され、工作機械のキャビンまたはクレーンの回転に使用される。これに対応して、ポンプへの使用において、回転部材は、例えば駆動軸に接続される。本システムは、回転部材（54）が直線運動を回転運動に変換する、ポンプ、モーターまたはポンプモーターの回転装置に適用されるのが典型的である。

【0173】

2つの力制御されたアクチュエータを、90°の位相シフトの使用によって、偏心的に、回転部材54に結合することにより、最も単純な方法で、連続的に回転経路を持つポンプモーター駆動が得られる。特に、上に記述した、かつ図1に示されたアクチュエータはアクチュエータとして使用される。しかし、アクチュエータはその最大力に対して非対称、すなわち最大力は負（牽引）方向より正（推進）方向の方が強いいため、モーメントの合計の最大値 M_{tot} は相対的に非対称、すなわち、1つの回転方向で達成される最大モーメントは、他の回転方向のそれとは異なる恐れがある。この理由から、合計モーメントの最大値をより対称にするため、偏心的に120°の位相シフトを持つ少なくとも3つのシリンダアクチ

10

20

30

40

50

ュエータを、回転部材54と接続することが正当である。さらに、両方の方向においてより対称なモーメントの最大値は、図10に示す通り、90°の位相シフトを持つ2つのシリンダを、回転部材54に結合することにより発生する。

【0174】

デジタルポンプモーター49、および、制御器を含む、これを制御する装置において、初張力のエネルギーを節減する最適化は、図9を参照して上に論じた旋回システムと同じ原理を適用することにより実現可能である。

【0175】

アクチュエータの接続点は、アクチュエータがシステムのフレーム60と接続されていることを通じて接続した接続点56、57、58および59（それぞれJ1、J2、J3およびJ4）をいう。図に示すように、各アクチュエータは、共通の偏心的に接続した有効点P（接続点55）および上に述べた、旋回円に対して規則的に配置された接続した接続点の間30に接続される。接続点および回転中心O（回転軸X）間の距離、同様に旋回円を隔てて見た位相シフト量は互いに等しい。本実施例において、4つのシリンダアクチュエータは90°の位相シフト量で使用されている。

【0176】

ウォブラの半径ベクトルは、回転中心Oから、アクチュエータの共通の偏心的な接続点Pに得られるウォブラのベクトルRをいう。アクチュエータの有効レバーベクトル γ_1 、 γ_2 、 γ_3 および γ_4 （ベクトル γ_n ）は、ウォブラの回転中心5からアクチュエータの有効力の直線に得られる最短ベクトルをいい、従ってベクトルはアクチュエータによってもたらされた有効力の直線に正しい角度にある。図10において、アクチュエータ50および52は、それらの有効レバーベクトルが零ベクトルにあるよう、行程の下および上端にある。

【0177】

アクチュエータによってもたらされる推進または正の力が、ウォブラに対し正のモーメント（左回り）をもたらし場合、アクチュエータの有効レバーベクトル長は正であることが認められる。従って、接続点Pは、アクチュエータの接続点から見て回転の円の右半分にある。これに対応して、有効レバーベクトル長は、これに対応してアクチュエータによってもたらされる負の（牽引）力が、ウォブラに対して負のモーメント（右回り）をもたらし場合、負であることが認められる。従って、接続点Pは、アクチュエータの接続点から見て回転の円の左半分にある。本文書において、アクチュエータの有効レバーは有効レバーベクトル長という。アクチュエータ50、51、52および53は、それぞれ単一力ベクトル F_1 、 F_2 、 F_3 、および F_4 をもたらし、力ベクトルの方向は各アクチュエータの接続点からウォブラの有効点Pに得られた線分に平行だが、有効力の方向は推進または牽引、すなわち正または負でありうる。力合成ベクトル F_{tot} は、単一アクチュエータによってもたらされた力ベクトルのベクトルの和をいう。

【0178】

アクチュエータの相対有効レバーは、有効レバーベクトル長および有効レバーベクトル長の最大値の間の比率をいう。従って、各アクチュエータの相対有効レバーには、次が適用される：

【数9】

$$r_{rel_n} = \frac{|\vec{r}_n|}{|\vec{r}_{max_n}|}$$

【0179】

アクチュエータが死点にある時は、変数の数値は常に零となり、レバーが正または負の方向に最大長にある時は、+1または-1の値を受け取る。レバーの最大長は、アクチュエータの力の作用の直線が、ウォブラの有効点Pの回転の円の接線に達する点で生じる。

【0180】

次に、デジタルポンプモーターの制御系およびその動作原理を論じる。

【0181】

10

20

30

40

50

装置の各単一アクチュエータの相対制御は、旋回駆動装置のモーメントの相対制御に、前述のアクチュエータの相対有効レバー長を乗じることによってもたらされる。本実施例の場合、目的は正のモーメントを発生させることであり、言い換えれば、モーメントの方向は左回りである。互いに反対に配置された2つのアクチュエータ50および52がそれらの死点にある時、もう一方の2つのアクチュエータ51および53は、ウォブラの半径ベクトルRに対する互いの鏡像として対称に配置される。従って、アクチュエータ50および52の有効レバー r_1 および r_3 が、半径ベクトルRに対しても反映される、すなわち、それらは等しい長さだが、相反する符号を持ち、力ベクトル F_1 および F_3 が、互いに対して等しい長さに測定され、点Pを通じて得られる縦の線分に対し対称に配置される。従って、合成力ベクトル F_{tot} は縦となる、すなわち、ウォブラの半径ベクトルRに対して直角に配置される。アクチュエータ51および53の死点において、前述のアクチュエータの力ベクトルは零ベクトルだが、それらの有効レバー r_2 および r_4 が、測定された力ベクトルに従って零ベクトルであるためである。

10

【0182】

死点間の中間で、アクチュエータ50および53は半径ベクトルRに対し互いに対称に配置され、アクチュエータ51および52も同様である。従って、有効レバー r_2 および r_3 は半径ベクトルRに対しても反映されており、レバーベクトル r_1 および r_4 も同様である。従って、力 F_2 および F_3 のベクトルの和は、ウォブラ35の有効点Pの回転の円の接線に並列に配置され、力 F_1 および F_4 のベクトルの和も同様である。従って、合成ベクトルの合計も、点Pの回転の円の接線と並列である、すなわち、ウォブラの半径ベクトルに対して直角である。

20

【0183】

力合成ベクトル F_{tot} は、他の回転値とともに、ウォブラの半径ベクトルRに直角であることがわかる。このことから、合成力ベクトル F_{tot} は、アクチュエータがそれらの直線範囲で動作する限り、半径ベクトルRに対して常にほぼ直角にある。

【0184】

デジタル油圧ポンプモーターは、必要であれば、機構に結合した動的エネルギーを油圧装置に戻す、モーメントまたは力制御モーター駆動装置として、デジタル油圧システムにおいて、また、制限つきで、従来の油圧装置において使用可能である。

【0185】

デジタル油圧ポンプモーターも、必要であれば、pQ制御油圧ポンプ（ p = 圧力、 Q = 体積流量）として使用可能である。従って、シリンダによってもたらされたモーメントは、外部から機構に影響するモーメントとは反対方向に設定される。シリンダの有効面積の活用は、圧力、体積流量、駆動モーメントおよび出力制御の制御を可能にする。ポンプでの使用において、装置によってもたらされる体積流量および最大圧力は、有効表面、さらには駆動モーメントにも比例する。このように、例えば、予想される最高の効率性を達成するため、ポンプを駆動する燃焼エンジンの動作範囲を最適化することが可能である。

30

【0186】

本デジタル油圧システムでポンプモーターが油圧ポンプとして使用される場合、これには、別個の制御インターフェースを経由して、ポンプモーターがタンクに接続することも要求されうる。図13aおよび13bは、例えば、図11のシステムへの、デジタルポンプモーターの接続を説明している。接続は、充電回路または副回路になされる。

40

【0187】

エネルギーを節減する初張力の最適化は、上に示した旋回装置においてと同様に実現可能である。デジタルポンプモーターを制御する際、ゼロモーメントを発生させるためのアクチュエータの制御組み合わせは、各アクチュエータに計算されるモーメントの和が零である制御値を選択しうる。こうして、アクチュエータが最大数の状態変化を実施する、各アクチュエータの制御範囲が、望ましい方法で選択可能である。デジタルポンプモーターにおける4つのアクチュエータの制御は、その他の事柄の間で、モーメントの相対制御を直接アクチュエータの制御に変換することにより、しかし、制御の符号が、アクチュエータの行程の上および下端で変更されるように実現される。このように、モーメントの正の

50

相対制御は、機構に正のモーメントを生じ、単一アクチュエータに力発生をもたらす。また、4つのアクチュエータは、モーメントの相対制御がアクチュエータの制御に、アクチュエータの有効相対レバーに比例して測定されるよう制御される。さらに、単一アクチュエータの制御を計測するのに使用される変数は、シリンダによってウォブラの半径ベクトルに直角に発生した力のベクトルの和の維持を目的とした変数によって、回転に基づき計算された別の変数でもありうる。

【0188】

デジタル油圧圧力変換器およびポンプ圧力変換器

図11は、デジタル油圧圧力変換器112を示す。圧力変換器の単純な実現は、圧力変換器が、互いに互いの反対側に接続された、2つの複動および複室シリンダアクチュエータを具備する図15に示されている。組み合わせられたピストン棒は、可動部を構成する。シリンダアクチュエータの外部マントルも、連結されていることが好ましい。作動室の有効面積比率は次のように $A1:B1:A2:B2 = 2:1:2:1$ と選択される。図16の圧力変換器は、2つの複動および4室シリンダアクチュエータを具備し、作動室の有効面積比率は、次のように $A1:B1:C1:D1 = A2:B2:C2:D2 = 8:4:2:1$ と選択される。図14の実施例に従い、シリンダアクチュエータは異なることもあり、そこでは作動室の有効面積割合も、次のように $A1:B1:A2:B2 = 8:4:2:1$ と選択されうる。圧力変換器の各シリンダアクチュエータは、単一または多室装置から構成され得、その可動部は、望ましい有効面積およびそれらの相互比率が実現されるよう、並列または入れ子状に機械的に連結される。もたらされた力段階は等しい大きさであることが望ましい。

【0189】

圧力変換器は、第1のアクチュエータが、アクチュエータに結合された充電回路の圧力範囲内でもたらされる、適した力の総和を選択するのに使用され、力の総和により、第2のアクチュエータに結合された充電回路間で必要なエネルギーの移動を、低いエネルギー損失で行うことが可能であるというように動作する。第1のアクチュエータは、前述のアクチュエータの可動部に前述の力の総和を生じ、かつ第2のアクチュエータは、反対方向に、しかしわずかに異なる大きさで、ピストン運動を可能にする前述のアクチュエータの可動部に力をもたらす。アクチュエータの可動部がアクチュエータの先端に達すると、動きの方向は変化するが、充電回路間の変換率は維持されるよう、充電回路の結合が互いに交換される。図16の実施例において、充電回路HP1は充電回路HP1aの所定の位置に結合され、充電回路LP1は充電回路LP1aの所定の位置に結合される。交換は、別個の制御インターフェース、およびその制御弁または弁によって遂行される。図15では、参照P1はHP1回路に対応し、参照P2はHP2回路に対応し、かつ参照P1aはHP1a回路に対応し、参照P2aはHP2a回路に対応する。

【0190】

次に、圧力変換器が圧力を5倍にする変換を行うのに使用される、制御状況の実施例を論じる。圧力変換器は、互いに反対に結合され、4つのシリンダを持つ2つの本シリンダアクチュエータを適用すると仮定される。第1のアクチュエータに結合されたLP1回路の圧力は約0Mpaであり、HP1回路の圧力は約10Mpaであると仮定される。第2のアクチュエータに結合されたLP1回路の圧力は約0Mpaであり、HP1回路の圧力は50Mpaをわずかに下回ると仮定される。ここで、次のように、より低い圧力下充電回路からHP1a回路にエネルギーを移動することが可能である。すなわち、第1のアクチュエータを拡張するためのピストン運動は、第1アクチュエータの制御が $u\%=15$ 、かつ第2アクチュエータの制御が $u\%=7$ となるよう結合することによってもたらされ、2つの最高圧力に結合された作動室の有効面積間の比率は5:1となる。これに対応して、反対側のピストン運動は第1アクチュエータの制御が $u\%=0$ 、かつ第2アクチュエータの制御が $u\%=4$ となるよう結合することによってもたらされ、前述の面積間の比率は $-5 / -1 (=5/1)$ となる。これに対応して、圧力変換は、両方の運動方向で、前述のアクチュエータにより達成された、1:5から5:1の範囲内に下がる他の変換率でも行われる。

【0191】

より高い変換率は、非連続的にのみ、すなわち、2方向のうち一方に移動する時にしか達成されない。両方の運動方向で達成される最大変換率は、アクチュエータをより短くする有効面積の和と、アクチュエータをより短くする最小有効面積の間の比率により決定され、すなわちこの場合は $(4+1)/1 = 5/1$ である。

【0192】

前述のアクチュエータの力発生範囲は、可動部に影響を与える力の総和が、十分小さく維持されよう、それにより加圧媒体のスロットルも回避され、エネルギーが不必要に消費されないよう、少なくとも部分的に同じでなければならない。

【0193】

ある充電回路、例えばHP1およびLP1が常に圧力変換器の第1のアクチュエータとのみ結合され、かつある他の充電回路、例えばHP1aおよびLP1aが常に圧力変換器の第2アクチュエータとのみ結合されることが出発点の場合、アクチュエータの力が互いをほぼ補償する能力がある、前述のアクチュエータに共通の力発生範囲においてのみ、エネルギー効率の高い変換を行うことが可能である。

【0194】

圧力変換器を、両方の運動方向に対称に、より大きな変換範囲に活用させることが望ましい場合、それは、アクチュエータを拡張する力しか圧力変換に使用されないようにする結合で実現されよう。この種の結合は、アクチュエータに導かれる充電回路を交換するために使用される。図17および18の実施例において、これは、充電回路HP1は充電回路HP1aの所定の位置に結合され、充電回路LP1は充電回路LP1aの所定の位置に結合されることを意味する。これに対応して、充電回路HP1aは充電回路HP1の所定の位置に結合され、充電回路LP1aは充電回路LP1の所定の位置に結合される。交換は、図18の制御回路125に従って、別個の制御弁または弁機構、例えば2位置4方向弁により、または図17の制御回路126に従って、択一的にオン／オフ弁での交差接続により生じる。交換で、圧力変換器の変換率は可動部の運動方向に関係なく維持される。従って、アクチュエータの力発生範囲は、エネルギー効率の高い圧力変換を行うために、互いに切断する必要はない。

【0195】

さらに、圧力変換器の変換率および充電回路の結合組み合わせは、結合可能性、すなわち別個の制御インターフェースが、各質および各充電回路の間に提供される結合で得られる。当該制御回路により、システム内に具備されたすべての加圧媒体回路が、いかなるアクチュエータのいかなる作動室とも結合され得、単一変換率(1:1)を活用することにより、エネルギーはある圧力回路から別の圧力回路へ、または1つまたはそれ以上の圧力回路から2つまたはそれ以上の圧力回路へ、または2つまたはそれ以上の圧力回路から2つまたはそれ以上の圧力回路へ移動しう。

【0196】

圧力変換器を外部エネルギー源に結合することにより、外部の力学的エネルギーを、油圧エネルギーの形態で充電回路に伝達することが可能である。例えば、動的エネルギーは可動部に直接またはそれに接続された一部分を経由して影響を与え、かつシリンダアクチュエータのピストンにより、好適に往復ポンプ運動をもたらし、作動室で加圧媒体の圧力をもたらす。油圧エネルギーは、さらにエネルギー充電装置に貯蔵するか、その他の方法またはその他のアクチュエータで利用可能である。

【0197】

本発明は、上に示した実施例だけに限定されず、添付添付特許請求の範囲内に適用可能である。

【 図 1 】

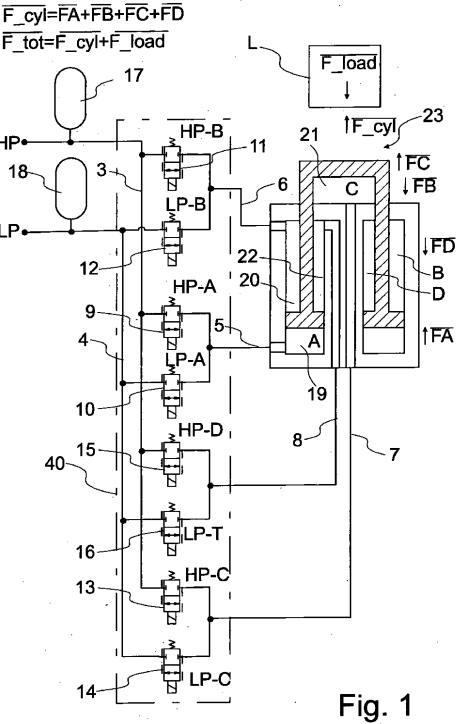


Fig. 1

【 図 2 】

Ctrl	HPLP					aHP	aLP	dec/bin											
	dec	decbin						decbin											
		A	B	C	D			dec 0..255	A-T	P-A	B-T	P-B	C-T	P-C	D-T	P-D			
1%	0..15																		
0	5	0	1	0	1	-5	10	153	1	0	0	1	1	0	0	1			
1	4	0	1	0	0	-4	9	154	1	0	0	1	1	0	1	0			
2	7	0	1	1	1	-3	8	149	1	0	0	1	0	1	0	1			
3	6	0	1	1	0	-2	7	150	1	0	0	1	0	1	1	0			
4	1	0	0	0	1	-1	6	169	1	0	1	0	1	0	0	1			
5	0	0	0	0	0	0	5	170	1	0	1	0	1	0	1	0			
6	3	0	0	1	1	1	4	165	1	0	1	0	0	1	0	1			
7	2	0	0	1	0	2	3	166	1	0	1	0	0	1	1	0			
8	13	1	1	0	1	3	2	89	0	1	0	1	1	0	0	1			
9	12	1	1	0	0	4	1	90	0	1	0	1	1	0	1	0			
10	15	1	1	1	1	5	0	85	0	1	0	1	0	1	0	1			
11	14	1	1	1	0	6	-1	86	0	1	0	1	0	1	1	0			
12	9	1	0	0	1	7	-2	105	0	1	1	0	1	0	0	1			
13	8	1	0	0	0	8	-3	106	0	1	1	0	1	0	1	0			
14	11	1	0	1	1	9	-4	101	0	1	1	0	0	1	0	1			
15	10	1	0	1	0	10	-5	102	0	1	1	0	0	1	1	0			

Fig. 2

【 図 3 】

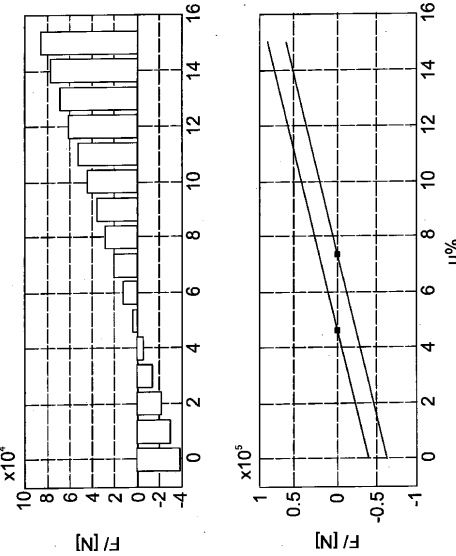


Fig. 3

【 図 4 】

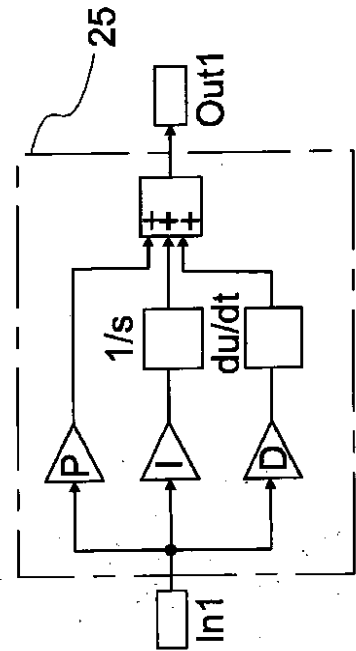
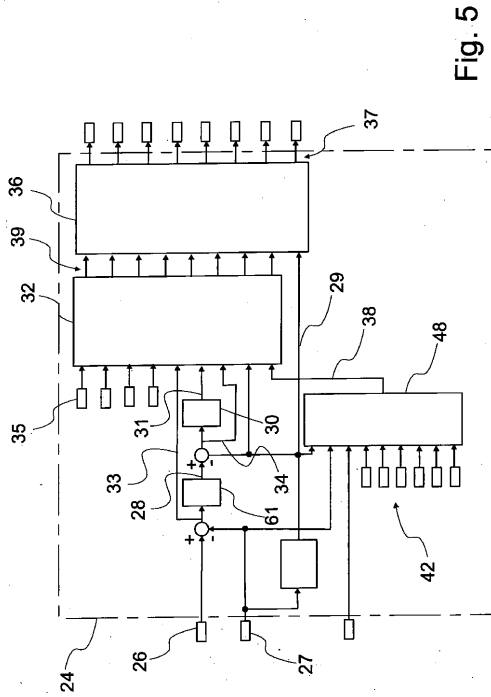
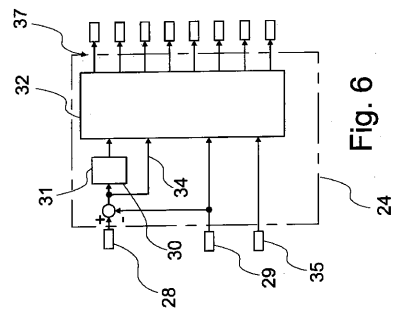


Fig. 4

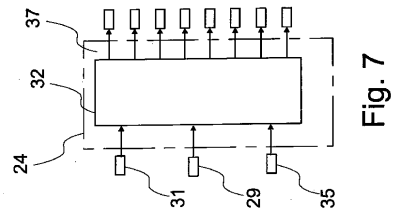
【図 5】



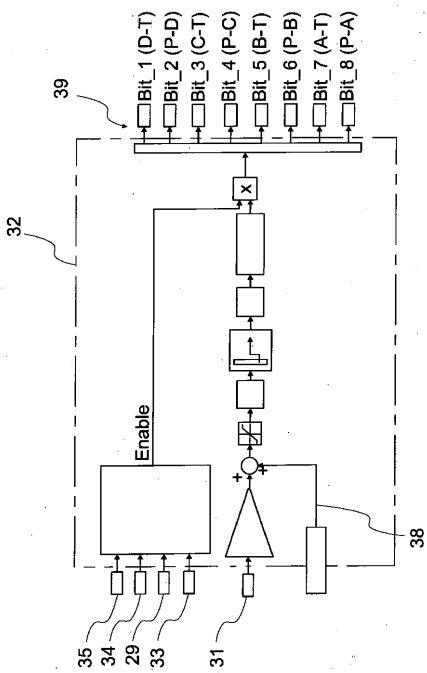
【 図 6 】



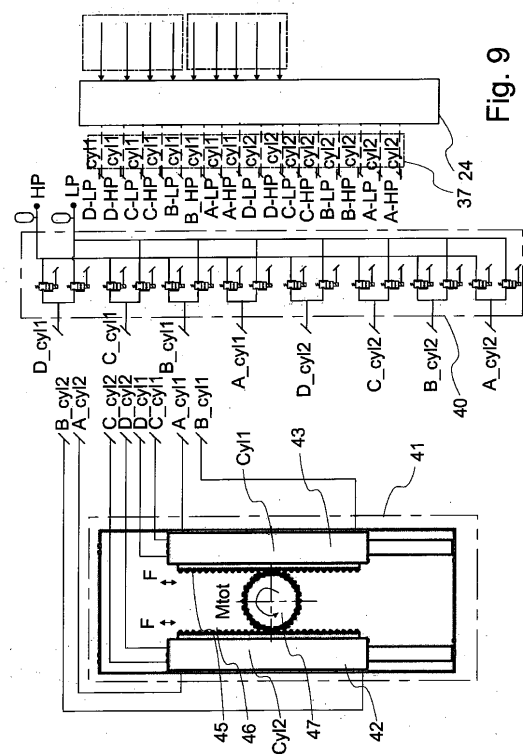
【 図 7 】



【図 8】



【图 9】



【図 13 d】

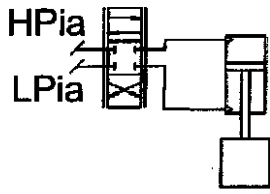


Fig. 13d

【図 14】

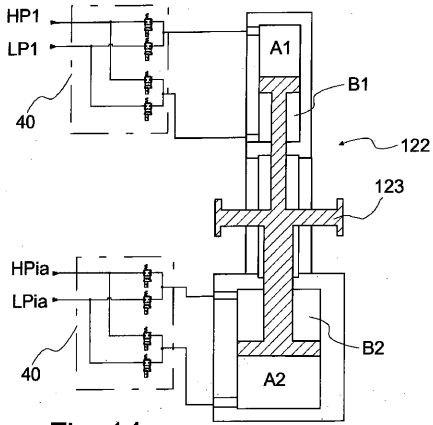


Fig. 14

【図 15】

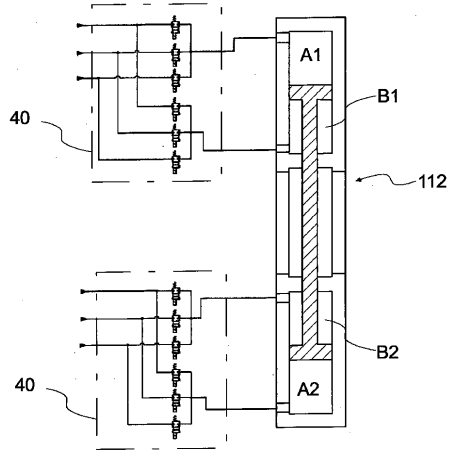


Fig. 15

【図 16】

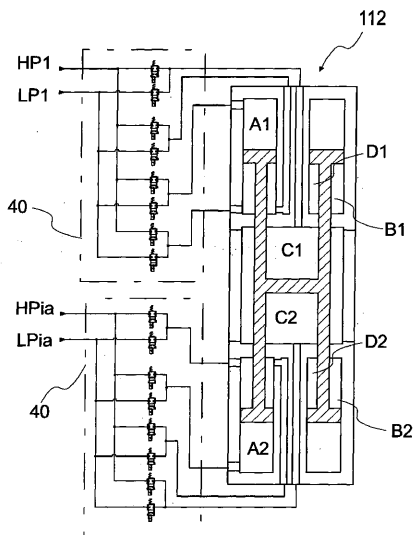


Fig. 16

【図 17】

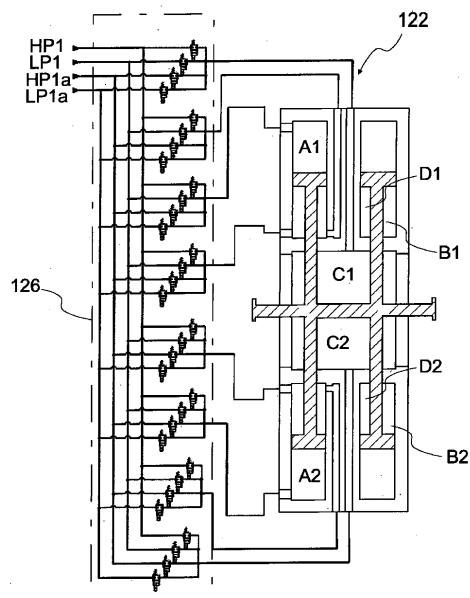


Fig. 17

【図 18】

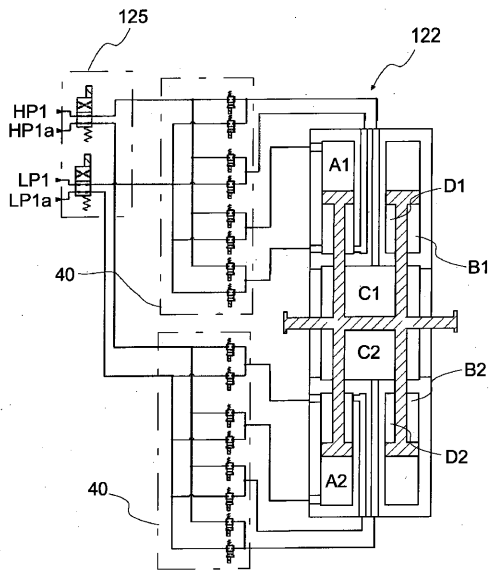


Fig. 18

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/FI2009/050252
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER See extra sheet According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC: F15B Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched FI, SE, NO, DK Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 57174541 A (HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY) 27 October 1982 (27.10.1982) EPODOC/EPO abstract, figures 1-3	1-6, 9, 14, 41 32, 36
X Y	DE 102005014866 A1 (KOSEAN WERNER) 05 October 2006 (05.10.2006) paragraphs [0014]-[0016], figures 5-7	1-6, 9, 14, 41-43 32, 36
Y	JP 2002066799 A (APPLIED POWER JAPAN KK et al.) 05 March 2002 (05.03.2002), paragraphs [0010]-[0011], figure 4	32, 36
Y	US 2003041598 A1 (TAKEUCHI KIYOSHI et al.) 06 March 2003 (06.03.2003), abstract, figures 1-2	32, 36
A	US 2001032542 A1 (HEIKKILA RISTO) 25 October 2001 (25.10.2001), abstract, figures 1-7	32, 34-39, 40-42
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 21 August 2009 (21.08.2009)		Date of mailing of the international search report 24 August 2009 (24.08.2009)
Name and mailing address of the ISA/FI National Board of Patents and Registration of Finland P.O. Box 1160, FI-00101 HELSINKI, Finland Facsimile No. +358 9 6939 5328		Authorized officer Jukka Honkanen Telephone No. +358 9 6939 500

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/FI2009/050252

CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.

F15B 11/02 (2006.01)

F15B 11/042 (2006.01)

F15B 11/17 (2006.01)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

 International application No.
 PCT/FI2009/050252

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family members(s)	Publication date
JP 57174541 A	27/10/1982	None	
DE 102005014866 A1	05/10/2006	None	
JP 2002066799 A	05/03/2002	None	
US 2003041598 A1	06/03/2003	DE 10239520 A1 JP 2003065302 A	10/04/2003 05/03/2003
US 2001032542 A1	25/10/2001	CA 2344588 A1 SE 0101347 A DE 10119064 A1 FI 20000943 A	19/10/2001 20/10/2001 07/02/2002 20/10/2001

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 シポラ, アリ

フィンランド国 3 6 2 0 0 カンガサラ, レポコディンティエ 1 0

(72)発明者 ヴィッタネン, ハンヌーペッカ

フィンランド国 3 3 7 2 0 タンペレ, マッティ タピオン カトゥ 2 ディー 3 1

(72)発明者 リンヤマ, マッティ

フィンランド国 3 7 4 2 0 ヴァルキネン, リオンマーンティエ 1 1

(72)発明者 ラーマネン, アルト

フィンランド国 3 7 5 0 0 レンパーラ, ノウシオンマエンティエ 1 0

Fターム(参考) 3H089 AA04 AA46 BB01 CC01 DA03 DA04 DA06 DB43 DB65 EE36

GG02 GG03

【要約の続き】

ば旋回装置または回転装置である。本システムは、制御回路の制御において、制御器を使用する。

【選択図】 図 1