

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-143333
(P2008-143333A)

(43) 公開日 平成20年6月26日(2008.6.26)

(51) Int.Cl.		F 1			テーマコード(参考)	
B60T	7/06	(2006.01)	B60T	7/06	E	3D046
B60T	8/17	(2006.01)	B60T	8/17	B	

審査請求 有 請求項の数 31 O L (全 41 頁)

(21) 出願番号 特願2006-332308 (P2006-332308)
(22) 出願日 平成18年12月8日(2006.12.8)

(71) 出願人 000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地
(74) 代理人 110000213
特許業務法人プロスペック特許事務所
(72) 発明者 磯野 宏
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
Fターム(参考) 3D046 BB03 CC04 EE01 HH02 HH16
LL02 LL05 LL23 LL37 LL41
LL51 LL54

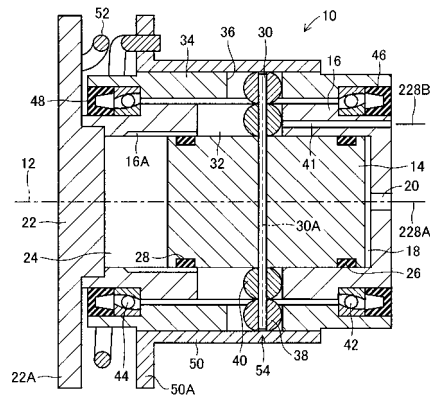
(54) 【発明の名称】 操作シミュレータ

(57) 【要約】

【課題】 反力発生ばねが線形的なばね特性を有するものであっても操作手段に対する操作の全域に亘り操作量と操作反力との関係として好ましい連続的な非線形特性を達成する。

【解決手段】 ブレーキペダル212に対する運転者の制動操作に応じて運動する入力部材14と、変形量に応じて反力を発生する反力発生手段52と、反力発生手段を変形させる出力部材34と、入力部材と出力部材との間に設けられ入力部材の運動を出力部材に伝達し、反力発生手段の反力を出力部材を介して入力部材に伝達する伝達手段54とを有する操作シミュレータ。入力部材14の運動は直線運動であり、反力発生手段52は変形量に応じて線形的に反力を発生し、伝達手段54は入力部材14の直線運動を回転運動に変換して出力部材34に伝達し、入力部材14の運動量に対する出力部材34の運動量の比を入力部材の運動量に応じて連続的に非線形に変化させる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

操作手段に対するオペレータの操作に応じて運動する入力部材と、変形量に応じて反力を発生する反力発生手段と、運動することにより前記反力発生手段を変形させる出力部材と、前記入力部材と前記出力部材との間に設けられ前記入力部材の運動を前記出力部材に伝達すると共に、前記反力発生手段の反力を前記出力部材を介して前記入力部材に伝達する伝達手段とを有し、オペレータによる前記操作手段の操作を許容すると共に、前記操作手段を介してオペレータに操作反力を付与する操作シミュレータにして、前記入力部材の運動は直線運動であり、前記反力発生手段は変形量に応じて線形的に反力を発生し、前記伝達手段は前記入力部材の運動量に対する前記出力部材の運動量の比を前記入力部材の運動量に応じて連続的に非線形に変化させるよう構成されていることを特徴とする操作シミュレータ。

10

【請求項 2】

前記伝達手段は前記入力部材に設けられたカムと、前記出力部材に設けられ前記カムに係合するカムフォロアとを有し、前記カムフォロアが前記カムに従動することにより前記入力部材の運動量に対する前記出力部材の運動量の比を前記入力部材の運動量に応じて連続的に非線形に変化させることを特徴とする請求項 1 に記載の操作シミュレータ。

【請求項 3】

前記入力部材は軸線に沿って直線運動し、前記入力部材及び前記出力部材は前記軸線に対し同軸にて互いに他に対し相対運動可能に互いに嵌合していることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の操作シミュレータ。

20

【請求項 4】

前記伝達手段は前記入力部材の直線運動を回転運動に変換して前記出力部材に伝達し、前記出力部材が前記反力発生手段より受けた回転反力を前記入力部材の直線運動の方向とは逆方向の反力に変換して前記入力部材に伝達することを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れかに記載の操作シミュレータ。

【請求項 5】

前記カム及び前記カムフォロアの一方はカム溝であり、前記カム及び前記カムフォロアの他方は前記カム溝に係合し前記カム溝に沿って移動するカム溝係合部材であり、前記カム溝は前記軸線の周りに周方向に対し傾斜して延在し且つ周方向に対する傾斜角が連続的に漸次変化するよう湾曲していることを特徴とする請求項 2 乃至 4 の何れかに記載の操作シミュレータ。

30

【請求項 6】

前記反力発生手段は前記軸線周りの変形を受けることにより変形量に応じて線形的に前記軸線周りの回転反力を発生することを特徴とする請求項 4 又は 5 に記載の操作シミュレータ。

【請求項 7】

前記伝達手段は前記入力部材の直線運動を方向が異なる直線運動に変換して前記出力部材に伝達することを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れかに記載の操作シミュレータ。

【請求項 8】

前記出力部材の直線運動の方向は前記入力部材の直線運動の方向とは逆の方向であることを特徴とする請求項 7 に記載の操作シミュレータ。

40

【請求項 9】

前記伝達手段は中間部材と、前記入力部材の直線運動を回転運動に変換して前記中間部材に伝達する第一の伝達手段と、前記中間部材の回転運動を直線運動に変換して前記出力部材に伝達する第二の伝達手段とを有し、前記第一及び第二の伝達手段の少なくとも一方は運動伝達元の部材の運動量に対する運動伝達先の部材の運動量の比を前記運動伝達元の部材の運動量に応じて連続的に非線形に変化させることを特徴とする請求項 1 に記載の操作シミュレータ。

【請求項 10】

50

前記入力部材は軸線に沿って直線運動し、前記出力部材の直線運動の方向は前記軸線を横切る方向であることを特徴とする請求項 9 に記載の操作シミュレータ。

【請求項 11】

前記入力部材及び前記出力部材は共通の軸線に沿って直線運動し、前記入力部材及び前記出力部材は前記軸線に対し同軸にて前記中間部材に嵌合していることを特徴とする請求項 10 に記載の操作シミュレータ。

【請求項 12】

前記第一の伝達手段は前記入力部材の運動量に対する前記中間部材の運動量の比を前記入力部材の運動量に応じて連続的に非線形に変化させるよう構成されており、前記第二の伝達手段は前記中間部材の運動量に対する前記出力部材の運動量の比を前記中間部材の運動量に応じて連続的に非線形に変化させるよう構成されていることを特徴とする請求項 10 又は 11 に記載の操作シミュレータ。

10

【請求項 13】

前記第一及び第二の伝達手段は前記運動伝達元の部材に設けられたカムと、前記運動伝達先の部材に設けられ前記カムに係合するカムフォロアとを有し、前記カムフォロアが前記カムに従動することにより前記運動伝達元の部材の運動量に対する前記運動伝達先の部材の運動量の比を前記運動伝達元の部材の運動量に応じて連続的に非線形に変化させることを特徴とする請求項 10 乃至 12 の何れかに記載の操作シミュレータ。

【請求項 14】

前記カム及び前記カムフォロアの一方はカム溝であり、前記カム及び前記カムフォロアの他方は前記カム溝に係合し前記カム溝に沿って移動するカム溝係合部材であり、前記第一及び第二の伝達手段の少なくとも一方の前記カム溝は前記軸線の周りに周方向に対し傾斜して延在し且つ周方向に対する傾斜角が連続的に漸次変化するよう湾曲していることを特徴とする請求項 13 に記載の操作シミュレータ。

20

【請求項 15】

前記第一及び第二の伝達手段の前記カム溝は前記入力部材の運動量が 0 であるときに前記カム溝係合部材が前記カム溝に係合する位置に於いて周方向に対し同一の傾斜角を有することを特徴とする請求項 14 に記載の操作シミュレータ。

【請求項 16】

前記操作シミュレータは前記入力部材、前記中間部材、前記出力部材を収容するハウジングを有し、前記中間部材は前記軸線の周りに前記入力部材及び前記出力部材を囲繞する状態にてこれらに嵌合し且つ前記入力部材及び前記出力部材を前記軸線に沿って直線運動可能に支持しており、前記ハウジングは前記軸線の周りに前記中間部材を囲繞する状態にてこれに嵌合し且つ前記中間部材を回転可能に支持しており、前記第一及び第二の伝達手段の前記カム溝は前記中間部材に設けられ、前記第一及び第二の伝達手段の前記カム溝係合部材はそれぞれ前記入力部材及び前記出力部材に設けられ、前記ハウジングは前記軸線に沿って延在するガイド溝を有し、前記第一及び第二の伝達手段の前記カム溝係合部材はそれぞれ前記第一及び第二の伝達手段の前記カム溝を貫通して径方向に延在し且つ前記ガイド溝に沿って移動可能に前記ガイド溝に係合していることを特徴とする請求項 14 又は 15 に記載の操作シミュレータ。

30

40

【請求項 17】

前記中間部材の運動量に対する前記出力部材の運動量の比は前記入力部材の運動量に対する前記中間部材の運動量の比よりも大きいことを特徴とする請求項 10 乃至 16 の何れかに記載の操作シミュレータ。

【請求項 18】

前記第一及び第二の伝達手段は前記出力部材を前記軸線に沿って前記入力部材と同一の方向へ直線運動させるよう構成されていることを特徴とする請求項 10 乃至 17 の何れかに記載の操作シミュレータ。

【請求項 19】

前記入力部材及び前記出力部材は前記入力部材の運動量が 0 であるときには互いに当接

50

することを特徴とする請求項 18 に記載の操作シミュレータ。

【請求項 20】

前記反力発生手段は前記出力部材と前記ハウジングとの間に弾装され前記軸線に沿う圧縮変形を受けることを特徴とする請求項 16 乃至 19 の何れかに記載の操作シミュレータ。

【請求項 21】

前記操作シミュレータは前記入力部材と前記出力部材との間に弾装され前記軸線に沿う引張り変形を受けることにより引張り変形量に応じて線形的に前記軸線に沿う方向の引張り応力を発生する引張り応力発生手段を有することを特徴とする請求項 19 又は 20 に記載の操作シミュレータ。

【請求項 22】

前記入力部材及び前記出力部材は前記軸線の周りの同一の位置にて前記軸線に沿って互いに隔置されており、前記第一及び第二の伝達手段の前記カム溝係合部材はそれらに共通のガイド溝に係合していることを特徴とする請求項 16 乃至 21 の何れかに記載の操作シミュレータ。

【請求項 23】

前記入力部材及び前記出力部材は前記軸線に沿って互いに係合する部分を有し、前記第一及び第二の伝達手段は前記互いに係合する部分に設けられ且つ前記軸線の周りの周方向に互いに隔置されていることを特徴とする請求項 10 乃至 22 の何れかに記載の操作シミュレータ。

【請求項 24】

前記入力部材及び前記出力部材はそれぞれ前記軸線に沿って他方の部材へ向けて延在する一对のアーム部を有し、前記入力部材の一对のアーム部及び前記出力部材の一对のアーム部は前記軸線の周りの周方向に見て交互に配設され、前記入力部材及び前記出力部材の前記軸線に沿う相対直線運動を許容しつつ前記軸線の周りの相対回転運動を阻止することを特徴とする請求項 23 に記載の操作シミュレータ。

【請求項 25】

前記入力部材及び前記出力部材は同一の形状を有し、前記軸線に沿って互いに他に対し逆向きに配設されていることを特徴とする請求項 24 に記載の操作シミュレータ。

【請求項 26】

前記入力部材及び前記出力部材の一方は前記軸線に沿って他方の部材へ向けて延在する軸部を有し、前記他方の部材は前記軸線に沿って延在し前記軸部を前記軸線に沿って相対直線運動可能に受けるリセスを有し、前記第一及び第二の伝達手段の前記カム溝係合部材は前記軸部及び前記リセスの周囲の部分に設けられ且つ前記軸線の周りの周方向に互いに隔置されており、前記リセスの周囲の部分は前記軸部に設けられた前記カム溝係合部材が前記リセスの周囲の部分に対し相対的に前記軸線に沿って直線運動することを許すスリットを有することを特徴とする請求項 23 に記載の操作シミュレータ。

【請求項 27】

前記第一及び第二の伝達手段は前記出力部材を前記軸線に沿って前記入力部材とは逆の方向へ直線運動させるよう構成され、前記反力発生手段は前記入力部材と前記出力部材との間に弾装され前記軸線に沿う圧縮変形を受けることを特徴とする請求項 10 乃至 17 の何れかに記載の操作シミュレータ。

【請求項 28】

前記出力部材は他の部材と共働して前記軸線に沿う両側に液体にて充填された容積可変の二つのシリンダ室を郭定しており、前記出力部材は前記二つのシリンダ室を連通接続するオリフィスを有し、前記出力部材の直線運動に伴って前記液体が一方のシリンダ室より前記オリフィスを経て他方のシリンダ室へ流動することを特徴とする請求項 10 乃至 27 の何れかに記載の操作シミュレータ。

【請求項 29】

前記第一及び第二の伝達手段の前記カム溝の前記軸線に沿う方向の延在範囲は前記軸線

10

20

30

40

50

の周りの周方向に見て少なくとも部分的に互いにオーバーラップしていることを特徴とする請求項 1 4 乃至 2 8 の何れかに記載の操作シミュレータ。

【請求項 3 0】

前記カム溝係合部材は対応する部材に固定され径方向に延在する軸部材と、前記軸部材に回転可能に支持され前記カム溝の壁面に転動可能に係合するカムローラとを有することを特徴とする請求項 5 乃至 2 9 の何れかに記載の操作シミュレータ。

【請求項 3 1】

前記カム溝係合部材は前記軸部材に回転可能に支持され前記入力部材の直線運動の方向に沿って延在するガイド溝の壁面に転動可能に係合するガイドローラを有することを特徴とする請求項 3 0 に記載の操作シミュレータ。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、操作シミュレータに係り、更に詳細には自動車等の車両のブレーキ装置のブレーキストロークシミュレータの如く、オペレータによる操作手段の操作を許すと共に操作手段を介してオペレータに所要の操作反力を与える操作シミュレータに係る。

【背景技術】

【0 0 0 2】

自動車等の車両のブレーキ装置に於いては、運転者がブレーキペダルを踏み込むことにより制動操作が行われ、運転者の制動操作量に基づいて各車輪の制動圧が制御されるブレーキ装置の場合には、一般に、運転者が感じる操作反力は運転者の制動操作量の増大につれて操作反力の増大率が漸次増大し、これにより運転者の制動操作量（ブレーキストローク）と操作反力（ブレーキ反力）との関係が非線形であることが好ましい。

20

【0 0 0 3】

かかるブレーキストローク・ブレーキ反力の非線形特性を達成するブレーキストロークシミュレータは従来より種々の構成のものが提案されており、例えば下記の特許文献 1 にはブレーキストローク・ブレーキ反力の非線形特性を調節し得るよう構成されたブレーキストロークシミュレータが記載されている。

【特許文献 1】特開 2 0 0 5 - 1 1 2 0 3 4 号公報

【発明の開示】

30

【0 0 0 4】

ブレーキストローク・ブレーキ反力の関係が非線形である従来のブレーキストロークシミュレータは、一般に、ばね定数が一定で互いに異なる複数の反力発生ばねを有し、ブレーキストロークによって反力発生ばね全体としてのばね定数が異なることにより非線形特性を達成するようになっている。そのためブレーキストロークに対するブレーキ反力の関係が不連続な非線形であり、好ましい連続的な非線形ではないという問題がある。

【0 0 0 5】

またブレーキストロークに対するブレーキ反力の関係を連続的な非線形にすべく、非線形のばね特性を有する一つの反力発生ばねを使用することが考えられるが、ブレーキストロークの全域に亘りブレーキストロークに対するブレーキ反力の関係を好ましい連続的な非線形にする反力発生ばねを形成することが非常に困難である。

40

【0 0 0 6】

尚、ブレーキストローク・ブレーキ反力の非線形特性に関する上述の問題は、ブレーキストロークシミュレータに限られるものではなく、操作手段がオペレータによって操作され、オペレータによる操作手段の操作を許容すると共に、操作手段を介して運転者に操作反力を付与するフライトシミュレータの如き他の操作シミュレータについても同様に存在する。

【0 0 0 7】

本発明は、従来の操作シミュレータに於ける上述の如き問題に鑑みてなされたものであり、本発明の主要な課題は、操作手段に対するオペレータの操作量と反力発生ばねに対す

50

る変形量との関係を連続的な非線形の関係にすることにより、反力発生ばねが線形的なばね特性を有するものであっても操作手段に対する操作の全域に亘り操作量と操作反力との関係として好ましい連続的な非線形特性を達成する操作シミュレータを提供することである。

〔課題を解決するための手段及び発明の効果〕

【0008】

上述の主要な課題は、本発明によれば、請求項1の構成、即ち操作手段に対するオペレータの操作に応じて運動する入力部材と、変形量に応じて反力を発生する反力発生手段と、運動することにより前記反力発生手段を変形させる出力部材と、前記入力部材と前記出力部材との間に設けられ前記入力部材の運動を前記出力部材に伝達すると共に、前記反力発生手段の反力を前記出力部材を介して前記入力部材に伝達する伝達手段とを有し、オペレータによる前記操作手段の操作を許容すると共に、前記操作手段を介してオペレータに操作反力を付与する操作シミュレータにして、前記入力部材の運動は直線運動であり、前記反力発生手段は変形量に応じて線形的に反力を発生し、前記伝達手段は前記入力部材の運動量に対する前記出力部材の運動量の比を前記入力部材の運動量に応じて連続的に非線形に変化させるよう構成されていることを特徴とする操作シミュレータによって達成される。

10

【0009】

上記請求項1の構成によれば、伝達手段は入力部材の運動量に対する出力部材の運動量の比を入力部材の運動量に応じて連続的に非線形に変化させるので、入力部材の運動量に対する反力発生手段の変形量の比を入力部材の運動量に応じて連続的に非線形に変化させることができ、従って反力発生手段がその変形量に応じて線形的に反力を発生するものであっても、入力部材の運動量に対する反力発生手段の反力の関係を所望の連続的な非線形の関係にすることができ、これにより操作手段に対する操作の全域に亘り操作量と操作反力との関係として好ましい連続的な非線形特性を達成することができる。

20

【0010】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項1の構成に於いて、前記伝達手段は前記入力部材に設けられたカムと、前記出力部材に設けられ前記カムに係合するカムフォロアとを有し、前記カムフォロアが前記カムに従動することにより前記入力部材の運動量に対する前記出力部材の運動量の比を前記入力部材の運動量に応じて連続的に非線形に変化させるよう構成される（請求項2の構成）。

30

【0011】

上記請求項2の構成によれば、出力部材に設けられたカムフォロアが入力部材に設けられたカムに従動することにより入力部材の運動量に対する出力部材の運動量の比が入力部材の運動量に応じて連続的に非線形に変化されるので、入力部材の運動量に対する出力部材の運動量の比を確実に入力部材の運動量に応じて連続的に非線形に変化させることができると共に、カム及びカムフォロアの設定によって所望の連続的な非線形特性を達成することができる。

【0012】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項1又は2の構成に於いて、前記入力部材は軸線に沿って直線運動し、前記入力部材及び前記出力部材は前記軸線に対し同軸にて互いに他に対し相対運動可能に互いに嵌合しているよう構成される（請求項3の構成）。

40

【0013】

上記請求項3の構成によれば、入力部材は軸線に沿って直線運動し、入力部材及び出力部材は軸線に対し同軸にて互いに他に対し相対運動可能に互いに嵌合しているので、例えば入力部材及び出力部材が軸線に沿って配設された構造の場合に比して、操作シミュレータの軸線方向の長さを低減し、操作シミュレータをコンパクト化することができる。

【0014】

また本発明によれば、上記請求項1乃至3の何れかの構成に於いて、前記伝達手段は前

50

記入力部材の直線運動を回転運動に変換して前記出力部材に伝達し、前記出力部材が前記反力発生手段より受けた回転反力を前記入力部材の直線運動の方向とは逆方向の反力に変換して前記入力部材に伝達するよう構成される（請求項4の構成）。

【0015】

上記請求項4の構成によれば、入力部材の直線運動が回転運動に変換されて出力部材に伝達され、出力部材が反力発生手段より受けた回転反力が入力部材の直線運動の方向とは逆方向の反力に変換されて入力部材に伝達されるので、反力発生手段として回転変形を受けることにより反力を発生する手段を採用することができる。

【0016】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項2乃至4の何れかの構成に於いて、前記カム及び前記カムフォロアの一方はカム溝であり、前記カム及び前記カムフォロアの他方は前記カム溝に係合し前記カム溝に沿って移動するカム溝係合部材であり、前記カム溝は前記軸線の周りに周方向に対し傾斜して延在し且つ周方向に対する傾斜角が連続的に漸次変化するよう湾曲しているよう構成される（請求項5の構成）。

10

【0017】

上記請求項5の構成によれば、カム溝係合部材がカム溝に係合しカム溝に沿って移動し、カム溝は軸線の周りに周方向に対し傾斜して延在し且つ周方向に対する傾斜角が連続的に漸次変化するよう湾曲しているので、カム溝係合部材がカム溝に係合した状態にてカム溝に沿って移動することにより入力部材の運動量に対する出力部材の運動量の比を入力部材の運動量に応じて連続的に非線形に変化させることができ、従ってカム溝の湾曲形状の設定によって所望の連続的な非線形特性を達成することができる。

20

【0018】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項4又は5の構成に於いて、前記反力発生手段は前記軸線周りの変形を受けることにより変形量に応じて線形的に前記軸線周りの回転反力を発生するよう構成される（請求項6の構成）。

【0019】

上記請求項6の構成によれば、反力発生手段は軸線周りの変形を受けることにより変形量に応じて線形的に軸線周りの回転反力を発生するので、出力部材の軸線周りの回転運動量に応じて線形的に増減する軸線周りの回転反力を出力部材に対し付与することができる。

30

【0020】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項1乃至3の何れかの構成に於いて、前記伝達手段は前記入力部材の直線運動を方向が異なる直線運動に変換して前記出力部材に伝達するよう構成される（請求項7の構成）。

【0021】

上記請求項7の構成によれば、入力部材の直線運動が異なる方向の直線運動に変換されて出力部材に伝達されるので、出力部材の直線運動の方向を入力部材の直線運動の方向とは異なる方向に設定することができ、従って出力部材による反力発生手段に対する変形方向を入力部材の直線運動の方向とは異なる方向に設定することができる。

40

【0022】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項7の構成に於いて、前記出力部材の直線運動の方向は前記入力部材の直線運動の方向とは逆の方向であるよう構成される（請求項8の構成）。

【0023】

上記請求項8の構成によれば、出力部材は入力部材の直線運動の方向とは逆の方向へ直線運動するので、入力部材の直線運動の方向とは逆の方向の変形を受けるよう反力発生手段を配設し、反力発生手段により入力部材の直線運動の方向と同一の方向の反力を発生させることができる。

【0024】

50

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項 1 の構成に於いて、前記伝達手段は中間部材と、前記入力部材の直線運動を回転運動に変換して前記中間部材に伝達する第一の伝達手段と、前記中間部材の回転運動を直線運動に変換して前記出力部材に伝達する第二の伝達手段とを有し、前記第一及び第二の伝達手段の少なくとも一方は運動伝達元の部材の運動量に対する運動伝達先の部材の運動量の比を前記運動伝達元の部材の運動量に応じて連続的に非線形に変化させるよう構成される（請求項 9 の構成）。

【0025】

上記請求項 9 の構成によれば、第一及び第二の伝達手段の少なくとも一方は運動伝達元の部材の運動量に対する運動伝達先の部材の運動量の比を運動伝達元の部材の運動量に応じて連続的に非線形に変化させるので、中間部材の回転運動を介して入力部材の直線運動を出力部材の直線運動に変換すると共に、入力部材の直線運動量に対する出力部材の運動量の比を確実に入力部材の運動量に応じて連続的に非線形に変化させることができる。

10

【0026】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項 9 の構成に於いて、前記入力部材は軸線に沿って直線運動し、前記出力部材の直線運動の方向は前記軸線を横切る方向であるよう構成される（請求項 10 の構成）。

【0027】

上記請求項 10 の構成によれば、入力部材は軸線に沿って直線運動し、出力部材は軸線を横切る方向へ直線運動するので、入力部材の直線運動の方向を横切る方向の変形を受けるよう反力発生手段を配設することができる。

20

【0028】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項 10 の構成に於いて、前記入力部材及び前記出力部材は共通の軸線に沿って直線運動し、前記入力部材及び前記出力部材は前記軸線に対し同軸にて前記中間部材に嵌合しているよう構成される（請求項 11 の構成）。

【0029】

上記請求項 11 の構成によれば、入力部材及び出力部材は共通の軸線に沿って直線運動し、入力部材及び出力部材は軸線に対し同軸にて中間部材に嵌合しているので、入力部材及び出力部材が互いに異なる軸線に沿って直線運動する構造や入力部材若しくは出力部材が中間部材に嵌合していない構造の場合に比して、操作シミュレータの軸線方向の長さを低減し、操作シミュレータをコンパクト化することができる。

30

【0030】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項 10 又は 11 の構成に於いて、前記第一の伝達手段は前記入力部材の運動量に対する前記中間部材の運動量の比を前記入力部材の運動量に応じて連続的に非線形に変化させるよう構成されており、前記第二の伝達手段は前記中間部材の運動量に対する前記出力部材の運動量の比を前記中間部材の運動量に応じて連続的に非線形に変化させるよう構成される（請求項 12 の構成）。

【0031】

上記請求項 12 の構成によれば、第一の伝達手段により入力部材の運動量に対する中間部材の運動量の比が入力部材の運動量に応じて連続的に非線形に変化され、第二の伝達手段により中間部材の運動量に対する出力部材の運動量の比が中間部材の運動量に応じて連続的に非線形に変化されるので、第一の伝達手段及び第二の伝達手段の何れか一方のみにより運動量の比が連続的に非線形に変化される構造の場合に比して、第一の伝達手段及び第二の伝達手段の各々が達成すべき運動量の比の変化量を小さくすることができる。

40

【0032】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項 10 乃至 12 の何れかの構成に於いて、前記第一及び第二の伝達手段は前記運動伝達元の部材に設けられたカムと、前記運動伝達先の部材に設けられ前記カムに係合するカムフォロアとを有

50

し、前記カムフォロアが前記カムに従動することにより前記運動伝達元の部材の運動量に対する前記運動伝達先の部材の運動量の比を前記運動伝達元の部材の運動量に応じて連続的に非線形に変化させるよう構成される（請求項13の構成）。

【0033】

上記請求項13の構成によれば、運動伝達先の部材に設けられたカムフォロアが運動伝達先の部材に設けられたカムに従動することにより運動伝達元の部材の運動量に対する運動伝達先の部材の運動量の比が運動伝達元の部材の運動量に応じて連続的に非線形に変化されるので、運動伝達元の部材の運動量に対する運動伝達先の部材の運動量の比を確実に運動伝達元の部材の運動量に応じて連続的に非線形に変化させることができると共に、カム及びカムフォロアの設定によって所望の連続的な非線形特性を達成することができる。

10

【0034】

また本発明によれば、上記請求項13の構成に於いて、前記カム及び前記カムフォロアの一方はカム溝であり、前記カム及び前記カムフォロア他方は前記カム溝に係合し前記カム溝に沿って移動するカム溝係合部材であり、前記第一及び第二の伝達手段の少なくとも一方の前記カム溝は前記軸線の周りに周方向に対し傾斜して延在し且つ周方向に対する傾斜角が連続的に漸次変化するよう湾曲しているよう構成される（請求項14の構成）。

【0035】

上記請求項14の構成によれば、第一及び第二の伝達手段の少なくとも一方のカム溝は軸線の周りに周方向に対し傾斜して延在し且つ周方向に対する傾斜角が連続的に漸次変化するよう湾曲しているので、カム溝係合部材がカム溝に係合した状態にてカム溝に沿って移動することにより運動伝達元の部材の運動量に対する運動伝達先の部材の運動量の比を運動伝達元の部材の運動量に応じて連続的に非線形に変化させることができ、従ってカム溝の湾曲形状の設定によって所望の連続的な非線形特性を達成することができる。

20

【0036】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項14の構成に於いて、前記第一及び第二の伝達手段の前記カム溝は前記入力部材の運動量が0であるときに前記カム溝係合部材が前記カム溝に係合する位置に於いて周方向に対し同一の傾斜角を有するよう構成される（請求項15の構成）。

【0037】

上記請求項15の構成によれば、第一及び第二の伝達手段のカム溝は入力部材の運動量が0であるときにカム溝係合部材がカム溝に係合する位置に於いて周方向に対し同一の傾斜角を有するので、入力部材の運動量が0であるときにカム溝係合部材がカム溝に係合する位置に於いて第一及び第二の伝達手段のカム溝が周方向に対しなす傾斜角が互いに異なる構造の場合に比して、入力部材の直線運動の開始時及び終了時に於ける中間部材の回転運動を円滑に開始及び終了させることができ、これにより入力部材と中間部材との間及び中間部材と出力部材との間に於ける運動変換及び反力の伝達を円滑に行わせることができる。

30

【0038】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項14又は15の構成に於いて、前記操作シミュレータは前記入力部材、前記中間部材、前記出力部材を収容するハウジングを有し、前記中間部材は前記軸線の周りに前記入力部材及び前記出力部材を囲繞する状態にてこれらに嵌合し且つ前記入力部材及び前記出力部材を前記軸線に沿って直線運動可能に支持しており、前記ハウジングは前記軸線の周りに前記中間部材を囲繞する状態にてこれに嵌合し且つ前記中間部材を回転可能に支持しており、前記第一及び第二の伝達手段の前記カム溝は前記中間部材に設けられ、前記第一及び第二の伝達手段の前記カム溝係合部材はそれぞれ前記入力部材及び前記出力部材に設けられ、前記ハウジングは前記軸線に沿って延在するガイド溝を有し、前記第一及び第二の伝達手段の前記カム溝係合部材はそれぞれ前記第一及び第二の伝達手段の前記カム溝を貫通して径方向に延在し且つ前記ガイド溝に沿って移動可能に前記ガイド溝に係合しているよう構成される（請求項16の構成）。

40

50

【 0 0 3 9 】

上記請求項 1 6 の構成によれば、中間部材は軸線の周りに入力部材及び出力部材を圍繞する状態にてこれらに嵌合し且つ入力部材及び出力部材を軸線に沿って往復動可能に支持しているため、入力部材及び出力部材が互いに異なる軸線に沿って直線運動する構造や中間部材が入力部材若しくは出力部材に嵌合していない構造の場合に比して、操作シミュレータの軸線方向の長さを低減し、操作シミュレータをコンパクト化することができる。またハウジングは軸線の周りに中間部材を圍繞する状態にてこれに嵌合し且つ中間部材を回転可能に支持しているため、直線運動又は回転運動する部材が露呈することを防止することができると共に、ハウジングを車体の如き支持手段に固定することにより操作シミュレータを容易に且つ確実に支持手段に固定することができる。

10

【 0 0 4 0 】

また上記請求項 1 6 の構成によれば、ハウジングは軸線に沿って延在するガイド溝を有し、第一及び第二の伝達手段のカム溝係合部材はそれぞれ第一及び第二の伝達手段のカム溝を貫通して径方向に延在しガイド溝に嵌入しているため、第一及び第二の伝達手段のカム溝係合部材をガイド溝により確実に軸線に沿って案内させることができ、これによりハウジングにガイド溝が設けられていない構造の場合に比して、入力部材の直線運動と中間部材の回転運動との間の運動変換及び中間部材の回転運動と出力部材の直線運動との間の運動変換を円滑に行わせることができる。また入力部材の直線運動と中間部材の回転運動との間の運動変換及び中間部材の回転運動と出力部材の直線運動との間の運動変換に伴い第一及び第二の伝達手段のカム溝係合部材が受ける応力の一部をハウジングにより担持させることができ、従ってハウジングにガイド溝が設けられていない構造の場合に比して、操作シミュレータの耐久性を向上させることができる。

20

【 0 0 4 1 】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項 1 0 乃至 1 6 の何れかの構成に於いて、前記中間部材の運動量に対する前記出力部材の運動量の比は前記入力部材の運動量に対する前記中間部材の運動量の比よりも大きいよう構成される（請求項 1 7 の構成）。

【 0 0 4 2 】

上記請求項 1 7 の構成によれば、中間部材の運動量に対する出力部材の運動量の比は入力部材の運動量に対する中間部材の運動量の比よりも大きいので、中間部材の運動量に対する出力部材の運動量の比が入力部材の運動量に対する中間部材の運動量の比よりも小さい構造の場合に比して、同一の連続的な非線形特性を達成する上で必要な中間部材の回転運動量を小さくすることができる。

30

【 0 0 4 3 】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項 1 0 乃至 1 7 の何れかの構成に於いて、前記第一及び第二の伝達手段は前記出力部材を前記軸線に沿って前記入力部材と同一の方向へ直線運動させるよう構成されているよう構成される（請求項 1 8 の構成）。

【 0 0 4 4 】

上記請求項 1 8 の構成によれば、出力部材は軸線に沿って入力部材と同一の方向へ直線運動するので、請求項 2 7 の構成の場合に比して入力部材の直線運動量が 0 であるときの入力部材と出力部材との間の距離を小さくことができ、これにより請求項 2 7 の構成の場合に比して、操作シミュレータの軸線に沿う方向の長さを小さくすることができる。

40

【 0 0 4 5 】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項 1 8 の構成に於いて、前記入力部材及び前記出力部材は前記入力部材の運動量が 0 であるときには互いに当接するよう構成される（請求項 1 9 の構成）。

【 0 0 4 6 】

上記請求項 1 9 の構成によれば、入力部材及び出力部材は入力部材の運動量が 0 であるときには互いに当接するので、入力部材の運動量が 0 であるときにも入力部材及び出力部

50

材が互いに隔置される構造の場合に比して、操作シミュレータの軸線に沿う方向の長さを小さくできると共に、入力部材の運動量が0であるときに於ける入力部材及び出力部材のがたつきを確実に低減することができる。

【0047】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項16乃至19の何れかの構成に於いて、前記反力発生手段は前記出力部材と前記ハウジングとの間に弾装され前記軸線に沿う圧縮変形を受けるよう構成される（請求項20の構成）。

【0048】

上記請求項20の構成によれば、反力発生手段は出力部材とハウジングとの間に弾装され軸線に沿う圧縮変形を受けるので、反力発生手段は効果的に出力部材に対し反力を付与することができる。

10

【0049】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項19又は20の構成に於いて、前記操作シミュレータは前記入力部材と前記出力部材との間に弾装され前記軸線に沿う引張り変形を受けることにより引張り変形量に応じて線形的に前記軸線に沿う方向の引張り応力を発生する引張り応力発生手段を有するよう構成される（請求項21の構成）。

【0050】

上記請求項21の構成によれば、入力部材と出力部材との間に弾装され軸線に沿う引張り変形を受けることにより引張り変形量に応じて線形的に軸線に沿う方向の引張り応力を発生する引張り応力発生手段が設けられているので、入力部材に付与される反力は出力部材及び中間部材を経て入力部材に伝達される反力発生手段の反力より入力部材に直接伝達される引張り応力発生手段の引張り応力との差であり、従って入力部材の運動量に対する出力部材の運動量の比により一義的に決定される入力部材の運動量に対する反力発生手段の反力の比とは異なる連続的な非線形の関係になるよう、入力部材の運動量に対する入力部材に伝達される反力の比を設定することができ、これにより引張り応力発生手段が設けられていない構造の場合に比して、入力部材の運動量に対する入力部材に伝達される反力の比の設定の自由度を高くすることができる。

20

【0051】

また本発明によれば、上記請求項10乃至21の何れかの構成に於いて、前記入力部材及び前記出力部材は前記軸線の周りの同一の位置にて前記軸線に沿って互いに隔置されており、前記第一及び第二の伝達手段の前記カム溝係合部材はそれらに共通のガイド溝に係合しているよう構成される（請求項22の構成）。

30

【0052】

上記請求項22の構成によれば、第一及び第二の伝達手段のカム溝係合部材はそれらに共通のガイド溝に係合しているので、入力部材及び出力部材が軸線の周りの互いに異なる位置に設けられ、第一及び第二の伝達手段のカム溝係合部材がそれぞれ個別のガイド溝に係合する構造の場合に比して、ガイド溝の数を低減し、操作シミュレータの構造を簡略化することができる。

【0053】

また本発明によれば、上記請求項10乃至22の何れかの構成に於いて、前記入力部材及び前記出力部材は前記軸線に沿って互いに係合する部分を有し、前記第一及び第二の伝達手段は前記互いに係合する部分に設けられ且つ前記軸線の周りの周方向に互いに隔置されているよう構成される（請求項23の構成）。

40

【0054】

上記請求項23の構成によれば、入力部材及び出力部材は軸線に沿って互いに係合する部分を有し、第一及び第二の伝達手段は互いに係合する部分に設けられ且つ軸線の周りの周方向に互いに隔置されているので、入力部材及び出力部材が軸線に沿って互いに係合する部分を有さず且つ第一及び第二の伝達手段が軸線に沿って互いに隔置されている構造の場合に比して、操作シミュレータの軸線方向の長さを低減し、操作シミュレータをコンパ

50

クト化することができる。

【0055】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項23の構成に於いて、前記入力部材及び前記出力部材はそれぞれ前記軸線に沿って他方の部材へ向けて延在する一对のアーム部を有し、前記入力部材の一对のアーム部及び前記出力部材の一对のアーム部は前記軸線の周りの周方向に見て交互に配設され、前記入力部材及び前記出力部材の前記軸線に沿う相対直線運動を許しつつ前記軸線の周りの相対回転運動を阻止するよう構成される（請求項24の構成）。

【0056】

上記請求項24の構成によれば、入力部材及び出力部材はそれぞれ軸線に沿って他方の部材へ向けて延在する一对のアーム部を有し、入力部材の一对のアーム部及び出力部材の一对のアーム部は軸線の周りの周方向に見て交互に配設され、入力部材及び出力部材の軸線に沿う相対直線運動を許容しつつ軸線の周りの相対回転運動を阻止するので、入力部材の直線運動が中間部材の回転運動に変換される際に入力部材が中間部材より受ける回転反力及び中間部材の回転運動が出力部材の直線運動に変換される際に中間部材が出力部材より受ける回転反力は互いに軸線の周りの逆方向になる。

10

【0057】

従って直線運動と回転運動との間の運動変換により生じる回転反力の少なくとも一部を入力部材及び出力部材により担持することができ、これにより第一及び第二の伝達手段が担持すべき回転反力を低減することができるので、入力部材の一对のアーム部及び出力部材の一对のアーム部が入力部材及び出力部材の軸線の周りの相対回転運動を阻止するよう構成されていない構造の場合に比して、操作シミュレータの耐久性を向上させることができる。

20

【0058】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項24の構成に於いて、前記入力部材及び前記出力部材は同一の形状を有し、前記軸線に沿って互いに他に対し逆向きに配設されているよう構成される（請求項25の構成）。

【0059】

上記請求項25の構成によれば、入力部材及び出力部材は同一の形状を有し、軸線に沿って互いに他に対し逆向きに配設されているので、入力部材及び出力部材を共通の部材とすることができ、これにより入力部材及び出力部材が互いに異なる形状を有する別部材である構造の場合に比して、必要な部品点数を低減し、操作シミュレータのコストを低減することができる。

30

【0060】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項23の構成に於いて、前記入力部材及び前記出力部材の一方は前記軸線に沿って他方の部材へ向けて延在する軸部を有し、前記他方の部材は前記軸線に沿って延在し前記軸部を前記軸線に沿って相対直線運動可能に受けるリセスを有し、前記第一及び第二の伝達手段の前記カム溝係合部材は前記軸部及び前記リセスの周囲の部分に設けられ且つ前記軸線の周りの周方向に互いに隔置されており、前記リセスの周囲の部分は前記軸部に設けられた前記カム溝係合部材が前記リセスの周囲の部分に対し相対的に前記軸線に沿って直線運動することを許すスリットを有するよう構成される（請求項26の構成）。

40

【0061】

上記請求項26の構成によれば、入力部材及び出力部材の一方に設けられた軸部が他方の部材に設けられたリセスに軸線に沿って相対直線運動可能に受けられているので、入力部材及び出力部材の一方に設けられた軸部が他方の部材に設けられたリセスに軸線に沿って相対直線運動可能に受けられていない構造の場合に比して、入力部材及び出力部材のたつきを確実に低減することができる。

【0062】

また第一及び第二の伝達手段のカム溝係合部材は軸部及びリセスの周囲の部分に設けら

50

れ且つ軸線の周りの周方向に互いに隔置されており、リセスの周囲の部分は軸部に設けられたカム溝係合部材がリセスの周囲の部分に対し相対的に軸線に沿って直線運動することを許すスリットを有するので、入力部材及び出力部材が軸部及びリセスを有さず、第一及び第二の伝達手段が軸線に沿って互いに隔置されている構造の場合に比して、操作シミュレータの軸線方向の長さを低減し、操作シミュレータをコンパクト化することができる。

【0063】

またリセスの周囲の部分は軸部に設けられたカム溝係合部材がリセスの周囲の部分に対し相対的に軸線に沿って直線運動することを許すスリットを有するので、カム溝係合部材がリセスの周囲の部分に対し相対的に軸線に沿って直線運動することがリセスの周囲の部分によって阻害されることを確実に防止することができる。

10

【0064】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項10乃至17の何れかの構成に於いて、前記第一及び第二の伝達手段は前記出力部材を前記軸線に沿って前記入力部材とは逆の方向へ直線運動させるよう構成され、前記反力発生手段は前記入力部材と前記出力部材との間に弾装され前記軸線に沿う圧縮変形を受けるよう構成される（請求項27の構成）。

【0065】

上記請求項27の構成によれば、出力部材は軸線に沿って入力部材とは逆の方向へ直線運動し、反力発生手段は入力部材と出力部材との間に弾装され軸線に沿う圧縮変形を受けるので、反力発生手段を入力部材と出力部材との間に配置することができ、また他の部材を要することなく入力部材及び出力部材によって反力発生手段を圧縮変形させることができ、これにより入力部材の直線運動量に対する反力発生手段の圧縮変形量の比を大きくすることができ、更には反力発生手段の反力の少なくとも一部を直接入力部材に作用させることができる。

20

【0066】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項10乃至27の何れかの構成に於いて、前記出力部材は他の部材と共働して前記軸線に沿う両側に液体にて充填された容積可変の二つのシリンダ室を郭定しており、前記出力部材は前記二つのシリンダ室を連通接続するオリフィスを有し、前記出力部材の直線運動に伴って前記液体が一方のシリンダ室より前記オリフィスを経て他方のシリンダ室へ流動するよう構成される（請求項28の構成）。

30

【0067】

上記請求項28の構成によれば、出力部材の直線運動に伴って液体が一方のシリンダ室よりオリフィスを経て他方のシリンダ室へ流動するので、液体がオリフィスを経て流動することによる減衰力が出力部材に対しその運動方向とは逆方向に作用し、従って操作手段に対するオペレータの操作速度が高く入力部材の直線運動速度が高いほど出力部材に作用する減衰力が高くなることにより、オペレータの操作速度が高いほど反力が高くなるよう操作速度に応じた操作反力を発生させることができる。

【0068】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項14乃至28の何れかの構成に於いて、前記第一及び第二の伝達手段の前記カム溝の前記軸線に沿う方向の延在範囲は前記軸線の周りの周方向に見て少なくとも部分的に互いにオーバーラップしているよう構成される（請求項29の構成）。

40

【0069】

上記請求項29の構成によれば、第一及び第二の伝達手段のカム溝の軸線に沿う方向の延在範囲は軸線の周りの周方向に見て少なくとも部分的に互いにオーバーラップしているので、第一及び第二の伝達手段のカム溝の軸線に沿う方向の延在範囲が軸線の周りの周方向に見て互いにオーバーラップしていない構造の場合に比して、第一及び第二の伝達手段のカム溝係合部材の軸線に沿う方向の間隔を小さくすることができ、これにより操作シミュレータの軸線方向の長さを低減し、操作シミュレータをコンパクト化することができる。

50

【0070】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項5乃至29の何れかの構成に於いて、前記カム溝係合部材は対応する部材に固定され径方向に延在する軸部材と、前記軸部材に回転可能に支持され前記カム溝の壁面に転動可能に係合するカムローラとを有するよう構成される（請求項30の構成）。

【0071】

上記請求項30の構成によれば、カム溝係合部材は対応する部材に固定され径方向に延在する軸部材と、軸部材に回転可能に支持されカム溝の壁面に転動可能に係合するカムローラとを有するので、カム溝係合部材がカム溝の壁面に転動可能に係合していない構造の場合に比して、カム溝係合部材とカム溝の壁面との間の摩擦を低減し、運動伝達元の運動と運動伝達先の運動との間の運動変換を円滑に行わせることができる。

10

【0072】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項30の構成に於いて、前記カム溝係合部材は前記軸部材に回転可能に支持され前記入力部材の直線運動の方向に沿って延在するガイド溝の壁面に転動可能に係合するガイドローラを有するよう構成される（請求項31の構成）。

【0073】

上記請求項31の構成によれば、カム溝係合部材は軸部材に回転可能に支持され入力部材の直線運動の方向に沿って延在するガイド溝の壁面に転動可能に係合するガイドローラを有するので、ガイド溝の壁面に転動可能に係合するガイドローラを有しない構造の場合に比して、軸部材を確実に入力部材の直線運動の方向に沿って移動させることができ、これにより運動伝達元の運動と運動伝達先の運動との間の運動変換を円滑に行わせることができる。

20

〔課題解決手段の好ましい態様〕

【0074】

本発明の一つの好ましい態様によれば、上記請求項1乃至30の何れかの構成に於いて、伝達手段は入力部材の運動量に対する出力部材の運動量の比が入力部材の運動量の増大につれて漸次増大するよう、入力部材の運動量に対する出力部材の運動量の比を入力部材の運動量に応じて連続的に非線形に変化させるよう構成される（好ましい態様1）。

【0075】

本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項3又は4又は上記好ましい態様1の構成に於いて、入力部材はハウジング内にて軸線に沿って直線運動可能にハウジングにより支持され、出力部材はハウジングを圍繞する状態にて軸線に沿って延在し且つハウジングにより軸線の周りに回転可能に支持されているよう構成される（好ましい態様2）。

30

【0076】

本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項5又は上記好ましい態様1又は2の構成に於いて、軸線の周りに等間隔に隔置された複数のカム溝及びカム溝係合部材が設けられているよう構成される（好ましい態様3）。

【0077】

本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項5又は上記好ましい態様1乃至3の何れかの構成に於いて、カム溝は出力部材に設けられ、カム溝係合部材は入力部材により支持されているよう構成される（好ましい態様4）。

40

【0078】

本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項7又は8又は上記好ましい態様1の構成に於いて、伝達手段は圧縮応力を受けると体積変化することなく変形する変形部材を含み、変形部材が入力部材の直線運動によって変形され、変形部材の変形によって出力部材が押圧されることにより直線運動するよう構成される（好ましい態様5）。

【0079】

本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記好ましい態様5の構成に於いて、入力

50

部材の直線運動量が増大するにつれて変形部材の変形量が漸次増大するよう構成される（好ましい態様6）。

【0080】

本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項9乃至30の何れかの構成に於いて、第一及び第二の伝達手段の少なくとも一方は運動伝達元の部材の運動量に対する運動伝達先の部材の運動量の比が運動伝達元の部材の運動量の増大につれて漸次増大するよう、運動伝達元の部材の運動量に対する運動伝達先の部材の運動量の比を運動伝達元の部材の運動量に応じて連続的に非線形に変化させるよう構成される（好ましい態様7）。

【0081】

本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項10又は上記好ましい態様7の構成に於いて、第二の伝達手段は中間部材が前記軸線の周りに回転することにより出力部材を前記軸線に垂直な方向へ直線運動させる偏心カムを含んでいるよう構成される（好ましい態様8）。

10

【0082】

本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項11乃至30の何れか又は上記好ましい態様7の構成に於いて、中間部材はハウジング内にて軸線に沿って延在し且つハウジングにより軸線の周りに回転可能に支持されており、入力部材及び出力部材は中間部材内にて軸線に沿って配設され且つ軸線に沿って直線運動可能に中間部材により支持されているよう構成される（好ましい態様9）。

20

【0083】

本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項12乃至30の何れか又は上記好ましい態様9の構成に於いて、第一の伝達手段は入力部材の運動量に対する中間部材の運動量の比が入力部材の運動量の増大につれて漸次増大するよう、入力部材の運動量に対する中間部材の運動量の比を入力部材の運動量に応じて連続的に非線形に変化させるよう構成され、第二の伝達手段は中間部材の運動量に対する出力部材の運動量の比が中間部材の運動量の増大につれて漸次増大するよう、中間部材の運動量に対する出力部材の運動量の比を中間部材の運動量に応じて連続的に非線形に変化させるよう構成される（好ましい態様10）。

【0084】

本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項14乃至30の何れか又は上記好ましい態様9又は10の構成に於いて、軸線の周りに等間隔に隔置された複数のカム溝及びカム溝係合部材が設けられているよう構成される（好ましい態様11）。

30

【0085】

本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項17乃至30の何れか又は上記好ましい態様9乃至11の何れか構成に於いて、入力部材の運動量の増大に伴う中間部材の運動量に対する出力部材の運動量の比の増大率は入力部材の運動量に対する中間部材の運動量の比の増大率よりも大きいよう構成される（好ましい態様12）。

【発明を実施するための最良の形態】

【0086】

以下に添付の図を参照しつつ、本発明を幾つかの好ましい実施例について詳細に説明する。

40

【0087】

まず実施例の説明に先立ち、ブレーキストロークシミュレータとして構成された本発明による操作シミュレータの後述の各実施例が適用されてよい自動車等の車両のブレーキ装置の一つの適用例について図17を参照して説明する。

【0088】

図17はブレーキストロークシミュレータの実施例が適用されてよい一つの適用例として油圧式のブレーキ装置210を示しており、ブレーキ装置210は運転者によるブレーキペダル212の踏み込み操作に 응답してブレーキオイルを圧送するマスタシリンダ214を有している。ブレーキペダル212は枢軸212Aにより枢支され、オペレーション

50

ロッド 2 1 6 によりマスタシリンダ 2 1 4 のピストンに連結されている。

【 0 0 8 9 】

マスタシリンダ 2 1 4 は第一のマスタシリンダ室 2 1 4 A と第二のマスタシリンダ室 2 1 4 B とを有し、これらのマスタシリンダ室にはそれぞれ左前輪用のブレーキ油圧供給導管 2 1 8 及び右前輪用のブレーキ油圧制御導管 2 2 0 の一端が接続されている。ブレーキ油圧制御導管 2 1 8 及び 2 2 0 の他端にはそれぞれ左前輪及び右前輪の制動力を制御するホイールシリンダ 2 2 2 FL 及び 2 2 2 FR が接続されている。

【 0 0 9 0 】

ブレーキ油圧供給導管 2 1 8 及び 2 2 0 の途中にはそれぞれ連通制御弁として機能する常開型の電磁開閉弁（所謂マスタカット弁）2 2 4 L 及び 2 2 4 R が設けられ、電磁開閉弁 2 2 4 L 及び 2 2 4 R はそれぞれ第一のマスタシリンダ室 2 1 4 A 及び第二のマスタシリンダ室 2 1 4 B と対応するホイールシリンダ 2 2 2 FL 及び 2 2 2 FR との連通を制御する遮断弁として機能する。また第一のマスタシリンダ 2 1 4 A には途中に常閉型の電磁開閉弁（常閉弁）2 2 6 を有する導管 2 2 8 A により本発明に従って構成されたブレーキストロークシミュレータ 1 0 が接続されている。

【 0 0 9 1 】

マスタシリンダ 2 1 4 にはリザーバ 2 3 0 が接続されており、リザーバ 2 3 0 には油圧供給導管 2 3 2 の一端が接続されている。油圧供給導管 2 3 2 の途中には電動機 2 3 4 により駆動されるオイルポンプ 2 3 6 が設けられており、オイルポンプ 2 3 6 の吐出側の油圧供給導管 2 3 2 には高圧の油圧を蓄圧するアキュムレータ 2 3 8 が接続されている。リザーバ 2 3 0 とオイルポンプ 2 3 6 との間の油圧供給導管 2 3 2 には油圧排出導管 2 4 0 の一端が接続されている。リザーバ 2 3 0、オイルポンプ 2 3 6、アキュムレータ 2 3 8 等は後述の如くホイールシリンダ 2 2 2 FL、2 2 2 FR、2 2 2 RL、2 2 2 RR 内の圧力を増圧するための高圧の圧力源として機能する。

【 0 0 9 2 】

尚図 1 7 には示されていないが、オイルポンプ 2 3 6 の吸入側の油圧供給導管 2 3 2 と吐出側の油圧供給導管 2 3 2 とを連通接続する導管が設けられ、該導管の途中にはアキュムレータ 2 3 8 内の圧力が基準値を越えた場合に開弁し吐出側の油圧供給導管 2 3 2 より吸入側の油圧供給導管 2 3 2 へオイルを戻すリリーフ弁が設けられている。

【 0 0 9 3 】

オイルポンプ 2 3 6 の吐出側の油圧供給導管 2 3 2 は、油圧制御導管 2 4 2 により電磁開閉弁 2 2 4 L とホイールシリンダ 2 2 2 FL との間のブレーキ油圧供給導管 2 1 8 に接続され、油圧制御導管 2 4 4 により電磁開閉弁 2 2 4 R とホイールシリンダ 2 2 2 FR との間のブレーキ油圧供給導管 2 2 0 に接続され、油圧制御導管 2 4 6 により左後輪用のホイールシリンダ 2 2 2 RL に接続され、油圧制御導管 2 4 8 により右後輪用のホイールシリンダ 2 2 2 RR に接続されている。

【 0 0 9 4 】

油圧制御導管 2 4 2、2 4 4、2 4 6、2 4 8 の途中にはそれぞれ常閉型の電磁式のリニア弁 2 5 0 FL、2 5 0 FR、2 5 0 RL、2 5 0 RR が設けられている。リニア弁 2 5 0 FL、2 5 0 FR、2 5 0 RL、2 5 0 RR に対しホイールシリンダ 2 2 2 FL、2 2 2 FR、2 2 2 RL、2 2 2 RR の側の油圧制御導管 2 4 2、2 4 4、2 4 6、2 4 8 はそれぞれ油圧制御導管 2 5 2、2 5 4、2 5 6、2 5 8 により油圧排出導管 2 4 0 に接続されており、油圧制御導管 2 5 2、2 5 4 の途中にはそれぞれ常閉型の電磁式のリニア弁 2 6 0 FL、2 6 0 FR が設けられ、また油圧制御導管 2 5 6、2 5 8 の途中にはそれぞれ常閉型の電磁式のリニア弁よりも低廉な常開型の電磁式のリニア弁 2 6 0 RL、2 6 0 RR が設けられている。

【 0 0 9 5 】

リニア弁 2 5 0 FL、2 5 0 FR、2 5 0 RL、2 5 0 RR はそれぞれホイールシリンダ 2 2 2 FL、2 2 2 FR、2 2 2 RL、2 2 2 RR に対する増圧弁（保持弁）として機能し、リニア弁 2 6 0 FL、2 6 0 FR、2 6 0 RL、2 6 0 RR はそれぞれホイールシリンダ 2 2 2 FL、2 2 2 FR、2 2 2 RL、2 2 2 RR に対する減圧弁として機能し、従ってこれらのリニア弁は互いに共

10

20

30

40

50

働してアクキュムレータ 2 3 8 内より各ホイールシリンダに対する高圧のオイルの給排を制御する増減圧制御弁を構成している。

【 0 0 9 6 】

尚各電磁開閉弁、各リニア弁及び電動機 2 3 4 に駆動電流が供給されない非制御時には電磁開閉弁 2 2 4 L 及び 2 2 4 R は開弁状態に維持され、電磁開閉弁 2 2 6、リニア弁 2 5 0 FL ~ 2 5 0 RR、リニア弁 2 6 0 FL 及び 2 6 0 FR は閉弁状態に維持され、リニア弁 2 6 0 RL 及び 2 6 0 RR は開弁状態に維持され（非制御モード）、これにより左右前輪のホイールシリンダ内の圧力は直接マスタシリンダ 2 1 4 により制御される。

【 0 0 9 7 】

図 1 7 に示されている如く、第一のマスタシリンダ室 2 1 4 A と電磁開閉弁 2 2 4 L との間のブレーキ油圧制御導管 2 1 8 には該制御導管内の圧力を第一のマスタシリンダ圧力 P_{m1} として検出する第一の圧力センサ 2 6 6 が設けられている。同様に第二のマスタシリンダ室 2 1 4 B と電磁開閉弁 2 2 4 R との間のブレーキ油圧制御導管 2 2 0 には該制御導管内の圧力を第二のマスタシリンダ圧力 P_{m2} として検出する第二の圧力センサ 2 6 8 が設けられている。ブレーキペダル 2 1 2 には運転者によるブレーキペダルの踏み込みストローク S_t を検出するストロークセンサ 2 7 0 が設けられ、オイルポンプ 2 3 4 の吐出側の油圧供給導管 2 3 2 には該導管内の圧力をアクキュムレータ圧力 P_a として検出する圧力センサ 2 7 2 が設けられている。

10

【 0 0 9 8 】

それぞれ電磁開閉弁 2 2 4 L 及び 2 2 4 R とホイールシリンダ 2 2 2 FL 及び 2 2 2 FR との間のブレーキ油圧供給導管 2 1 8 及び 2 2 0 には、対応する導管内の圧力をホイールシリンダ 2 2 2 FL 及び 2 2 2 FR 内の圧力 P_{fl} 、 P_{fr} として検出する圧力センサ 2 7 4 FL 及び 2 7 4 FR が設けられている。またそれぞれ電磁開閉弁 2 5 0 RL 及び 2 5 0 RR とホイールシリンダ 2 2 2 RL 及び 2 2 2 RR との間の油圧制御導管 2 4 6 及び 2 4 8 には、対応する導管内の圧力をホイールシリンダ 2 2 2 RL 及び 2 2 2 RR 内の圧力 P_{rl} 、 P_{rr} として検出する圧力センサ 2 7 4 RL 及び 2 7 4 RR が設けられている。

20

【 0 0 9 9 】

電磁開閉弁 2 2 4 L 及び 2 2 4 R、電磁開閉弁 2 2 6、電動機 2 3 4、リニア弁 2 5 0 FL ~ 2 5 0 RR、リニア弁 2 6 0 FL ~ 2 6 0 RR は図 1 7 には示されていない電子制御装置により制御される。

30

【 0 1 0 0 】

電子制御装置には、圧力センサ 2 6 6 及び 2 6 8 よりそれぞれ第一のマスタシリンダ圧力 P_{m1} 及び第二のマスタシリンダ圧力 P_{m2} を示す信号、ストロークセンサ 2 7 0 よりブレーキペダル 2 1 2 の踏み込みストローク S_t を示す信号、圧力センサ 2 7 2 よりアクキュムレータ圧力 P_a を示す信号、圧力センサ 2 7 4 FL ~ 2 7 4 RR よりそれぞれホイールシリンダ 2 2 2 FL ~ 2 2 2 RR 内の圧力 P_i ($i = fl, fr, rl, rr$) を示す信号が入力される。

【 0 1 0 1 】

電子制御装置は、ブレーキペダル 2 1 2 が踏み込まれると電磁開閉弁 2 2 6 を開弁すると共に、電磁開閉弁 2 2 4 L 及び 2 2 4 R を閉弁し、その状態にて圧力センサ 2 6 6、2 6 8 により検出されたマスタシリンダ圧力 P_{m1} 、 P_{m2} 及びストロークセンサ 2 7 0 より検出された踏み込みストローク S_t に基づき車輻の目標減速度 G_t を演算し、車輻の目標減速度 G_t に基づき各車輪の目標ホイールシリンダ圧力 P_{ti} ($i = fl, fr, rl, rr$) をマスタシリンダ圧力 P_{m1} 、 P_{m2} よりも高い値に演算し、各車輪の制動圧 P_i が目標ホイールシリンダ圧力 P_{ti} になるよう各リニア弁 2 5 0 FL ~ 2 5 0 RR 及び 2 6 0 FL ~ 2 6 0 RR を制御する。

40

【 0 1 0 2 】

以上の説明より解る如く、電子制御装置は運転者の制動操作量に基づき各車輪の目標ホイールシリンダ圧力をマスタシリンダ圧力 P_{m1} 、 P_{m2} よりも高い値に演算し、電磁開閉弁 2 2 4 L 及び 2 2 4 R、電磁開閉弁 2 2 6、電動機 2 3 4、リニア弁 2 5 0 FL ~ 2 5 0 RR、リニア弁 2 6 0 FL ~ 2 6 0 RR、圧力センサ 2 6 6 等の各センサと共働して高圧の圧力源の

50

圧力を使用して電磁開閉弁 2 2 4 L 及び 2 2 4 R を閉弁させた状態で各車輪のホイールシリンダ圧力が対応する目標ホイールシリンダ圧力になるようリニア弁 2 5 0 FL ~ 2 5 0 RR 及びリニア弁 2 6 0 FL ~ 2 6 0 RR を制御する。

【 0 1 0 3 】

この場合ブレーキストロークシミュレータ 1 0 は、電磁開閉弁 2 2 4 L 及び 2 2 4 R が閉弁されることによりマスタシリンダ 2 1 4 とホイールシリンダ 2 2 2 FL、2 2 2 FR との連通が遮断された状況に於いて、運転者によるブレーキペダル 2 1 2 の踏み込みストロークを許容すると共に、所望の連続的な非線形特性にてブレーキペダル 2 1 2 を介して運転者に反力を付与する。

【 0 1 0 4 】

尚本発明に従って構成されたブレーキストロークシミュレータ 1 0 が適用されてよいブレーキ装置は図 1 7 に示された構成のブレーキ装置に限定されるものではなく、例えば本願出願人の出願にかかる国際特許出願である P C T / I B 2 0 0 6 / 0 0 2 0 3 7 の明細書及び図面に開示されたマスタシリンダ背面加圧式のブレーキ装置や、マスタシリンダが設けられておらず、オペレーションロッド 2 1 6 が直接ストロークシミュレータ 1 0 の入力ピストンを押圧駆動するパイワイヤ式のブレーキ装置であってもよい。

[第一の実施例]

【 0 1 0 5 】

図 1 はブレーキストロークシミュレータとして構成された本発明による操作シミュレータの第一の実施例を示す軸線に沿う断面図、図 2 は第一の実施例の出力ロータを平面に展開して示す展開図である。

【 0 1 0 6 】

これらの図に於いて、1 0 はブレーキストロークシミュレータを全体的に示しており、ストロークシミュレータ 1 0 は軸線 1 2 に沿って直線運動可能な入力部材としての入力ピストン 1 4 を有している。入力ピストン 1 4 は一端にて開口する円筒形のハウジング 1 6 内に軸線 1 2 に沿って往復動可能に支持されており、ハウジング 1 6 と共働して容積可変の第一のシリンダ室 1 8 を郭定している。ハウジング 1 6 の他端の端壁には連通孔 2 0 が設けられており、第一のシリンダ室 1 8 は連通孔 2 0 及び導管 2 2 8 A を介して第一のマスタシリンダ室 2 1 4 A に連通接続され、これによりオイルにて充填されている。入力ピストン 1 4 は第一のシリンダ室 1 8 内の液圧が上昇すると、該液圧に応じて図 1 で見て左方へ軸線 1 2 に沿って移動する。

【 0 1 0 7 】

ハウジング 1 6 の一端にはエンドキャップ 2 2 が圧入等の手段により固定されており、入力ピストン 1 4 はハウジング 1 6 及びエンドキャップ 2 2 と共働して容積可変の第二のシリンダ室 2 4 を郭定している。入力ピストン 1 4 の両端部の外周にはテフロン（登録商標）リングの如き減摩リング 2 6 及び 2 8 が装着されており、減摩リング 2 6 及び 2 8 は入力ピストン 1 4 がハウジング 1 6 に対し相対的に直線運動する際の摩擦抵抗を低減すると共に、入力ピストン 1 4 とハウジング 1 6 の内壁面との間をシールし、これにより第一のシリンダ室 1 8 と第二のシリンダ室 2 4 との連通を遮断している。尚図 1 及び図 2 には示されていないが、ストロークシミュレータ 1 0 はハウジング 1 6 若しくはエンドキャップ 2 2 が車体に取り付けられることにより車体に固定されている。

【 0 1 0 8 】

荷重伝達ロッド 3 0 が入力ピストン 1 4 を貫通して軸線 1 2 に垂直に延在し、圧入等の手段により入力ピストン 1 4 に固定されている。荷重伝達ロッド 3 0 の両端部はハウジング 1 6 の円筒状の側壁に設けられたガイド溝 3 2 を貫通して出力部材としての出力ロータ 3 4 に設けられたカム溝 3 6 内まで延在している。また荷重伝達ロッド 3 0 の両端部は実質的に球形のガイドローラ 3 8 及びカムローラ 4 0 を自らの軸線 3 0 A の周りに回転可能に支持している。各ガイドローラ 3 8 は対応するガイド溝 3 2 の壁面に転動可能に係合し、各カムローラ 4 0 はカム溝 3 6 の壁面に転動可能に係合している。ガイド溝 3 2 及びカム溝 3 6 の幅はそれぞれガイドローラ 3 8 及びカムローラ 4 0 の最大直径よりも極僅かに

10

20

30

40

50

大きい値に設定されている。

【0109】

二つのガイド溝32は軸線12の周りに互いに180°隔置されると共に軸線12に平行に直線的に延在しており、従ってガイドローラ38は荷重伝達ロッド30の周りの回転運動を除けば、ガイド溝32内を軸線12に沿って直線的にのみ運動可能である。二つのカム溝36も軸線12の周りに互いに180°隔置されているが、図2に示されている如く、カム溝36は軸線12及び周方向に対し傾斜した状態にて湾曲して延在している。従ってカムローラ40は荷重伝達ロッド30の周りの回転運動を除けば、カム溝36内を軸線12及び周方向に対し傾斜し湾曲した運動軌跡に沿ってのみ運動可能である。

【0110】

ガイド溝32はハウジング16の内壁面に設けられ軸線12に沿って延在する複数の溝16Aを介して第二のシリンダ室24と常時連通しており、またハウジング16に設けられ軸線12に沿って延在する連通孔41及び導管228Bを介してリザーバ230と常時連通している。カム溝36はハウジング16と出力ロータ34との間の空間を介してガイド溝32と常時連通している。従って第二のシリンダ室24、ガイド溝32、カム溝36もオイルにて充填されており、オイルはガイドローラ38及びカムローラ40の回転及び回転に対する潤滑油としても作用する。

【0111】

出力ロータ34はハウジング16の円筒状の側壁に遊嵌合すると共に軸線12に沿って延在する円筒状をなしている。また出力ロータ34はその軸線に沿う両端部にてハウジング16との間に設けられたアンギュラベアリング42及び44によりハウジング16に対し相対的に軸線12の周りに回転可能に支持されている。アンギュラベアリング42及び44は出力ロータ34がハウジング16に対し相対的に軸線12の周りに回転することを許すが、出力ロータ34がハウジング16に対し相対的に軸線12に沿って移動することを阻止する。アンギュラベアリング42及び44に対し軸線方向外側には軸線12の周りに環状に延在するカップシール46及び48が装着されている。カップシール46及び48はゴムの如き弾性材よりなり、出力ロータ34がハウジング16に対し相対的に軸線12の周りに回転することを許しつつアンギュラベアリング42及び44に粉塵や泥水等の異物が侵入することを阻止するようになっている。

【0112】

出力ロータ34の周りにはフランジ部50Aを有する円筒状のカバー50が圧入等の手段により固定されている。カバー50は出力ロータ34の周りに密に嵌合してカム溝36の外周を塞いでおり、これによりカム溝36は外界と遮断されている。フランジ部50Aはカバー50の一端より径方向外方へ突出し且つ周方向に延在しており、反力発生部材としてのトーションばね52の一端を支持している。トーションばね52は出力ロータ34の一端の周りにコイル状に延在し、他端にてエンドキャップ22のフランジ部22Aに固定されている。従ってトーションばね52は出力ロータ34がエンドキャップ22に対し相対的に軸線12の周りに回転することによって回転方向の変形を受けると、その変形量に比例して線形的に回転方向の反力、即ち反力トルクを発生する。

【0113】

かくして図示の第一の実施例に於いては、荷重伝達ロッド30、ガイド溝32、カム溝36、ガイドローラ38等は、互いに共働して入力ピストン14の軸線12に沿う直線運動を軸線12の周りの回転運動に変換して出力ロータ34に伝達し、出力ロータ34等を介してトーションばね52を変形させると共に、トーションばね52の回転方向の反力を軸線12に沿って入力ピストン14の直線運動の方向とは逆方向に作用する反力として入力ピストン14に伝達する伝達手段54として機能する。

【0114】

特にこの実施例に於ける伝達手段54は、入力ピストン14の直線運動量に対する出力ロータ34の回転運動量の比が入力ピストン14の直線運動量の増大につれて漸次増大するよう、入力ピストン14の直線運動量に対する出力ロータ34の回転運動量の比を入力

10

20

30

40

50

ピストン 1 4 の直線運動量に応じて変化させることにより、入力ピストン 1 4 の軸線 1 2 に沿う直線運動量に対するトーシオンばね 5 2 の変形量の比が入力ピストン 1 4 の直線運動量の増大につれて漸次増大するよう、入力ピストン 1 4 の軸線 1 2 に沿う直線運動量に対するトーシオンばね 5 2 の変形量の比を入力ピストン 1 4 の直線運動量に応じて変化させる。

【 0 1 1 5 】

尚運転者によりブレーキペダル 2 1 2 に踏力が与えられると、ブレーキペダル 2 1 2 が枢軸 2 1 2 A の周りに枢動してペダル部がストロークすると共に、ブレーキペダル 2 1 2 に与えられた踏力がマスタシリンダ 2 1 4 によって液圧に変換され、該液圧が導管 2 2 8 A 及び連通孔 2 0 を経て第一のシリンダ室 1 8 へ伝達され、これにより入力ピストン 1 4 に対し軸線 1 2 に沿う方向の荷重が伝達される。この踏み込み荷重の伝達及び液圧変換は後述の他の実施例に於いても同様である。

10

【 0 1 1 6 】

また伝達手段 5 4 により入力ピストン 1 4 に伝達されたトーシオンばね 5 2 の反力は、入力ピストン 1 4 によって第一のシリンダ室 1 8 内の液圧に変換され、連通孔 2 0 及び導管 2 2 8 A を経て第一のマスタシリンダ室 2 1 4 A に伝達され、マスタシリンダ 2 1 4 及びブレーキペダル 2 1 2 によって踏み込み方向とは逆方向の荷重に変換され、これにより運転者に対し踏み込み操作の反力が与えられる。この反力荷重の伝達及び液圧変換も後述の他の実施例に於いても同様である。

【 0 1 1 7 】

20

特に図示の第一の実施例に於いては、二つのガイド溝 3 2 及び二つのカム溝 3 6 はそれぞれ軸線 1 2 の周りに互いに 1 8 0 ° 隔置された位置に設けられ、ガイド溝 3 2 及びカム溝 3 6 の図にて右端は軸線 1 2 に沿う同一の軸線方向位置に位置している。またマスタシリンダ 2 1 4 より第一のシリンダ室 1 8 に対し液圧が与えられない非制動時には、トーシオンばね 5 2 のばね力がカバー 5 0 を介して出力ロータ 3 4 に与えられることにより、ガイドローラ 3 8 及びカムローラ 4 0 はそれぞれガイド溝 3 2 及びカム溝 3 6 の図にて右端に当接する初期位置に位置するようになっている。またガイドローラ 3 8 及びカムローラ 4 0 が初期位置にあるときには、入力ピストン 1 4 は第一のシリンダ室 1 8 の容積が最小になり且つ第二のシリンダ室 2 4 の容積が最大になる初期位置に位置決めされる。

【 0 1 1 8 】

30

また各カム溝 3 6 は図 2 で見て右端より左端へ向かうにつれて周方向に対する傾斜角が漸次小さくなるよう湾曲して延在している。従って伝達手段 5 4 は図 1 8 に示されている如く入力ピストン 1 4 が軸線 1 2 に沿って図にて左方へ移動するにつれて入力ピストン 1 4 の軸線 1 2 に沿う直線運動量に対する出力ロータ 3 4 の回転運動量の比を漸次増大させ、これにより入力ピストン 1 4 の軸線 1 2 に沿う直線運動量に対するトーシオンばね 5 2 の変形量の比を漸次増大する。

【 0 1 1 9 】

上述の如く構成された第一の実施例に於いて、マスタシリンダ 2 1 4 内の液圧が上昇し、入力ピストン 1 4 が軸線 1 2 に沿って図 1 で見て左方へ直線運動すると、伝達手段 5 4 により入力ピストン 1 4 の直線運動が軸線 1 2 の周りの回転運動に変換されて出力ロータ 3 4 に伝達され、出力ロータ 3 4 の回転によりトーシオンばね 5 2 が変形される。そしてトーシオンばね 5 2 の回転方向の反力が伝達手段 5 4 により出力ロータ 3 4 より軸線 1 2 に沿う方向の反力として入力ピストン 1 4 に伝達され、入力ピストン 1 4 によって第一のシリンダ室 1 8 内の液圧に変換され、該液圧は連通孔 2 0 及び導管 2 2 8 A を経て第一のマスタシリンダ室 2 1 4 A に伝達され、マスタシリンダ 2 1 4 及びブレーキペダル 2 1 2 によって踏み込み方向とは逆方向の荷重に変換され、これにより運転者に対し踏み込み操作の反力が与えられる。

40

【 0 1 2 0 】

この場合ブレーキペダル 2 1 2 の踏み込み量の増大につれて伝達手段 5 4 により入力ピストン 1 4 の軸線 1 2 に沿う直線運動量に対するトーシオンばね 5 2 の変形量の比が漸次

50

増大されるので、ブレーキペダル 2 1 2 の踏み込み量に対するペダル反力の比が漸次増大し、従ってトーションばね 5 2 自体のばね特性は線形のばね特性であるが、ブレーキペダル 2 1 2 の踏み込み量に対するペダル反力の特性は図 1 9 に示されている如き連続的な非線形の特性になる。

【 0 1 2 1 】

尚ブレーキペダル 2 1 2 の踏み込み量が増大され、入力ピストン 1 4 が軸線 1 2 に沿って図 1 で見て左方へ直線運動すると、第二のシリンダ室 2 4 の容積が減少するので、第二のシリンダ室 2 4 内のオイルは溝 1 6 A、ガイド溝 3 2、連通孔 4 1、導管 2 2 8 B を経てリザーバ 2 3 0 へ流出する。逆にブレーキペダル 2 1 2 の踏み込み量が低減され、入力ピストン 1 4 が軸線 1 2 に沿って図 1 で見て右方へ直線運動すると、第二のシリンダ室 2 4 の容積が増大するので、リザーバ 2 3 0 内のオイルが導管 2 2 8 B、連通孔 4 1、ガイド溝 3 2、溝 1 6 A を経て第二のシリンダ室 2 4 へ流出する。

10

【 0 1 2 2 】

かくして図示の第一の実施例によれば、ストロークシミュレータ 1 0 はマスタシリンダ 2 1 4 とホイールシリンダ 2 2 2 FL、2 2 2 FR とが遮断されているような状況に於いても運転者によるブレーキペダル 2 1 2 の踏み込みストロークを許容すると共に、運転者がブレーキペダル 2 1 2 より感じる制動操作反力をブレーキペダル 2 1 2 の踏み込み量の増大につれて連続的な非線形の特性にて増大させ、これにより最適な制動操作フィーリングを達成することができる。

【 0 1 2 3 】

特に図示の第一の実施例によれば、伝達手段 5 4 による運動変換は入力ピストン 1 4 の直線運動と出力ロータ 3 4 の回転運動との間の変換のみであるので、例えば直線運動と回転運動との間の変換及び回転運動と直線運動との間の変換の両方が行われる後述の第三乃至第八の実施例の場合に比して、ブレーキストロークシミュレータ 1 0 の構造を簡素化することができる。

20

【 0 1 2 4 】

また図示の第一の実施例によれば、出力ロータ 3 4 がハウジング 1 6 を囲繞する状態にて入力ピストン 1 4 に嵌合すると共に、回転によって反力発生手段としてのトーションばね 5 2 を変形させるので、反力発生手段が軸線 1 2 に沿って配設され且つ軸線 1 2 に沿って変形される構造の場合に比して、ストロークシミュレータ 1 0 の軸線方向長さを小さくすることができる。

30

【 0 1 2 5 】

また図示の第一の実施例によれば、入力ピストン 1 4 はハウジング 1 6 内にて往復動可能にハウジング 1 6 により支持され、出力ロータ 3 4 はハウジング 1 6 外にて回転動可能にハウジング 1 6 により支持され、入力ピストン 1 4 及び出力ロータ 3 4 は相対運動するよう直接的に係合している訳ではないので、後述の第四乃至第八の実施例の場合に比して、部材の摩擦運動に起因する部材の摩擦を低減し、耐久性を向上させることができる。

[第二の実施例]

【 0 1 2 6 】

図 3 はブレーキストロークシミュレータとして構成された本発明による操作シミュレータの第二の実施例を示す軸線に沿う断面図である。尚図 3 に於いて図 1 に示された部材と同一の部材には図 1 に於いて付された符号と同一の符号が付されている。

40

【 0 1 2 7 】

この第二の実施例に於いては、入力ピストン 1 4 はその根元部、即ち第一のシリンダ室 1 8 の側の端部に於いてハウジング 1 6 により軸線 1 2 に沿って往復動可能に支持されている。リングシール 2 7 がハウジング 1 6 の内壁面に取り付けられており、第一の実施例に於ける減摩リング 2 6 及び 2 8 に対応するリングは設けられていない。また入力ピストン 1 4 はその根元部以外の部分に於いてハウジング 1 6 に対し遊嵌合し、ハウジング 1 6 との間に第二のシリンダ室 2 4 と連通するばね室 5 8 を郭定している。ばね室 5 8 は連通孔 4 1 及び導管 2 2 8 B を介してリザーバ 2 3 0 と常時連通している。第二のシリンダ

50

室 2 4 には変形部材としての円板状のリアクションディスク 6 0 が充填配置されており、リアクションディスク 6 0 は圧縮応力を受けると実質的に体積変化することなく変形する材料にて形成されている。

【 0 1 2 8 】

入力ピストン 1 4 の先端部、即ち第二のシリンダ室 2 4 の側の端部は実質的に切頭円錐形をなし、先端にてリアクションディスク 6 0 に当接している。入力ピストン 1 4 の先端部の周りには実質的に剛体よりなり出力部材として機能する円筒状の荷重伝達子 6 2 が配置されており、荷重伝達子 6 2 は軸線 1 2 に沿ってハウジング 1 6 及び入力ピストン 1 4 に対し相対的に変位可能にこれらに嵌合している。荷重伝達子 6 2 の内周面及び外周面には軸線 1 2 に沿って延在する複数の溝 6 2 A 及び 6 2 B が設けられている。ばね室 5 8 には入力ピストン 1 4 を圍繞する状態にて反力発生手段としての圧縮コイルばね 6 4 が配置され、圧縮コイルばね 6 4 は荷重伝達子 6 2 とハウジング 1 6 の端壁との間に弾装されている。

10

【 0 1 2 9 】

この第二の実施例に於いては、入力ピストン 1 4 が軸線 1 2 に沿って図 5 で見て左方へ移動しリアクションディスク 6 0 が圧縮変形されると、荷重伝達子 6 2 がリアクションディスク 6 0 によって押圧され、これにより荷重伝達子 6 2 は圧縮コイルばね 6 4 の圧縮変形量を増大する方向、即ち入力ピストン 1 4 の運動方向とは逆方向へ軸線 1 2 に沿って移動せしめられる。また入力ピストン 1 4 が軸線 1 2 に沿って図 5 で見て左方へ移動するにつれてリアクションディスク 6 0 に与えられる圧縮変形量が漸次増大するので、圧縮コイルばね 6 4 の圧縮変形量を増大する方向への荷重伝達子 6 2 の移動量が漸次増大する。

20

【 0 1 3 0 】

従って入力ピストン 1 4 の先端部及びリアクションディスク 6 0 は互いにハウジング 1 6 等と共働して入力ピストン 1 4 の軸線 1 2 に沿う直線運動を軸線 1 2 に沿う逆方向の直線運動に変換して荷重伝達子 6 2 へ伝達する伝達手段として機能すると共に、入力ピストン 1 4 が軸線 1 2 に沿って図 5 で見て左方へ移動するにつれて入力ピストン 1 4 の軸線 1 2 に沿う直線運動量に対する荷重伝達子 6 2 の直線運動量の比を漸次増大させ、これにより入力ピストン 1 4 の軸線 1 2 に沿う直線運動量に対する圧縮コイルばね 6 4 の圧縮変形量の比を漸次増大させる。

【 0 1 3 1 】

尚非制動時には、即ちマスタシリンダ 2 1 4 より第一のシリンダ室 1 8 へ液圧が供給されていないときには、入力ピストン 1 4 によりリアクションディスク 6 0 に与えられる変形量が最小になり、従って荷重伝達子 6 2 による圧縮コイルばね 6 4 の圧縮変形量が最小になると共に、入力ピストン 1 4 が図 5 で見て右端にてハウジング 1 6 の端壁に当接する初期位置に位置決めされるようになっている。

30

【 0 1 3 2 】

上述の如く構成された第二の実施例に於いては、入力ピストン 1 4 の軸線 1 2 に沿う直線運動がリアクションディスク 6 0 により逆方向の直線運動として荷重伝達子 6 2 に伝達され、荷重伝達子 6 2 によって圧縮コイルばね 6 4 が圧縮変形されることにより反力が発生される。また圧縮コイルばね 6 4 の反力は荷重伝達子 6 2 よりリアクションディスク 6 0 を経て入力ピストン 1 4 に逆方向に作用する応力として伝達される。

40

【 0 1 3 3 】

かくして図示の第二の実施例によれば、上述の第一の実施例の場合と同様、ストロークシミュレータ 1 0 はマスタシリンダとホイールシリンダとが遮断されているような状況に於いても運転者によるブレーキペダル 2 1 2 の踏み込みストロークを許容すると共に、ブレーキペダル 2 1 2 の踏み込み量の増大につれて運転者が感じる制動操作反力を連続的な非線形特性にて増大させ、これにより最適な制動操作フィーリングを達成することができる。

【 0 1 3 4 】

特に図示の二の実施例によれば、入力ピストン 1 4 の直線運動を回転運動に変換する力

50

ム溝やカムリングの如き部材は不要であり、入力ピストン 14 の直線運動がリアクションディスク 60 により荷重伝達子 62 の逆方向の直線運動に変換されるので、入力ピストン 14 の直線運動が回転運動に変換される他の実施例の場合に比して、ストロークシミュレータ 10 の構造を遥かに単純化することができる。

【0135】

また図示の二の実施例によれば、出力部材としての荷重伝達子 62 及び反力発生部材としての圧縮コイルばね 64 は軸線 12 に整合して入力ピストン 14 を囲繞するよう入力ピストン 14 に嵌合しているので、例えば荷重伝達子 62 軸線 12 に整合してリアクションディスク 60 に対し入力ピストン 14 とは反対の側に配置された構造の場合に比して、ストロークシミュレータ 10 の長さを遥かに小さくし、ストロークシミュレータをコンパクト化することができる。

10

[第三の実施例]

【0136】

図 4 はブレーキストロークシミュレータとして構成された本発明による操作シミュレータの第三の実施例を示す軸線に沿う断面図、図 5 は第二の実施例の出力ロータを平面に展開して示す展開図である。尚図 4 及び図 5 に於いて図 1 及び図 2 に示された部材と同一の部材には図 1 及び図 2 に於いて付された符号と同一の符号が付されている。このことは後述の他の実施例についても同様である。

【0137】

この第三の実施例に於いては、出力ロータ 34 の径方向外側には偏心カム部材 68 が嵌合し、圧入等の手段により出力ロータ 34 に固定されている。偏心カム部材 68 は軸線 12 に対し平行に偏心した軸線 70 を中心とする円筒状の外周面を有し、小径部には大径部に当接する状態にてボールベアリング 72 のインナレースが固定されている。ボールベアリング 72 のアウトレースは偏心カム部材 68 を囲繞するよう軸線 70 に沿って延在する円筒体 74 の一端部の内周面に圧入等の手段により固定されている。円筒体 74 の他端にはエンドキャップ 76 が圧入等の手段により固定されている。

20

【0138】

またエンドキャップ 22 には軸線 12 に対し垂直に延在するガイド孔 78 が設けられており、ガイド孔 78 は径方向に延在するばね支持ロッド 80 の径方向内端部を往復動可能に支持している。ばね支持ロッド 80 の径方向外端部は円筒体 74 の他端部に圧入等の手段により固定されており、従って円筒体 74、エンドキャップ 76、ばね支持ロッド 80 はハウジング 16 及びエンドキャップ 22 に対し相対的に回転することなく、ハウジング 16 及びエンドキャップ 22 に対し相対的にばね支持ロッド 80 に沿って直線運動可能に支持されている。

30

【0139】

ばね支持ロッド 80 にはエンドキャップ 22 と円筒体 74 との間にて二つのばね座部材 82 及び 84 が嵌合している。ばね座部材 82 及び 84 はばね支持ロッド 80 に対しその長手方向に相対的に変位可能に嵌合しているが、円筒体 74 の側のばね座部材 82 はばね支持ロッド 80 又は円筒体 74 に固定されていてもよい。ばね座部材 82 及び 84 の間には反力発生部材としての圧縮コイルばね 86 がばね支持ロッド 80 を囲繞する状態にて弾装されている。

40

【0140】

特に図示の実施例に於いては、軸線 12 に対する軸線 70 の偏心方向、換言すれば偏心カム部材 68 の偏心方向はばね支持ロッド 80 に沿うその外端方向に整合している。従って入力ピストン 14 が初期位置にあり、ガイドローラ 38 及びカムローラ 40 がそれぞれガイド溝 32 及びカム溝 36 の初期位置にあるときには、ばね支持ロッド 80 の位置に於けるエンドキャップ 22 と円筒体 74 との距離が最大になり、これによりばね座部材 82 及び 84 の間隔が最大になって、圧縮コイルばね 86 の圧縮変形量が最小になるようになっている。

【0141】

50

出力ロータ34の回転により軸線70が軸線12の周りに回転するよう偏心カム部材68が軸線12の周りに回転すると、円筒体74がばね支持ロッド80に沿って図4で見て下方へ直線運動し、これによりばね支持ロッド80の位置に於けるエンドキャップ22と円筒体74との距離が減少するが、その距離の減少率は偏心カム部材68の回転量が大きくなるにつれて大きくなる。従って出力ロータ34に設けられたカム溝36は図5に示されている如く軸線12及び周方向に対し一定の角度をなすよう延在している。この第三の実施例の他の点は上述の第一の実施例と同様に構成されている。

【0142】

この第二の実施例に於いては、伝達手段54は入力ピストン14の軸線12に沿う直線運動を出力ロータ34及び偏心カム部材68に回転運動として伝達する第一の伝達手段として機能し、偏心カム部材68の回転運動はばね支持ロッド80に沿うエンドキャップ22と円筒体74との間の相対直線運動に変換して円筒体74に伝達される。従って偏心カム部材68、ボールベアリング72、円筒体74、ばね支持ロッド80等は互いに共働して出力ロータ34の回転運動を円筒体74の直線運動に変換する第二の伝達手段56を構成しており、出力ロータ34は中間部材として機能し、円筒体74は反力発生手段としての圧縮コイルばね86を圧縮変形させる出力部材として機能する。

10

【0143】

また第二の伝達手段56は圧縮コイルばね86により発生された反力を軸線12の周りの反力トルクとして偏心カム部材68及び出力ロータ34へ伝達し、第一の伝達手段54は出力ロータ34へ伝達された反力トルクを軸線12に沿う反力荷重として入力ピストン14へ伝達する。

20

【0144】

またこの第三の実施例に於いては、第二の伝達手段56は入力ピストン14が軸線12に沿って図3で見て左方へ移動するにつれて入力ピストン14の軸線12に沿う直線運動量に対するばね座部材72及び74の互いに近づく方向の相対直線運動量の比を漸次増大させ、これにより入力ピストン14の軸線12に沿う直線運動量に対する圧縮コイルばね76の圧縮変形量の比を漸次増大させる。

【0145】

上述の如く構成された第三の実施例に於いては、入力ピストン14の直線運動が軸線12の周りの回転運動に変換されて出力ロータ34に伝達されると、上述の如く偏心カム部材58の作用によりばね支持ロッド70の位置に於けるエンドキャップ22と円筒体64との距離が減少せしめられ、圧縮コイルばね76が圧縮変形されることにより反力が発生される。また圧縮コイルばね76の反力は円筒体64よりボールベアリング62及び偏心カム部材58を経て出力ロータ34に伝達され、出力ロータ34より軸線12に沿う方向の反力として入力ピストン14に伝達される。

30

【0146】

かくして図示の第三の実施例によれば、上述の第一の実施例の場合と同様、ストロークシミュレータ10はマスタシリンダ214とホイールシリンダ222FL、222FRとが遮断されているような状況に於いても運転者によるブレーキペダル212の踏み込みストロークを許容すると共に、運転者がブレーキペダル212より感じる制動操作反力をブレーキペダル212の踏み込み量の増大につれて連続的な非線形の特성에増大させ、これにより最適な制動操作フィーリングを達成することができる。

40

【0147】

特に図示の第三の実施例によれば、第一の伝達手段54が入力ピストン14の軸線12に沿う直線運動を出力ロータ34の回転運動に変換し、第二の伝達手段56が出力ロータ34の回転運動を円筒体74の軸線12に垂直な直線運動に変換するので、反力発生手段としての圧縮コイルばね86を軸線12に垂直な方向に沿って延在するよう配設することができ、これにより第一の伝達手段54と同様の二つの伝達手段が軸線12に沿って配設される後述の他の実施例の場合に比して、ストロークシミュレータ10の軸線12に沿う方向の長さを小さくすることができる。

50

【 0 1 4 8 】

また図示の第三の実施例によれば、第二の伝達手段 5 6 は入力ピストン 1 4 の直線運動量が增大するにつれて入力ピストン 1 4 の直線運動量に対する円筒体 7 4 の直線運動量の比が漸次増大するよう運動変換を行うので、入力ピストン 1 4 の直線運動を出力ロータ 3 4 の回転運動に変換するためのカム溝 3 6 は軸線 1 2 及び周方向に対し一定の角度をなすよう延在してよく、上述の第一の実施例の場合に比してカム溝 3 6 の加工を単純化することができる。

[第四の実施例]

【 0 1 4 9 】

図 6 はブレーキストロークシミュレータとして構成された本発明による操作シミュレータの第四の実施例を示す軸線に沿う断面図、図 7 は第四の実施例の中間ロータを平面に展開して示す展開図である。

【 0 1 5 0 】

この第四の実施例に於いては、ハウジング 1 6 は円筒状の本体 1 6 A とその両端に圧入等の手段により固定されたエンドキャップ 2 2 A 及び 2 2 B にて形成され、連通孔 2 0 はエンドキャップ 2 2 A に設けられている。ハウジング 1 6 内には中間部材として機能する円筒状の中間ロータ 8 6 が配置され、軸線 1 2 に沿って延在している。入力ピストン 1 4 は中間ロータ 8 6 の内側にこれに嵌合し、中間ロータ 8 6 によりこれに対し相対的に軸線 1 2 に沿って往復動可能に支持されている。

【 0 1 5 1 】

中間ロータ 8 6 の両端部とハウジング 1 6 の円筒部との間にはアンギュラベアリング 4 2 及び 4 4 が配置されており、アンギュラベアリング 4 2 及び 4 4 は中間ロータ 8 6 がハウジング 1 6 及び入力ピストン 1 4 に対し相対的に軸線 1 2 の周りに回転することを許すが、中間ロータ 8 6 がハウジング 1 6 及び入力ピストン 1 4 に対し相対的に軸線 1 2 に沿って移動することを阻止する。第一及び第二の実施例に於ける減摩リング 2 6 はカップシール 8 8 に置き換えられており、カップシール 8 8 は入力ピストン 1 4 及び中間ロータ 8 6 の相対運動を許しつつそれらの間をシールしている。

【 0 1 5 2 】

エンドキャップ 2 2 B と入力ピストン 1 4 との間にて中間ロータ 8 6 の内側には出力ピストン 9 0 が嵌合配置されており、出力ピストン 9 0 は中間ロータ 8 6 によりこれに対し相対的に軸線 1 2 に沿って往復動可能に支持されている。出力ピストン 9 0 の両端部の外周面には減摩リング 2 8 と同様の減摩リング 2 8 A 及び 2 8 B が装着されている。図示の実施例に於いては、入力ピストン 1 4 及び出力ピストン 9 0 はエンドキャップ 2 2 B へ向けて開いたカップ形の断面形状を有し、出力ピストン 9 0 とエンドキャップ 2 2 B との間の第三のシリンダ室 1 0 6 には反力発生手段としての圧縮コイルばね 9 2 が配置されている。

【 0 1 5 3 】

荷重伝達ロッド 9 4 が出力ピストン 9 0 を貫通して軸線 1 2 に垂直に延在し、圧入等の手段により出力ピストン 9 0 に固定されている。荷重伝達ロッド 9 4 の軸線 9 4 A は荷重伝達ロッド 3 0 の軸線 3 0 A と平行に延在しているが、軸線 9 4 A は軸線 1 2 に垂直である限り、軸線 1 2 に沿って見て軸線 3 0 A に対し傾斜していてもよい。荷重伝達ロッド 9 4 の両端部は中間ロータ 8 6 に設けられたカム溝 9 6 を貫通してハウジング 1 6 の本体 1 6 A に設けられたガイド溝 3 2 内まで延在している。また荷重伝達ロッド 9 4 の両端部はガイドローラ 9 8 及びカムローラ 1 0 0 を自らの軸線 1 0 2 の周りに回転可能に支持している。各ガイドローラ 9 8 はガイド溝 3 2 の壁面に転動可能に係合し、各カムローラ 1 0 0 は中間ロータ 8 6 に設けられたカム溝 9 6 の壁面に転動可能に係合している。この実施例に於いてもガイド溝 3 2 及びカム溝 9 6 の幅はそれぞれガイドローラ 9 8 及びカムローラ 1 0 0 の最大直径よりも極僅かに大きい値に設定されている。

【 0 1 5 4 】

ガイド溝 3 2 はガイドローラ 3 8 及び 9 8 に共通のガイド溝として機能するよう、上述

10

20

30

40

50

の第一及び第三の実施例のガイド溝 3 2 よりも長く軸線 1 2 に沿って延在している。ハウジング 1 6 の本体 1 6 A の外周には円筒状のカバー 1 0 4 が圧入等の手段により固定されている。カバー 1 0 4 は本体 1 6 A に密に嵌合し、ガイド溝 3 2 を外界より遮断している。カム溝 3 6 及び 9 6 はハウジング 1 6 の本体 1 6 A と中間ロータ 8 6 との間隙を介してガイド溝 3 2 と常時連通しており、ガイド溝 3 2 はカバー 1 0 4 に設けられた連通孔 4 1 及び導管 2 2 8 B を介してリザーバ 2 3 0 と常時連通している。

【 0 1 5 5 】

図 7 に示されている如く、カム溝 3 6 は上述の第一の実施例のカム溝 3 6 と同様に軸線 1 2 及び周方向に対し傾斜して延在すると共に、図 7 で見て右端より左端へ向かうにつれて周方向に対する傾斜角が漸次小さくなるよう湾曲して延在している。これに対しカム溝 9 6 は軸線 1 2 及び周方向に対し傾斜して延在しているが、図 7 で見て右端より左端へ向かうにつれて周方向に対する傾斜角が漸次大きくなるようカム溝 3 6 とは逆の方向へ湾曲して延在している。

10

【 0 1 5 6 】

カム溝 9 6 の図 7 で見て右端部はカム溝 3 6 の図 7 で見て左端部と軸線方向の位置が互いにオーバーラップしている。またカム溝 9 6 の軸線 1 2 に沿う方向の延在長さはカム溝 3 6 の軸線 1 2 に沿う方向の延在長さよりも大きい値に設定されている。更にカム溝 3 6 及び 9 6 の図 7 で見た右端部の軸線 1 2 に対する傾斜角 1 及び 2 は同一の角度をなしている。尚図 2 と図 7 との比較より解る如く、カム溝 3 6 及び 9 6 の湾曲度合は上述の第一の実施例のカム溝 3 6 の湾曲度合よりも小さく設定されている。

20

【 0 1 5 7 】

図 6 に示されている如く、非制動時には、カムローラ 4 0 及び 1 0 0 はそれぞれカム溝 3 6 及び 9 6 の図 7 で見て右端に当接する初期位置に位置するようになっている。そしてカムローラ 4 0 及び 1 0 0 が初期位置にあるときには、入力ピストン 1 4 は第一のシリンダ室 1 8 の容積が最小になる初期位置に位置し、出力ピストン 9 0 は入力ピストン 1 4 に当接する初期位置に位置し、これにより圧縮コイルばね 9 2 の圧縮変形量が最小になるようになっている。また非制動時には、圧縮コイルばね 9 2 のばね力により荷重伝達ロッド 3 0 及び 9 4 が図 6 で見て右方へ付勢されることにより、入力ピストン 1 4 及び出力ピストン 9 0 が初期位置に位置決めされ、入力ピストン 1 4 及び出力ピストン 9 0 は初期位置にあるときには互いに当接するようになっている。

30

【 0 1 5 8 】

尚入力ピストン 1 4 が初期位置にあるときの入力ピストン 1 4 の図 6 で見て左端は、カム溝 3 6 の図 6 で見て左端よりも第一のシリンダ室 1 8 の側に位置する。また上述の如くカム溝 9 6 の図 7 で見て右端部はカム溝 3 6 の図 7 で見て左端部と軸線方向の位置が互いにオーバーラップしている。従って上述の第一及び第三の実施例に於ける溝 1 6 A に対応する溝は設けられていないが、入力ピストン 1 4 と出力ピストン 9 0 との間の第二のシリンダ室 2 4 は入力ピストン 1 4 と出力ピストン 9 0 との間隙を経てカム溝 3 6 及び 9 6 と連通し、オイルにて充填されている。また出力ピストン 9 0 が初期位置にあるときの出力ピストン 9 0 の図 6 で見て左端は、カム溝 9 6 の図 6 で見て左端よりも第一のシリンダ室 1 8 の側に位置する。従って出力ピストン 9 0 とエンドキャップ 2 2 B との間の第三のシリンダ室 1 0 6 はカム溝 9 6 と連通し、オイルにて充填されている。

40

【 0 1 5 9 】

かくして図示の第四の実施例に於いては、荷重伝達ロッド 3 0、ガイド溝 3 2、カム溝 3 6、ガイドローラ 3 8、カムローラ 4 0 等は、互いに共働して入力ピストン 1 4 の軸線 1 2 に沿う直線運動を軸線 1 2 の周りの回転運動に変換して中間ロータ 8 6 に伝達すると共に、後述の如く中間ロータ 8 6 に伝達される反力トルクを軸線 1 2 に沿う方向の反力として入力ピストン 1 4 に伝達する第一の伝達手段 5 4 として機能する。また第一の伝達手段 5 4 は、入力ピストン 1 4 の軸線 1 2 に沿う直線運動量に対する中間ロータ 8 6 の回転運動量の比を入力ピストン 1 4 の直線運動量の増大につれて漸次増大させる。

【 0 1 6 0 】

50

また荷重伝達ロッド 94、ガイド溝 32、カム溝 96、ガイドローラ 98、カムローラ 100等は、互いに共働して中間ロータ 86の回転運動を軸線 12に沿う直線運動に変換して出力ピストン 90に伝達し、出力ピストン 90を介して圧縮コイルばね 92を圧縮変形させると共に、圧縮コイルばね 92の反力を軸線 12の周りの反カトルクとして中間ロータ 86に伝達する第二の伝達手段 56として機能する。また第二の伝達手段 56は、中間ロータ 86の回転運動量に対する出力ピストン 90の軸線 12に沿う直線運動量の比を中間ロータ 86の回転運動量の増大につれて漸次増大させ、これにより入力ピストン 14の軸線 12に沿う直線運動量に対する出力ピストン 90の軸線 12に沿う直線運動量の比を入力ピストン 14の直線運動量の増大につれて漸次増大させる。

【0161】

上述の如くカム溝 36及び 96の湾曲度合は上述の第一の実施例のカム溝 36の湾曲度合よりも小さく設定されているので、図 20に示されている如く、入力ピストン 14の直線運動量に対する中間ロータ 86の回転運動量の比が入力ピストン 14の直線運動量の増大につれて大きくなる割合は、上述の第一の実施例に於いて入力ピストン 14の直線運動量に対する出力ロータ 34の回転運動量の比が入力ピストン 14の直線運動量の増大につれて大きくなる割合よりも小さい。同様に図 21に示されている如く、中間ロータ 86の回転運動量に対する出力ピストン 90の直線運動量の比が中間ロータ 86の回転運動量の増大につれて大きくなる割合は、上述の第一の実施例に於いて入力ピストン 14の直線運動量に対する出力ロータ 34の回転運動量の比が入力ピストン 14の直線運動量の増大につれて大きくなる割合よりも小さい。

【0162】

しかしこの第四の実施例に於いては、入力ピストン 14の直線運動量に対する出力ピストン 90の直線運動量の比は第一の伝達手段 54及び第二の伝達手段 56の両者の作用によって決定され、従って入力ピストン 14の直線運動量に対する圧縮コイルばね 92の圧縮変形量の比も第一の伝達手段 54及び第二の伝達手段 56の両者の作用によって決定されるので、図 22に示されている如く、ブレーキペダル 212の踏み込み量に対するペダル反力の特性は上述の第一の実施例について同様の非線形特性を示す図 19の場合と同様の特性になる。

【0163】

尚入力ピストン 14が軸線 12に沿って図 6で見て左方へ直線運動すると、上述の如く出力ピストン 90も軸線 12に沿って図 6で見て左方へ直線運動するが、出力ピストン 90の直線運動量は入力ピストン 14の直線運動量よりも大きい。従って第二のシリンダ室 24の容積は増大するが、第三のシリンダ室 106の容積は減少する。逆に入力ピストン 14が軸線 12に沿って図 6で見て右方へ直線運動すると、第二のシリンダ室 24の容積は減少し、第三のシリンダ室 106の容積は増大する。

【0164】

上述の如く第二のシリンダ室 24はカム溝 36と連通しているので、第二のシリンダ室 24の容積が増減する際には第二のシリンダ室 24とカム溝 36との間にオイルが流通する。また上述の如く第三のシリンダ室 106はカム溝 96と連通しているので、第三のシリンダ室 106の容積が増減する際には第三のシリンダ室 106とカム溝 96との間にオイルが流通する。

【0165】

また上述の第一の伝達手段 54及び第二の伝達手段 56の両者の作用、即ち入力ピストン 14の直線運動を中間ロータ 86の回転運動に変換し、中間ロータ 86の回転運動を出力ピストン 90の直線運動に変換する作動、入力ピストン 14の直線運動量に対する出力ピストン 90の直線運動量の比を決定する作動、圧縮コイルばね 92の反力を出力ピストン 90及び中間ロータ 86を介して入力ピストン 14へ伝達する作動は、後述の第五乃至第八の実施例についても同様である。

【0166】

かくして図示の第四の実施例によれば、上述の第一乃至第三の実施例の場合と同様、ス

10

20

30

40

50

トルクシミュレータ 10 はマスタシリンダとホイールシリンダとが遮断されているような状況に於いても運転者によるブレーキペダル 212 の踏み込みストロークを許容すると共に、ブレーキペダル 212 の踏み込み量の増大につれて運転者が感じる制動操作反力を連続的な非線形特性にて増大させ、これにより最適な制動操作フィーリングを達成することができる。

【0167】

特に図示の四の実施例によれば、第一の伝達手段 54 により入力ピストン 14 の軸線 12 に沿う直線運動が中間ロータ 86 の軸線 12 の周りの回転運動に変換され、第二の伝達手段 56 により中間ロータ 86 の回転運動が出力ピストン 90 の軸線 12 に沿う直線運動に変換され、圧縮コイルばね 92 が軸線 12 に沿って圧縮変形されるので、軸線 12 を基準にして全ての構成部材を配設することができる。尚このことは後述の他の実施例についても同様である。

10

【0168】

また図示の四の実施例によれば、入力ピストン 14 が初期位置にあるときには、出力ピストン 90 が圧縮コイルばね 92 によって図 6 で見て右方へ付勢されることにより、荷重伝達ロッド 30、94 等が右端の初期位置に位置決めされると共に、出力ピストン 90 が入力ピストン 14 に当接するので、非制動時に入力ピストン 14 及び出力ピストン 90 ががたつくことを効果的に防止することができる。

[第五の実施例]

【0169】

図 8 はブレーキストロークシミュレータとして構成された本発明による操作シミュレータの第五の実施例を示す軸線に沿う断面図、図 9 は第五の実施例の中間ロータを平面に展開して示す展開図である。

20

【0170】

この第五の実施例に於いては、荷重伝達ロッド 30 及び 94 はそれぞれ径方向に二分割され、それぞれ径方向内端部にて入力ピストン 14 及び出力ピストン 90 により片持支持されている。第二のシリンダ室 24 内には軸線 12 に沿って延在する引張りコイルばね 108 が配置されている。引張りコイルばね 108 は一端にて入力ピストン 14 に固定され、他端にて出力ピストン 90 に固定され、これにより入力ピストン 14 及び出力ピストン 90 に対しそれらを互いに引き寄せる荷重を付与するようになっている。

30

【0171】

入力ピストン 14 の軸線方向長さは上述の第四の実施例の場合よりも短く設定されており、これにより入力ピストン 14 及び出力ピストン 90 が初期位置にあるときにも、入力ピストン 14 の図 8 で見て左端は出力ピストン 90 より隔置されるようになっている。逆に出力ピストン 90 の軸線方向長さは上述の第四の実施例の場合よりも長く設定されており、これにより第三のシリンダ室 106 は出力ピストン 90 が初期位置にあるときにも減摩リング 28B によりカム溝 96 より遮断されるようになっている。

【0172】

出力ピストン 90 には軸線 12 に整合して延在するオリフィス 110 が設けられており、これにより第三のシリンダ室 106 はオリフィス 110 及び第二のシリンダ室 24 を介してカム溝 36 と常時連通している。エンドキャップ 22B とアンギュラベアリング 44 との間にはカップシール 48 が配置されており、これによりアンギュラベアリング 44 を経て第三のシリンダ室 106 とカム溝 36 との間にオイルが流通することがないようにになっている。カム溝 36 及び 96 は上述の第四の実施例の場合よりも大きい距離軸線 12 に沿って互いに隔置されており、これにより図 7 で見てカム溝 96 の右端部及びカム溝 36 の左端部は軸線方向の位置が互いにオーバーラップしていないが、カム溝 36 及び 96 は上述の第四の実施例の場合と同様に互いにオーバーラップしていてもよい。この第五の実施例の他の点は上述の第四の実施例と同様に構成されている。

40

【0173】

この第五の実施例に於いては、第一の伝達手段 54 及び第二の伝達手段 56 は上述の第

50

四の実施例の場合と同様に機能するので、入力ピストン 14 が軸線 12 に沿って図 8 で見て左方へ直線運動すると、出力ピストン 90 も軸線 12 に沿って図 8 で見て左方へ直線運動するが、出力ピストン 90 の直線運動量は入力ピストン 14 の直線運動量よりも大きい。よって入力ピストン 14 と出力ピストン 90 との間の間隔は漸次増大するが、出力ピストン 90 とエンドキャップ 22B との間の間隔は漸次減少する。

【0174】

従って出力部材としての出力ピストン 90 は、入力ピストン 14 が軸線 12 に沿って図 8 で見て左方へ直線運動する際には圧縮コイルばね 92 を圧縮変形させると共に引張りコイルばね 108 を引張り変形させるので、出力ピストン 90 には圧縮コイルばね 92 の圧縮変形の反力及び引張りコイルばね 108 の引張り変形の反力が作用し、これらの反力は入力ピストン 14 の図 8 で見て左方への直線運動量が増大するにつれて増大率が漸次増大するよう非線形的に増大する。

10

【0175】

逆に入力ピストン 14 が軸線 12 に沿って図 8 で見て右方へ直線運動すると、入力ピストン 14 と出力ピストン 90 との間の間隔は減少し、出力ピストン 90 とエンドキャップ 22B との間の間隔は増大する。従って出力ピストン 90 は、入力ピストン 14 が軸線 12 に沿って図 8 で見て右方へ直線運動する際には圧縮コイルばね 92 の圧縮変形量を低減すると共に引張りコイルばね 108 の引張り変形量を低減するので、出力ピストン 90 に作用する圧縮コイルばね 92 の圧縮変形の反力及び引張りコイルばね 108 の引張り変形は入力ピストン 14 の図 8 で見て右方への直線運動量が増大するにつれて減少率が漸次減少するよう非線形的に減少する。

20

【0176】

尚引張りコイルばね 108 の引張り変形に伴うばね力は入力ピストン 14 に対しては入力ピストン 14 を直線運動させる力の反力を低減するよう作用するが、出力ピストン 90 に対しては反力を増大させるよう作用し、これらのばね力は方向が逆で大きさが同一であるので、引張りコイルばね 108 のばね力により反力が増減されることはない。

【0177】

かくして図示の第五の実施例によれば、上述の第一乃至第四の実施例の場合と同様、ストロークシミュレータ 10 はマスタシリンダとホイールシリンダとが遮断されているような状況に於いても運転者によるブレーキペダル 212 の踏み込みストロークを許容すると共に、ブレーキペダル 212 の踏み込み量の増大につれて運転者が感じる制動操作反力を連続的な非線形の特성에増大させ、これにより最適な制動操作フィーリングを達成することができる。

30

【0178】

特に図示の第五の実施例によれば、出力ピストン 90 には第二のシリンダ室 24 と第三のシリンダ室 106 とを連通接続するオリフィス 110 が設けられており、ブレーキペダル 212 の踏み込み速度が高いほどオイルがオリフィス 110 を通過する際の流通抵抗が高くなり、流通抵抗は反力を増大する作用をなすので、ブレーキペダル 212 の踏み込み速度が高いほど操作反力を高くすることができる。

40

【0179】

また図示の第五の実施例によれば、入力ピストン 14 と出力ピストン 90 との間には引張りコイルばね 108 が弾装されているので、入力ピストン 14、出力ピストン 90 等ががたつくことを効果的に低減することができ、また入力ピストン 14 及び出力ピストン 90 は初期位置に於いても互いに隔置されるので、入力ピストン 14 及び出力ピストン 90 がそれらの初期位置へ復帰する際にそれらが互いに衝突することを確実に防止することができる。

[第六の実施例]

【0180】

図 10 はブレーキストロークシミュレータとして構成された本発明による操作シミュレータの第六の実施例を示す軸線に沿う断面図、図 11 は第六の実施例の中間部材としての

50

中間ロータを平面に展開して示す展開図である。

【0181】

この第六の実施例に於いては、荷重伝達ロッド30及び94は上述の第五の実施例の場合と同様にそれぞれ径方向に二分割され、それぞれ径方向内端部にて入力ピストン14及び出力ピストン90により片持支持されている。入力ピストン14はエンドキャップ22Bへ向けて開いたカップ形の断面形状を有しているが、出力ピストン90は入力ピストン14へ向けて開いたカップ形の断面形状を有している。反力発生手段としての圧縮コイルばね92は第二のシリンダ室24内に配置され、入力ピストン14と出力ピストン90との間に弾装されている。尚荷重伝達ロッド30及び94はそれぞれ入力ピストン14及び出力ピストン90を貫通して直径方向に延在する一つの棒材であってもよい。

10

【0182】

また図11に示されている如く、カム溝96は軸線12及び周方向に対し上述の第四及び第五の実施例に於けるカム溝96とは逆方向に傾斜して延在するよう中間ロータ86に設けられている。従って非制動時には、第一の伝達手段54を構成するガイドローラ38及びカムローラ40は、それぞれガイド溝32及びカム溝36の図10で見て右端に当接する初期位置に位置し、第二の伝達手段56を構成するガイドローラ98及びカムローラ100は、それぞれガイド溝32及びカム溝96の図10で見て左端に当接する初期位置に位置する。またガイドローラ38及びカムローラ40が初期位置にあるときには、入力ピストン14はエンドキャップ22Aに最も接近し、ガイドローラ98及びカムローラ100が初期位置にあるときには、出力ピストン90はエンドキャップ22Bに当接し、これにより第一のシリンダ室18及び第三のシリンダ室106の容積は最小になり、第二のシリンダ室24の容積は最大になる。

20

【0183】

この第六の実施例の他の点は上述の第四の実施例と同様に構成されており、従って第一の伝達手段54は上述の第四の実施例の場合と同様に機能し、第二の伝達手段56は中間ロータ86の回転運動の方向に対する出力ピストン90の直線運動の方向の関係が逆である点を除き上述の第四の実施例の場合と同様に機能する。

【0184】

従って入力ピストン14が軸線12に沿って図10で見て左方へ直線運動すると、出力ピストン90は軸線12に沿って図10で見て右方へ直線運動し、入力ピストン14及び出力ピストン90は互いに共働して圧縮コイルばね92を圧縮変形する。この場合入力ピストン14の図10で見て左方への直線運動量が増大するにつれて入力ピストン14と出力ピストン90との間の距離の減少率が増大するので、入力ピストン14に作用する圧縮コイルばね92の反力は入力ピストン14の図10で見て左方への直線運動量が増大するにつれて増大率が漸次増大するよう非線形的に増大する。

30

【0185】

逆に入力ピストン14が軸線12に沿って図10で見て右方へ直線運動すると、入力ピストン14と出力ピストン90との間の間隔が増大し、圧縮コイルばね92の圧縮変形量が低減するので、入力ピストン14に作用する圧縮コイルばね92の反力は入力ピストン14の図10で見て右方への直線運動量が増大するにつれて減少率が漸次減少するよう非線形的に減少する。

40

【0186】

かくして図示の第六の実施例によれば、上述の第一乃至第五の実施例の場合と同様、ストロークシミュレータ10はマスタシリンダとホイールシリンダとが遮断されているような状況に於いても運転者によるブレーキペダル212の踏み込みストロークを許容すると共に、ブレーキペダル212の踏み込み量の増大につれて運転者が感じる制動操作反力を連続的な非線形特性にて増大させ、これにより最適な制動操作フィーリングを達成することができる。

【0187】

特に図示の第六の実施例によれば、圧縮コイルばね92の圧縮変形に伴う反力は中間ロ

50

ータ 86 等を介して入力ピストン 14 に伝達されるだけでなく、直接入力ピストン 14 に作用するので、上述の第四、第五の実施例や後述の第七、第八の実施例の場合に比して荷重伝達ロッド 30、94 等に作用する荷重を低減し、これによりブレーキストロークシミュレータ 10 の耐久性を向上させることができる。

【0188】

尚上述の第四乃至第六の実施例によれば、第一の伝達手段 54 及び第二の伝達手段 56 は軸線 12 の周りの同一の位置にて軸線 12 に沿って互いに隔置された位置し、これにより荷重伝達ロッド 30 及び 94 は軸線 12 の周りの同一の位置に位置しており、ガイド溝 32 は第一の伝達手段 54 及び第二の伝達手段 56 に共通の溝であるので、第一の伝達手段 54 及び第二の伝達手段 56 のそれぞれにガイド溝が設けられる後述の第七及び第八の実施例の場合に比してガイド溝 32 の加工工程を少なくすることができる。

10

[第七の実施例]

【0189】

図 12 はブレーキストロークシミュレータとして構成された本発明による操作シミュレータの第七の実施例を軸線に於いて直角に接する二つの切断面に沿って切断して示す断面図、図 13 は図 12 の線 A-A に沿う入力ピストン及び出力ピストンの横断面図、図 14 は第七の実施例の中間ロータを平面に展開して示す展開図である。

【0190】

この第七の実施例に於いては、入力ピストン 14 は中間ロータ 86 に嵌合する実質的に円柱形の本体部より軸線 12 に沿って出力ピストン 90 へ向けて突出する一对のアーム部 14A を有し、一对のアーム部 14A は軸線 12 に対し径方向に互いに隔置されている。同様に出力ピストン 90 は中間ロータ 86 に嵌合する実質的に円柱形の本体部より軸線 12 に沿って入力ピストン 14 へ向けて突出する一对のアーム部 90A を有し、一对のアーム部 90A は軸線 12 に対し径方向に互いに隔置されている。各アーム部 14A 及び 90A の軸線 12 に垂直な断面は円弧状の外径線及び内径線を有し中心角が実質的に 90° の扇形をなしている。特に図示の実施例に於いては、入力ピストン 14 及び出力ピストン 90 は互いに逆向きに配置された同一の部材である。

20

【0191】

各アーム部 14A は軸線 12 の周りの周方向に見てアーム部 90A の間に位置し、これにより入力ピストン 14 及び出力ピストン 90 は軸線 12 に沿って互いに他に対し相対的に直線運動可能であるが、軸線 12 の周りに互いに他に対し相対的に回転運動することがないように、互いに係合している。上述の第四の実施例と同様、反力発生手段としての圧縮コイルばね 92 は出力ピストン 90 とエンドキャップ 22B との間に弾装されており、入力ピストン 14 及び出力ピストン 90 が初期位置にあるときには、アーム部 14A 及び 90A の先端がそれぞれ出力ピストン 90 及び入力ピストン 14 の本体部に相互に押圧する状態にて当接するようになっている。

30

【0192】

上述の第五及び第六の実施例と同様、荷重伝達ロッド 30 及び 94 はそれぞれ径方向に二分割され、それぞれ径方向内端部にて入力ピストン 14 のアーム部 14A 及び出力ピストン 90 のアーム部 90A により片持支持されている。特に図示の実施例に於いては荷重伝達ロッド 30 及び 94 は軸線 12 に沿う方向の位置として同一の軸線方向位置に位置しており、これによりこれらの荷重伝達ロッドは軸線 12 に垂直な平面に沿って軸線 12 の周りの周方向に交互に 90° の角度にて互いに隔置されている。尚荷重伝達ロッド 30 及び 94 は互いに異なる軸線方向位置にあってもよい。

40

【0193】

図 14 に示されている如く、上述の第四の実施例と同様、カム溝 36 及び 96 は上述の第四及び第五の実施例に於けるカム溝 36 及び 96 と同一の形態をなしているが、周方向に交互に配列されている。特に図示の実施例に於いては、カム溝 36 及び 96 の図にて右端部は互いに同一の軸線方向位置に位置し、カム溝 36 の軸線 12 に沿う方向の延在範囲はカム溝 96 の軸線 12 に沿う方向の延在範囲とオーバラップしている。

50

【 0 1 9 4 】

またガイドローラ 3 8 及び 9 8 はハウジング 1 6 の本体 1 6 A に設けられたガイド溝 3 2 A 及び 3 2 B にそれぞれ係合しており、ガイド溝 3 2 A 及び 3 2 B は軸線 1 2 に沿って直線的に延在すると共に、軸線 1 2 の周りの周方向に交互に 9 0 ° の角度にて互いに隔壁されている。図 1 2 に示されている如く、ガイド溝 3 2 B の長さはガイド溝 3 2 A の長さよりも大きく設定されている。この第七の実施例の他の点は上述の第四の実施例と同様に構成されている。

【 0 1 9 5 】

この第七の実施例に於いては、第一の伝達手段 5 4 及び第二の伝達手段 5 6 は上述の第四の実施例の場合と同様に機能するので、入力ピストン 1 4 の軸線 1 2 に沿う直線運動が軸線 1 2 の周りの回転運動に変換されて中間ロータ 8 6 へ伝達され、中間ロータ 8 6 の回転運動が軸線 1 2 に沿う直線運動に変換されて出力ピストン 9 0 へ伝達される。また出力ピストン 9 0 が圧縮コイルばね 9 2 を圧縮変形させることにより発生する軸線 1 2 に沿う方向の反力は出力ピストン 9 0 より反力トルクに変換されて中間ロータ 8 6 へ伝達され、中間ロータ 8 6 の反力トルクは軸線 1 2 に沿う方向の反力に変換されて入力ピストン 1 4 へ伝達される。また入力ピストン 1 4 の直線運動量に対する出力ピストン 9 0 の直線運動量の比の特性も上述の他の実施例の場合と同様の非線形の特性になる。

【 0 1 9 6 】

かくして図示の第七の実施例によれば、上述の第一乃至第六の実施例の場合と同様、ストロークシミュレータ 1 0 はマスタシリンダとホイールシリンダとが遮断されているような状況に於いても運転者によるブレーキペダル 2 1 2 の踏み込みストロークを許容すると共に、ブレーキペダル 2 1 2 の踏み込み量の増大につれて運転者が感じる制動操作反力を連続的な非線形の特性にて増大させ、これにより最適な制動操作フィーリングを達成することができる。

【 0 1 9 7 】

特に図示の第七の実施例によれば、入力ピストン 1 4 のアーム部 1 4 A 及び出力ピストン 9 0 のアーム部 9 0 A は軸線 1 2 に沿って互いに他に対し相対的に直線運動可能であるが、軸線 1 2 の周りに互いに他に対し相対的に回転運動することがないように互いに係合しているので、アーム部 1 4 A 及び 9 0 A によっても軸線 1 2 に沿う入力ピストン 1 4 及び出力ピストン 9 0 の相対運動が案内されると共に軸線 1 2 の周りの入力ピストン 1 4 及び出力ピストン 9 0 の相対回転が阻止されるので、上述の第四及び第五の実施例の場合に比して入力ピストン 1 4 及び出力ピストン 9 0 の相対直線運動を円滑に行わせることができる。

【 0 1 9 8 】

また図示の第七の実施例によれば、入力ピストン 1 4 及び出力ピストン 9 0 は互いに逆向きに配置された同一の部材であるので、入力ピストン 1 4 及び出力ピストン 9 0 が互いに異なる他の実施例の場合に比して部品点数を低減し、ストロークシミュレータ 1 0 のコストを低減することができる。

[第八の実施例]

【 0 1 9 9 】

図 1 5 はブレーキストロークシミュレータとして構成された本発明による操作シミュレータの第八の実施例を示す軸線に沿う断面図、図 1 6 は第八の実施例の中間ロータを平面に展開して示す展開図である。

【 0 2 0 0 】

この第八の実施例に於いては、入力ピストン 1 4 は中間ロータ 8 6 に嵌合する実質的に円柱形をなしているが、軸線 1 2 に整合して延在し出力ピストン 9 0 へ向けて開いた円筒形のリセス 1 4 B を有している。これに対し出力ピストン 9 0 は中間ロータ 8 6 に嵌合する実質的に円柱形の本体部より軸線 1 2 に整合して入力ピストン 1 4 へ向けて突出する断面円形の軸部 9 0 B を有し、軸部 9 0 B は軸線 1 2 に沿って相対変位可能にリセス 1 4 B に嵌入している。反力発生手段としての圧縮コイルばね 9 2 は出力ピストン 9 0 とエンド

10

20

30

40

50

キャップ 22B との間に弾装されており、入力ピストン 14 及び出力ピストン 90 が初期位置にあるときには、入力ピストン 14 及び出力ピストン 90 は相互に押圧する状態にて当接するようになっている。

【0201】

また上述の第五乃至第七の実施例と同様、荷重伝達ロッド 30 及び 94 はそれぞれ径方向に二分割されており、荷重伝達ロッド 30 は径方向内端部にて入力ピストン 14 のリセス 14B の周りの部分により片持支持され、荷重伝達ロッド 94 は出力ピストン 90 の軸部 90B により片持支持されている。上述の第七の実施例と同様、荷重伝達ロッド 30 及び 94 は同一の軸線方向位置に位置しており、これによりこれらの荷重伝達ロッドは軸線 12 に垂直な平面に沿って軸線 12 の周りの周方向に交互に 90° の角度にて互いに隔置されている。

10

【0202】

また入力ピストン 14 は軸線 12 の周りに荷重伝達ロッド 30 に対し 90° の角度をなす位置に出力ピストン 90 へ向けて開いた一对のスリット 14C を有し、荷重伝達ロッド 94 は軸線 12 に沿って入力ピストン 14 に対し相対的に直線運動可能にスリット 14C に遊嵌状態にて挿通されている。この第八の実施例の他の点は上述の第七の実施例と同様に構成されている。尚この実施例に於いても荷重伝達ロッド 30 及び 94 は互いに異なる軸線方向位置にあってもよい。また荷重伝達ロッド 94 は出力ピストン 90 の軸部 90B 及び入力ピストン 14 の一对のスリット 14C を貫通して直径方向に延在する一つの棒材であってもよい。

20

【0203】

この第八の実施例に於いても、第一の伝達手段 54 及び第二の伝達手段 56 は上述の第四の実施例の場合と同様に機能するので、入力ピストン 14、中間ロータ 86、出力ピストン 90 の間に於ける運動の変換伝達及び圧縮コイルばね 92 の反力の伝達は上述の第四の実施例の場合と同様に達成される。また入力ピストン 14 の直線運動量に対する出力ピストン 90 の直線運動量の比の特性も上述の他の実施例の場合と同様の非線形の特性になる。

【0204】

かくして図示の第八の実施例によれば、上述の第一乃至第七の実施例の場合と同様、ストロークシミュレータ 10 はマスタシリングとホイールシリングとが遮断されているような状況に於いても運転者によるブレーキペダル 212 の踏み込みストロークを許容すると共に、ブレーキペダル 212 の踏み込み量の増大につれて運転者が感じる制動操作反力を連続的な非線形の特性にて増大させ、これにより最適な制動操作フィーリングを達成することができる。

30

【0205】

特に図示の第八の実施例によれば、出力ピストン 90 の軸部 90B が入力ピストン 14 のリセス 14B に嵌合し、軸部 90B 及びリセス 14B によっても軸線 12 に沿う入力ピストン 14 及び出力ピストン 90 の相対運動が案内されるので、上述の第四及び第五の実施例の場合に比して入力ピストン 14 及び出力ピストン 90 の相対直線運動を円滑に行わせることができる。

40

【0206】

尚図示の第七及び第八の実施例によれば、第一の伝達手段 54 及び第二の伝達手段 56 は軸線 12 の周りに隔置された位置にて軸線 12 に沿う同一の軸線方向位置に設けられているので、第一の伝達手段 54 及び第二の伝達手段 56 が軸線 12 に沿って互いに隔置されている上述の第四乃至第六の実施例の場合に比して、第一の伝達手段 54 及び第二の伝達手段 56 の運動変換に伴い中間ロータ 86 に作用するこじりを低減し、これによりストロークシミュレータ 10 の作動を円滑に行わせると共にその耐久性を向上させることができ、また軸線 12 に沿う方向のストロークシミュレータ 10 の長さを小さくし、車両に対する搭載性を向上させることができる。

【0207】

50

また上述の第四乃至第八の実施例によれば、第一の伝達手段 5 4 及び第二の伝達手段 5 6 が設けられ、第一の伝達手段 5 4 は入力ピストン 1 4 の軸線 1 2 に沿う直線運動量に対する中間ロータ 8 6 の回転運動量の比を入力ピストン 1 4 の直線運動量の増大につれて漸次増大させ、第二の伝達手段 5 6 は中間ロータ 8 6 の回転運動量に対する出力ピストン 9 0 の軸線 1 2 に沿う直線運動量の比を中間ロータ 8 6 の回転運動量の増大につれて漸次増大させるようになっているので、第一の伝達手段 5 4 及び第二の伝達手段 5 6 の一方のみが運動伝達元の部材の運動量に対する運動伝達先の部材の運動量の比を運動伝達元の部材の運動量の増大につれて漸次増大させる構造の場合に比して、カム溝の湾曲度合を低減することができ、これにより第一の伝達手段 5 4 及び第二の伝達手段 5 6 による運動変換及び反力の伝達を円滑に行わせることができる。

10

【0208】

また上述の第四乃至第八の実施例によれば、中間ロータ 8 6 はハウジング 1 6 内にてハウジング 1 6 により回転可能に支持され、入力ピストン 1 4 及び出力ピストン 9 0 は中間ロータ 8 6 により直線運動可能に支持されており、可動部材や反力発生部材はハウジング 1 6 外に露呈していないので、可動部材である出力ロータ 3 4 及び反力発生部材であるトーシヨンばね 5 2 がハウジング 1 6 外に露呈している上述の第一の実施例の場合に比して、車両等に対する良好な搭載性を確保することができ、また可動部材とハウジングとの間に異物が侵入したりすることによる作動不良の虞れを低減することができる。

【0209】

また上述の第一の実施例によれば、伝達手段 5 4 の荷重伝達ロッド 3 0 を軸線 1 2 に沿って案内するガイド溝 3 2 が設けられ、第四乃至第八の実施例によれば、第一の伝達手段 5 4 の荷重伝達ロッド 3 0 を軸線 1 2 に沿って案内するガイド溝 3 2 又は 3 2 A、3 2 B が設けられると共に、第二の伝達手段 5 6 の荷重伝達ロッド 9 0 を軸線 1 2 に沿って案内するガイド溝 3 2 又は 3 2 B が設けられているので、ガイド溝が設けられていない構造の場合に比して、軸線 1 2 の周りの入力ピストン 1 4 や出力ピストン 9 0 の回転を確実に防止することができ、これにより入力ピストン 1 4 の直線運動量に対する反力の比の特性を確実に且つ正確に所望の非線形の特性にすることができる。

20

【0210】

また上述の第一、第二、第四乃至第八の実施例によれば、複数の可動部材及び反力発生部材は軸線 1 2 に整合して配設され、軸線 1 2 に沿って又は軸線 1 2 の周りに運動するようになっているので、複数の可動部材や反力発生部材がそれぞれ互いに異なる個別の軸線に整合して配設された構造の場合に比して、ストロークシミュレータ 1 0 の構造を単純化することができると共に、運動変換や反力の伝達を最適に行わせることができる。

30

【0211】

以上に於いては本発明を特定の実施例について詳細に説明したが、本発明は上述の実施例に限定されるものではなく、本発明の範囲内にて他の種々の実施例が可能であることは当業者にとって明らかであろう。

【0212】

例えば上述の第一の実施例に於いては、出力ロータ 3 4 はハウジング 1 6 外にてハウジング 1 6 により回転可能に支持されているが、出力ロータ 3 4 がハウジング 1 6 内にてハウジング 1 6 により回転可能に支持され、トーシヨンばね 5 2 もハウジング 1 6 内に収容されてもよい。

40

【0213】

また上述の第二の実施例に於いては、荷重伝達子 6 2 は入力ピストン 1 4 の運動方向とは逆方向へ軸線 1 2 に沿って移動せしめられ、これにより圧縮コイルばね 6 4 を軸線 1 2 に沿って圧縮変形させるようになっているが、荷重伝達子 6 2 の移動方向及び反力発生手段の変形方向は入力ピストン 1 4 の運動方向と同一の方向に設定されてもよく、また例えば軸線 1 2 に交差する方向の如く任意の方向に設定されてよい。

【0214】

また上述の第四乃至第六の実施例に於いては、第一の伝達手段 5 4 及び第二の伝達手段

50

5 6 は軸線 1 2 の周りの同一の位置にて軸線 1 2 に沿って互いに隔置された位置し、これによりガイド溝 3 2 は第一の伝達手段 5 4 及び第二の伝達手段 5 6 に共通の溝であるが、第一の伝達手段 5 4 及び第二の伝達手段 5 6 は軸線 1 2 の周りの互いに異なる位置に設けられてもよい。

【0215】

また上述の第四乃至第八の実施例に於いては、第一の伝達手段 5 4 が入力ピストン 1 4 の軸線 1 2 に沿う直線運動量に対する中間ロータ 8 6 の回転運動量の比を入力ピストン 1 4 の直線運動量の増大につれて漸次増大させ、第二の伝達手段 5 6 が中間ロータ 8 6 の回転運動量に対する出力ピストン 9 0 の軸線 1 2 に沿う直線運動量の比を中間ロータ 8 6 の回転運動量の増大につれて漸次増大させるようになっているが、第一の伝達手段 5 4 及び第二の伝達手段 5 6 の一方のみが運動伝達元の部材の運動量に対する運動伝達先の部材の運動量の比を運動伝達元の部材の運動量の増大につれて漸次増大させるよう修正されてもよい。

10

【0216】

また上述の第六の実施例に於いては、入力ピストン 1 4 及び出力ピストン 9 0 は軸線 1 2 に沿って常時互いに隔置された状態にあるが、入力ピストン 1 4 及び出力ピストン 9 0 は圧縮コイルばね 9 2 の径方向内側又は外側に上述の第七及び第八の実施例の如く軸線 1 2 に沿って相対直線運動可能に係合する部分を有していてもよい。

【0217】

また上述の第七の実施例に於いては、入力ピストン 1 4 及び出力ピストン 9 0 はそれぞれ扇形の断面形状を有する一对のアーム部 1 4 A 及び 9 0 A を有しているが、アーム部 1 4 A 及び 9 0 A の断面形状は例えば半円形の如き任意の形状に設定されてよい。同様に上述の第八の実施例に於いては、入力ピストン 1 4 及び出力ピストン 9 0 はそれぞれ円形の断面形状を有するリセス 1 4 B 及び軸部 9 0 B を有しているが、リセス 1 4 B 及び軸部 9 0 B の断面形状は任意の形状に設定されてよく、リセス 1 4 B 及び軸部 9 0 B は軸線 1 2 に沿って相対直線運動可能に且つ軸線 1 2 の周りに相対回転不能に互いに係合する平面部を備えていてもよい。

20

【0218】

また第二のシリンダ室 2 4 と第三のシリンダ室 1 0 6 とを連通接続するオリフィス 1 1 0 は上述の第五の実施例の出力ピストン 9 0 にしか設けられていないが、オリフィス 1 1 0 と同様のオリフィスが上述の第四、第六乃至第八の実施例の出力ピストン 9 0 に設けられてもよい。

30

【0219】

更に上述の各実施例に於いては、操作シミュレータはブレーキストロークシミュレータであり、入力ピストン 1 4 はオペレータの操作力に対応する液圧によって軸線 1 2 に沿って直線的に駆動されるようになっているが、本発明の操作シミュレータは例えば自動車のアクセルペダルの如くオペレータによる操作手段の操作を許すと共に操作手段を介してオペレータに所要の操作反力を与える操作シミュレータに適用されてよく、入力ピストン 1 4 はオペレータの操作力によって直接的に軸線 1 2 に沿って駆動されるようになっている。

40

【図面の簡単な説明】

【0220】

【図 1】ブレーキストロークシミュレータとして構成された本発明による操作シミュレータの第一の実施例を示す軸線に沿う断面図である。

【図 2】第一の実施例の出力ロータを平面に展開して示す展開図である。

【図 3】ブレーキストロークシミュレータとして構成された本発明による操作シミュレータの第二の実施例を示す軸線に沿う断面図である。

【図 4】第二の実施例の出力ロータを平面に展開して示す展開図である。

【図 5】ブレーキストロークシミュレータとして構成された本発明による操作シミュレータの第三の実施例を示す軸線に沿う断面図である。

50

【図 6】ブレーキストロークシミュレータとして構成された本発明による操作シミュレータの第四の実施例を示す軸線に沿う断面図である。

【図 7】第四の実施例の中間ロータを平面に展開して示す展開図である。

【図 8】ブレーキストロークシミュレータとして構成された本発明による操作シミュレータの第五の実施例を示す軸線に沿う断面図である。

【図 9】第五の実施例の中間ロータを平面に展開して示す展開図である。

【図 10】ブレーキストロークシミュレータとして構成された本発明による操作シミュレータの第六の実施例を示す軸線に沿う断面図である。

【図 11】第六の実施例の中間ロータを平面に展開して示す展開図である。

【図 12】ブレーキストロークシミュレータとして構成された本発明による操作シミュレータの第七の実施例を軸線に於いて直角に接する二つの切断面に沿って切断して示す断面図である。

10

【図 13】図 12 の線 A - A に沿う入力ピストン及び出力ピストンの横断面図である。

【図 14】第七の実施例の中間ロータを平面に展開して示す展開図である。

【図 15】ブレーキストロークシミュレータとして構成された本発明による操作シミュレータの第八の実施例を示す軸線に沿う断面図である。

【図 16】第八の実施例の中間ロータを平面に展開して示す展開図である。

【図 17】ブレーキストロークシミュレータの実施例が適用されてよい一つの適用例として油圧式のブレーキ装置を示す概略構成図である。

【図 18】入力ピストンの直線運動量と出力ロータの回転運動量との間の関係を示すグラフである。

20

【図 19】ブレーキペダルの踏み込み量とペダル反力との間の関係を示すグラフである。

【図 20】入力ピストンの直線運動量と中間ロータの回転運動量との間の関係を示すグラフである。

【図 21】中間ロータの回転運動量と出力ピストンの直線運動量との間の関係を示すグラフである。

【図 22】入力ピストンの直線運動量と出力ピストンの直線運動量との間の関係を示すグラフである。

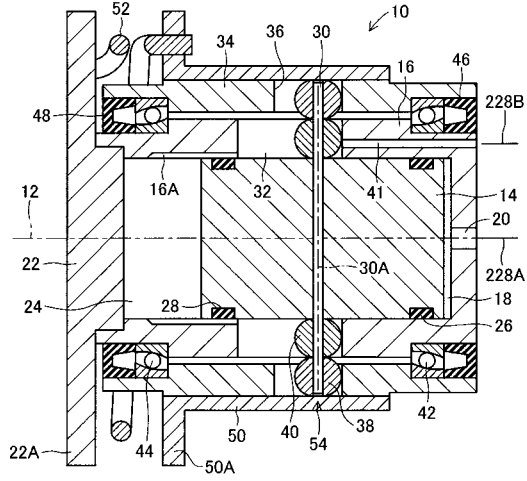
【符号の説明】

【0221】

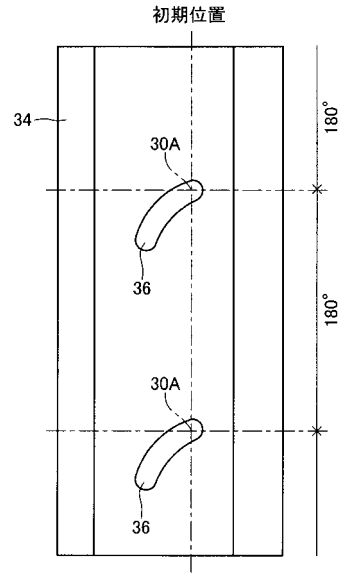
30

10 ... ブレーキストロークシミュレータ、14 ... 入力ピストン、16 ... ハウジング、18 ... 第一のシリンダ室、24 ... 第二のシリンダ室、30 ... 荷重伝達ロッド、32 ... ガイド溝、34 ... 出力ロータ、36 ... カム溝、38 ... ガイドローラ、40 ... カムローラ、52 ... トーションばね、54 ... (第一の) 伝達手段、56 ... 第二の伝達手段、58 ... 偏心カム部材、70 ... ばね支持ロッド、76 ... 圧縮コイルばね、80 ... リアクションディスク、84 ... 圧縮コイルばね、86 ... 中間ロータ、90 ... 出力ピストン、92 ... 圧縮コイルばね、94 ... 荷重伝達ロッド、96 ... カム溝、98 ... ガイドローラ、100 ... カムローラ、106 ... 第三のシリンダ室、108 ... 引張りコイルばね、110 ... オリフィス

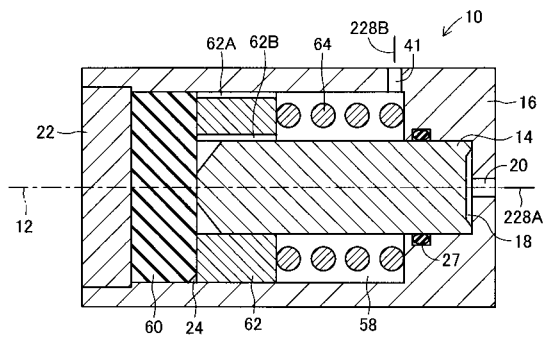
【 図 1 】



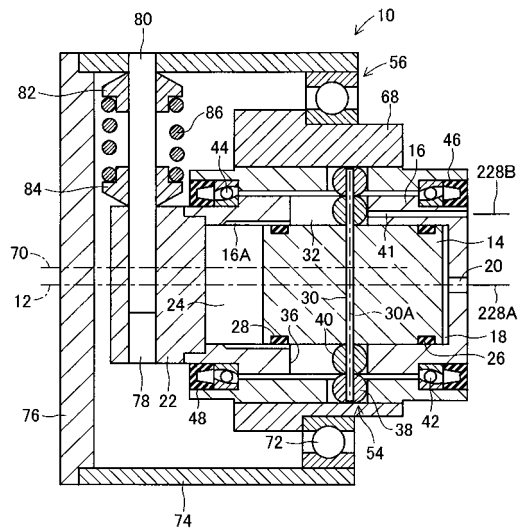
【 図 2 】



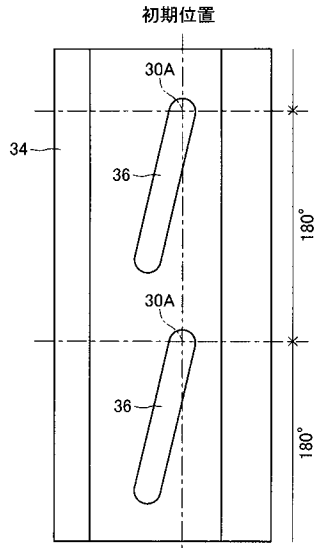
【 図 3 】



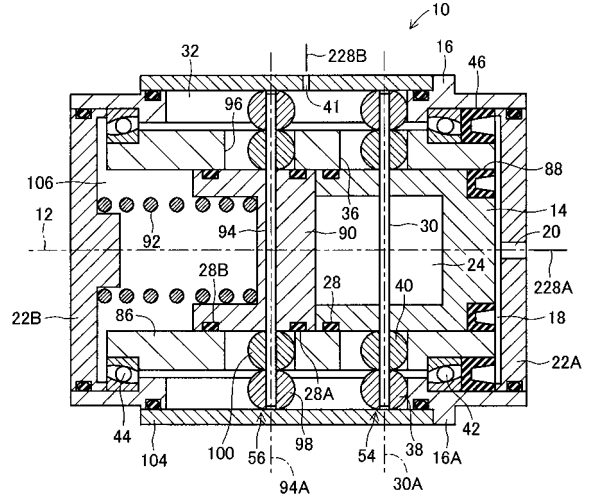
【 図 4 】



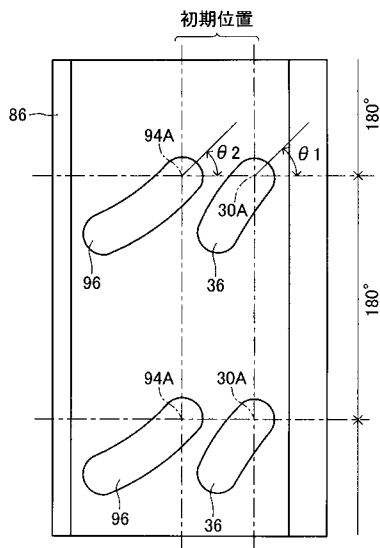
【 図 5 】



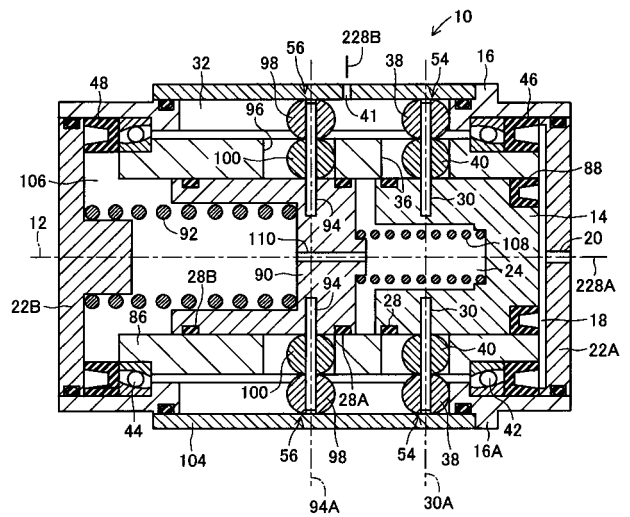
【 図 6 】



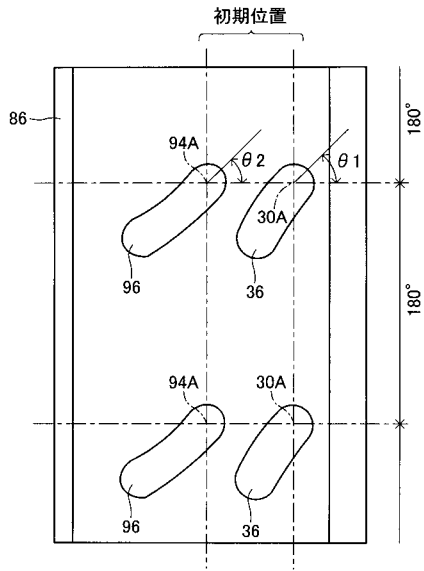
【 図 7 】



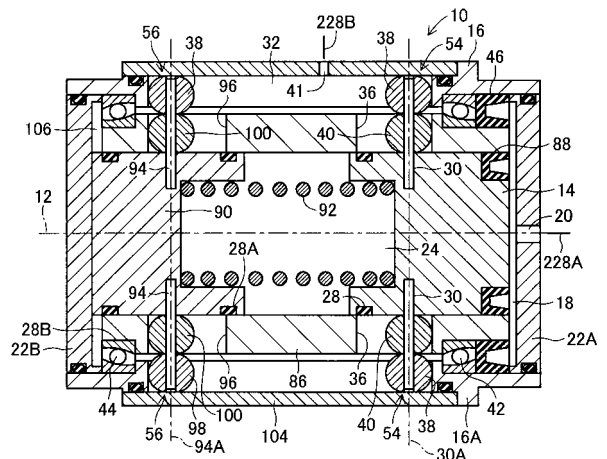
【 図 8 】



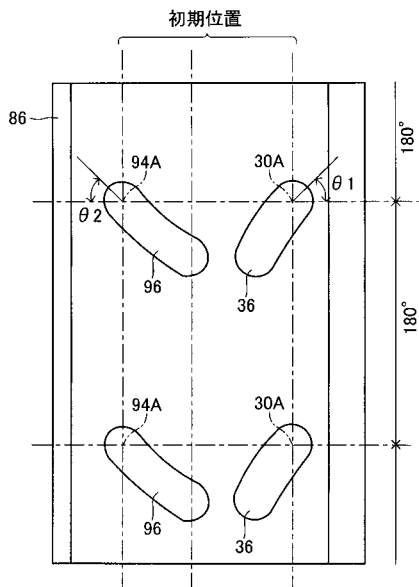
【 図 9 】



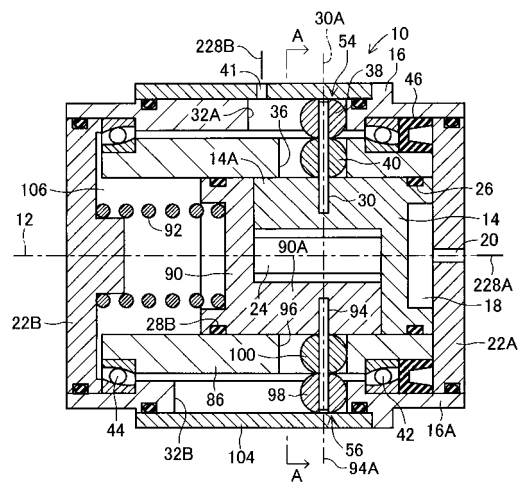
【 図 1 0 】



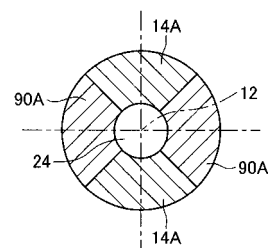
【 図 1 1 】



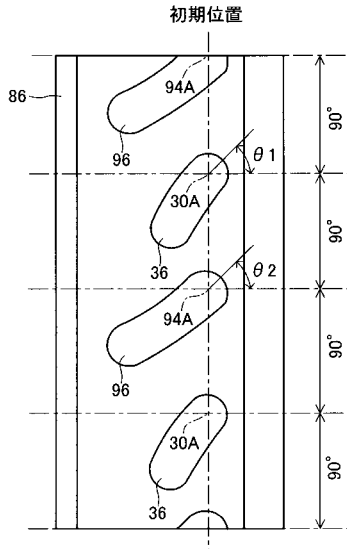
【 図 1 2 】



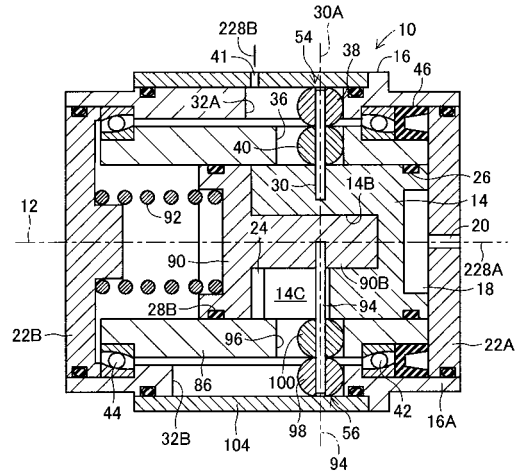
【 図 1 3 】



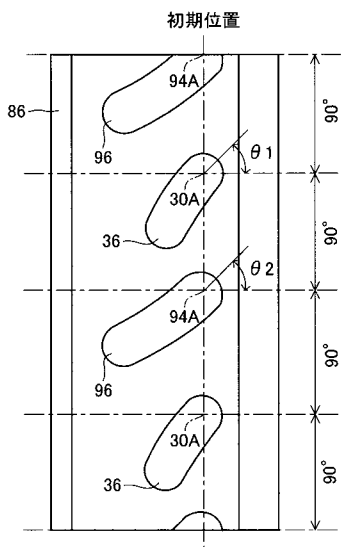
【 図 1 4 】



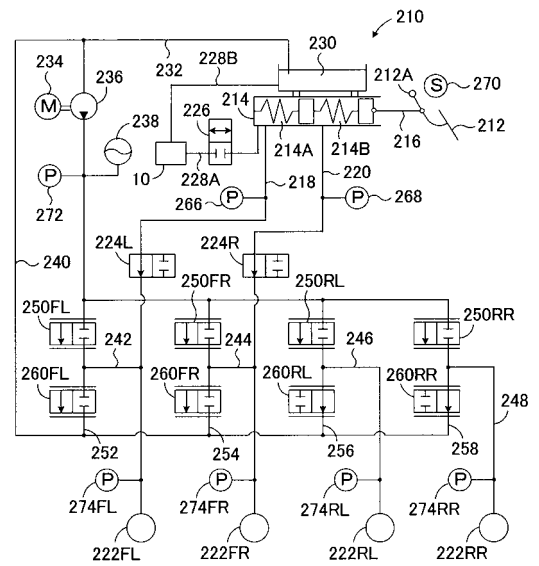
【 図 1 5 】



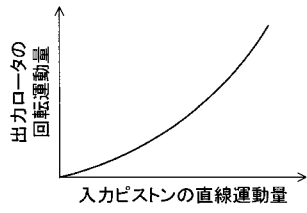
【 図 1 6 】



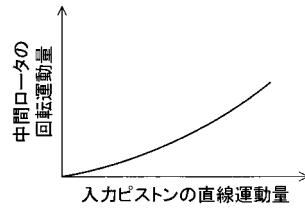
【 図 1 7 】



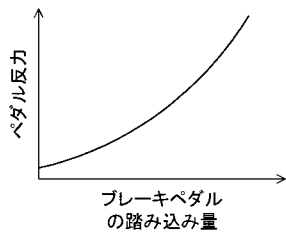
【 図 1 8 】



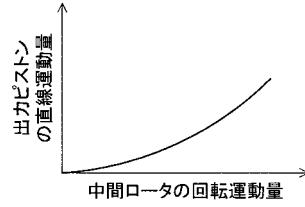
【 図 2 0 】



【 図 1 9 】



【 図 2 1 】



【 図 2 2 】

