

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4692837号
(P4692837)

(45) 発行日 平成23年6月1日(2011.6.1)

(24) 登録日 平成23年3月4日(2011.3.4)

(51) Int.Cl.

B60T 13/74 (2006.01)

F 1

B 60 T 13/74

Z

請求項の数 16 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2006-179577 (P2006-179577)
(22) 出願日	平成18年6月29日 (2006.6.29)
(65) 公開番号	特開2007-191133 (P2007-191133A)
(43) 公開日	平成19年8月2日 (2007.8.2)
審査請求日	平成21年6月29日 (2009.6.29)
(31) 優先権主張番号	特願2005-192490 (P2005-192490)
(32) 優先日	平成17年6月30日 (2005.6.30)
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)
(31) 優先権主張番号	特願2005-370308 (P2005-370308)
(32) 優先日	平成17年12月22日 (2005.12.22)
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)
(31) 優先権主張番号	特願2005-317502 (P2005-317502)
(32) 優先日	平成17年10月31日 (2005.10.31)
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)

(73) 特許権者	509186579 日立オートモティブシステムズ株式会社 茨城県ひたちなか市高場2520番地
(74) 代理人	100068618 弁理士 畑 純夫
(72) 発明者	池田 純一 神奈川県川崎市川崎区富士見一丁目6番3号 株式会社日立製作所 オートモティブシステムグループ内
(72) 発明者	大谷 行雄 神奈川県川崎市川崎区富士見一丁目6番3号 株式会社日立製作所 オートモティブシステムグループ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電動倍力装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ブレーキペダルの操作により進退移動する軸部材と、該軸部材に相対移動可能に配置された筒状部材と、該筒状部材を進退移動させる電動アクチュエータとを備え、前記ブレーキペダルから前記軸部材に付与される入力推力と前記電動アクチュエータから前記筒状部材に付与されるブースタ推力とにより、マスタシリンダ内にブレーキ液圧を発生させ、該ブレーキ液圧による反力の一部を前記軸部材に、他の一部を前記筒状部材にそれぞれ伝達する電動倍力装置において、前記軸部材と前記筒状部材とをマスタシリンダのピストンとして、それぞれの前端部をマスタシリンダの圧力室に臨ませ、前記軸部材と前記筒状部材との間には、前記軸部材と前記筒状部材とが少なくとも一の方向に相対変位した状態にあるとき、前記軸部材に対する、前記筒状部材の変位方向への付勢力を前記両部材の相対変位前の状態よりも強くする付勢手段を設けたことを特徴とする電動倍力装置。

【請求項 2】

前記付勢手段は、前記筒状部材の内部に収納されていることを特徴とする請求項 1 に記載の電動倍力装置。

【請求項 3】

前記付勢手段は、前記筒状部材に対して前記軸部材を相対変位の中立位置に向けて付勢することを特徴とする請求項 1 または 2 のいずれかに記載の電動倍力装置。

【請求項 4】

前記付勢手段は、前記筒状部材に対して前記軸部材を一方向に付勢する第 1 のばねと、

10

20

前記筒状部材に対して前記軸部材を他方向に付勢する第2のばねとからなり、前記第1のばねと前記第2のばねのばね力がバランスした位置が中立位置となることを特徴とする請求項3に記載の電動倍力装置。

【請求項5】

前記付勢手段は、前記軸部材に対して前記筒状部材が前方へ相対変位した状態にあるとき、前記軸部材に対する前方への付勢力を両部材の相対変位前の状態よりも強くして倍力比を大きくするようにしたことを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の電動倍力装置。

【請求項6】

前記付勢手段は、前記筒状部材が前記軸部材に対して後方へ相対変位した状態にあるとき、前記軸部材に対する後方への付勢力を両部材の相対変位前の状態よりも強くして倍力比を小さくするようにしたことを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の電動倍力装置。 10

【請求項7】

前記軸部材と前記筒状部材との相対変位量を検出する変位検出手段を設け、該変位検出手段の検出信号に基づいて前記相対変位量が任意の所定値となるように前記電動アクチュエータが制御されることを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載の電動倍力装置。

【請求項8】

前記変位検出手段は、前記軸部材と前記筒状部材との間にあって両部材の相対変位量を検出することを特徴とする請求項7に記載の電動倍力装置。 20

【請求項9】

前記変位検出手段は、前記軸部材の車体に対する絶対変位を検出する第1の絶対変位検出手段と、前記筒状部材の車体に対する絶対変位を検出する第2の絶対変位検出手段とかなることを特徴とする請求項7に記載の電動倍力装置。

【請求項10】

前記電動アクチュエータはモータを駆動源としており、前記第2の絶対変位検出手段は前記モータの回転変位を検出する回転検出手段であることを特徴とする請求項9に記載の電動倍力装置。

【請求項11】

前記付勢手段のばね定数は、前記マスタシリンダの圧力室に臨む軸部材および筒状部材の受圧面積と、前記マスタシリンダの液圧および液量とに基づいて決定されることを特徴とする請求項1に記載の電動倍力装置。 30

【請求項12】

前記電動アクチュエータと前記筒状部材との間には、前記電動アクチュエータにより回転される回動部材と該回動部材の回転に応じて直動し前記筒状部材に推力を加える直動部材とからなる回転-直動変換機構、および前記筒状部材と前記直動部材とを連結および連結遮断する断続手段が配設されていることを特徴とする請求項1に記載の電動倍力装置。

【請求項13】

圧力室を有し、前記圧力室の液圧に基づいてブレーキ液圧を出力するマスタシリンダと、前記マスタシリンダの圧力室のピストンとして動作する入力ピストンおよびブースタピストンと、ブレーキペダルの操作により進退移動し、前記入力ピストンを進退移動させる軸部材と、前記軸部材を内部に収納し、前記ブースタピストンを進退移動させる筒状部材と、前記筒状部材を進退移動させるための電動アクチュエータと、を備え、前記入力ピストンに対して前記ブースタピストンを前記マスタシリンダの圧力室の方に移動させる進み方向の移動に基づいて、前記軸部材に対して、前記マスタシリンダの圧力室からの反力に對向する方向の力が増大する付勢手段を、さらに備えることを特徴とする電動倍力装置。 40

【請求項14】

前記付勢手段は、一端が前記筒状部材に基づいて移動し、他端が前記軸部材に基づいて移動し、圧縮に対して反発力を発生することを特徴とする請求項13に記載の電動倍力装置。 50

【請求項 15】

圧力室を有し、前記圧力室の液圧に基づいてブレーキ液圧を出力するマスタシリンダと、前記マスタシリンダの圧力室のピストンとして動作する入力ピストンおよびブースタピストンと、ブレーキペダルの操作により進退移動し、前記入力ピストンを進退移動させる軸部材と、前記軸部材を内部に収納し、前記ブースタピストンを進退移動させる筒状部材と、前記筒状部材を進退移動させるための電動アクチュエータと、を備え、前記入力ピストンに対して前記ブースタピストンを前記マスタシリンダの圧力室とは反対の方向に移動させる後退方向の移動に基づいて、前記軸部材に対して、前記マスタシリンダの圧力室からの反力と同じ方向の力が増大する付勢手段を、さらに備えることを特徴とする電動倍力装置。

10

【請求項 16】

前記付勢手段は、一端が前記軸部材に基づいて移動し、他端が前記筒状部材に基づいて移動し、圧縮に対して反発力を発生することを特徴とする請求項 15 に記載の電動倍力装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、自動車のブレーキ機構に用いられる倍力装置に係り、より詳しくは電動アクチュエータを倍力源として利用する電動倍力装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、自動車のブレーキ機構には、エンジンの吸気管負圧を利用して入力に対し倍力した出力を発生し得るようにした真空倍力装置が多く用いられていた。ところで、近年、エンジンについて燃費改善、排気ガス浄化などの面で開発が進み、これに伴い、吸気管負圧が小さくなる傾向にある。このため、真空倍力装置として所望の倍力性能あるいは応答性を確保するには、例えば、サイズの拡大を図る、エジェクタで負圧を増強する、エンジン駆動の真空ポンプを設ける、などの対策が必要で、車両搭載性の悪化やコスト負担の増大が避けられない状況にある。

【0003】

そこで、最近、電動アクチュエータを倍力源として利用した電動倍力装置が注目されている。この電動倍力装置としては、例えば、特許文献 1、2 に記載されたものがあり、このものは、ブレーキペダルの操作により進退移動する主ピストン（軸部材）と、該主ピストンに相対移動可能に外嵌されたブースタピストン（筒状部材）と、該ブースタピストンを進退移動させる電動アクチュエータとを備え、主ピストンとブースタピストンとをマスタシリンダのピストンとして、それぞれの前端部をマスタシリンダの圧力室に臨ませ、ブレーキペダルから主ピストンに伝わる入力推力と電動アクチュエータからブースタピストンに伝わるブースタ推力とにより、マスタシリンダ内にブレーキ液圧を発生させる構造となっている。

20

【特許文献 1】特開平 10 - 138909 号公報

【特許文献 2】特開平 10 - 138910 号公報

40

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかるに、上記特許文献 1、2 に記載に記載される電動倍力装置によれば、マスタシリンダの圧力室に発生するブレーキ液圧による反力の一部が主ピストン（軸部材）に、他の一部がブースタピストン（筒状部材）にそれぞれ伝達されるようになっているため、ブレーキアシストを働かせるべくブースタピストンの推力を大きくしてマスタシリンダ内のブレーキ液圧を高めようとすると、その液圧が主ピストンに反力として作用し、ブレーキペダルと連動する主ピストンを後退させてしまう。換言すれば、所望の制動力を確保するには、主ピストンが後退しないように入力（ペダル踏力）を増大させる必要があり、結果と

50

して、入力に対して倍力比を大きくできない、という問題があった。また、逆にブースタピストンの推力を小さくしてマスタシリンダ内のブレーキ液圧を下げようすると、主ピストンに伝わる反力が小さくなるため、入力に対して倍力比を小さくできない、という問題があった。

【0005】

本発明は、上記した従来の問題点に鑑みてなされたもので、その課題とするところは、電動アクチュエータを倍力源として働かせる際に、入力に対して倍力比を変更することができるようにして、もってペダル操作性の向上に寄与する電動倍力装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

10

【0006】

上記課題を解決するため、本発明の1つは、ブレーキペダルの操作により進退移動する軸部材と、該軸部材に相対移動可能に配置された筒状部材と、該筒状部材を進退移動させる電動アクチュエータとを備え、前記ブレーキペダルから前記軸部材に付与される入力推力と前記電動アクチュエータから前記筒状部材に付与されるブースタ推力とにより、マスタシリンダ内にブレーキ液圧を発生させ、該ブレーキ液圧による反力の一部を前記軸部材に、他的一部を前記筒状部材にそれぞれ伝達する電動倍力装置において、前記軸部材と前記筒状部材とをマスタシリンダのピストンとして、それぞれの前端部をマスタシリンダの圧力室に臨ませ、前記軸部材と前記筒状部材との間には、前記軸部材と前記筒状部材とが少なくとも一の方向に相対変位した状態にあるとき、前記軸部材に対する、前記筒状部材の変位方向への付勢力を前記両部材の相対変位前の状態よりも強くする付勢手段を設けたことを特徴とする。

20

【0007】

また、上記課題を解決するため、本発明の他の1つは、圧力室を有し、前記圧力室の液圧に基づいてブレーキ液圧を出力するマスタシリンダと、前記マスタシリンダの圧力室のピストンとして動作する入力ピストンおよびブースタピストンと、ブレーキペダルの操作により進退移動し、前記入力ピストンを進退移動させる軸部材と、前記軸部材を内部に収納し、前記ブースタピストンを進退移動させる筒状部材と、前記筒状部材を進退移動させるための電動アクチュエータと、を備え、前記入力ピストンに対して前記ブースタピストンを前記マスタシリンダの圧力室の方に移動させる進み方向の移動に基づいて、前記軸部材に対して、前記マスタシリンダの圧力室からの反力に対向する方向の力が増大する付勢手段を、さらに備えることを特徴とする。

30

【0008】

また、上記課題を解決するため、本発明のさらに他の1つは、圧力室を有し、前記圧力室の液圧に基づいてブレーキ液圧を出力するマスタシリンダと、前記マスタシリンダの圧力室のピストンとして動作する入力ピストンおよびブースタピストンと、ブレーキペダルの操作により進退移動し、前記入力ピストンを進退移動させる軸部材と、前記軸部材を内部に収納し、前記ブースタピストンを進退移動させる筒状部材と、前記筒状部材を進退移動させるための電動アクチュエータと、を備え、前記入力ピストンに対して前記ブースタピストンを前記マスタシリンダの圧力室とは反対の方向に移動させる後退方向の移動に基づいて、前記軸部材に対して、前記マスタシリンダの圧力室からの反力と同じ方向の力が増大する付勢手段を、さらに備えることを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0010】

本発明に係る電動倍力装置によれば、電動アクチュエータを倍力源として働かせるに際し、入力に対して倍力比を変更することができ、ペダル操作性を向上できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、本発明を実施するための最良の形態を添付図面に基づいて説明する。

図1および図2は、本発明に係る電動倍力装置の第1の実施形態を示したものである。

50

本電動倍力装置 1 は、タンデムマスタシリンダ 2 のプライマリピストンとして共用される後述のピストン組立体 2 0 と該ピストン組立体 2 0 を構成するブースタピストン（筒状部材または第 2 の部材）2 1 に推力（ブースタ推力）を付与する後述の電動アクチュエータ 4 0 とを備えており、それぞれが車室壁 3 に固定したハウジング（支持部材）4 の内部および外部に配設されている。ハウジング 4 は、図 1 によく示されるように、車室内に後部側の一部が挿入されたハウジング本体 5 とハウジング本体 5 の前部側開口を覆う蓋板 6 とからなっており、その蓋板 6 の前面に、前記タンデムマスタシリンダ 2 と前記電動アクチュエータ 4 0 を構成する電動モータ 4 1 とが取付けられている。なお、ハウジング本体 5 の車室側開口部には、電動倍力装置 1 側から車室内への騒音の侵入を抑え、かつ車室内から電動倍力装置 1 側へのゴミの侵入を抑える目的で、フェルト材と弾性材とを重ね合せたサイレンサ 7 が配設されている。10

【 0 0 1 2 】

タンデムマスタシリンダ 2 は、図 2 に概略的に示されるように、有底のシリンダ本体 1 0 とリザーバ 1 1 とを備えており、そのシリンダ本体 1 0 内の奥側には、前記プライマリピストンとしてのピストン組立体 2 0 と対をなすセカンダリピストン 1 2 が摺動可能に配設されている。シリンダ本体 1 0 内にはまた、前記ピストン組立体 2 0 とセカンダリピストン 1 2 とにより 2 つの圧力室 1 3 、 1 4 が画成されており、前記両ピストン 2 0 、 1 2 の前進に応じて各圧力室 1 3 、 1 4 内に封じ込められているブレーキ液が、対応する系統のホイールシリンダへ圧送されるようになる。

【 0 0 1 3 】

また、シリンダ本体 1 0 の壁には、各圧力室 1 3 、 1 4 内とリザーバ 1 1 とを連通するリリーフポート 1 5 が形成され、さらに、シリンダ本体 1 0 の内面には、前記リリーフポート 1 5 を挟んで一対のシール部材 1 6 が配設されている。各圧力室 1 3 、 1 4 は、前記両ピストン 2 0 、 1 2 の前進に応じて、前記一対のシール部材 1 6 が対応するピストン 2 0 、 1 2 の外周面に摺接することで、リリーフポート 1 5 に対して閉じられるようになる。なお、各圧力室 1 3 、 1 4 内には、前記プライマリピストンとしてのピストン組立体 2 0 とセカンダリピストン 1 2 とを後方へ付勢する戻しばね 1 7 が配設されている。20

【 0 0 1 4 】

本電動倍力装置 1 を構成するピストン組立体 2 0 は、前記ブースタピストン 2 1 にこれと相対移動可能に入力ピストン（軸部材または第 1 の部材）2 2 を内装してなっている。入力ピストン 2 2 は、その後端に設けた大径部 2 2 a にブレーキペダル 8 （図 2 ）から延ばした入力ロッド 9 を連結させることで、ブレーキペダル 8 の操作（ペダル操作）により進退移動するようになっている。この場合、入力ロッド 9 は、前記大径部 2 2 a に設けられた球面状凹部 2 2 b に先端部を嵌合させた状態で連結されており、これにより入力ロッド 9 の揺動が許容されている。30

【 0 0 1 5 】

ピストン組立体 2 0 を構成するブースタピストン 2 1 は、ここでは、前端側をカップ形状部 2 3 a となし、該カップ形状部 2 3 a を前記マスタシリンダ 2 内の圧力室（プライマリ室）1 3 に挿入させたピストン本体 2 3 と、このピストン本体 2 3 の後端部に後述の操作レバー 4 2 を介して圧入固定されたストッパ部材 2 4 とからなっている。ピストン本体 2 3 およびストッパ部材 2 4 はそれぞれの外周面が面一となるように外径が設定されており、両者は、ハウジング 4 に形成したシリンダ部 2 5 内を一体となって摺動案内されるようになっている。なお、前記ピストン本体 2 3 のカップ形状部 2 3 a の前端側には、前記マスタシリンダ 2 内のリリーフポート 1 5 に連通可能な貫通孔 2 6 が設けられている。40

【 0 0 1 6 】

一方、入力ピストン 2 2 は、上記ブースタピストン 2 1 を構成するピストン本体 2 3 のカップ形状部 2 3 a の底部に設けた挿通孔 2 3 b と前記ストッパ部材 2 4 の円筒内面により摺動案内されるようになっており、常時その前端部を前記カップ形状部 2 3 a の内側の圧力室 1 3 に臨ませている。この入力ピストン 2 2 とブースタピストン 2 1 との間は、前記カップ形状部 2 3 a の底部に配置したゴム製のシール部材 2 7 によりシールされ、ま50

た、マスタシリンダ2とブースタピストン21との間は前記リリーフポート15よりも外側(図中右側)に位置する一方のシール部材16によりシールされており、これにより圧力室13からマスタシリンダ2外へのブレーキ液の漏出が防止されている。なお、入力ピストン22とブースタピストン21との間をシールするシール部材27としては、ゴム製のものに代えて、摺動特性に優れた材料、例えばポリテトラフルオロエチレン製のものを選択することもできる。

【0017】

上記入力ピストン22の後端部には、これと直交する配置でピン28が圧入固定されており、ピン28の両端部は前記ブースタピストン21を構成するストッパ部材24に貫設した軸方向の長孔29を挿通して延ばされている。ピン28はまた、その一端部がハウジング4のシリンダ部25に形成された軸方向のスリット30内まで延ばされると共に、その他端部がハウジング4内の段差面31に干渉する位置まで延ばされている。ピン28は、入力ピストン22とブースタピストン21との相対回転を規制しつつハウジング4内のピストン組立体20の回転を規制する回り止めとして機能している。また、ブースタピストン21と入力ピストン22とは、ピン28が前記長孔29内で移動できる範囲内で相対移動できるようになっており、したがって、ピン28は入力ピストン22とブースタピストン21との相対移動範囲を規定するストッパとしても機能している。さらに、入力ピストン22は、ピン28がハウジング4の段差面31に当接する位置が後退端となっており、したがって、ピン28は入力ピストン22の後退端を規定するストッパとしても機能している。

【0018】

しかし、入力ピストン22とブースタピストン21との相互間には環状空間32が画成されており、この環状空間32には、入力ピストン22に設けたばね受33に一端が係止され、かつブースタピストン21を構成するピストン本体23とストッパ部材24とに他端が係止された一対のばね(付勢手段)34(34A、34B)が配設されている。この一対のばね34は、圧縮コイルばねでそれぞれセット荷重を持って配設され、ブレーキ非作動時に入力ピストン22とブースタピストン21とを相対移動の中立位置に保持する役割をなす。図1に示されるように、この中立位置では、入力ピストン22に固定したピン28がブースタピストン21側の長孔29内の中間位置に位置決めされる。また、ブレーキ非作動時には、入力ピストン22が前記ピン28をハウジング4の段差面31に当接させる後退端に位置決めされており、この状態で、ブースタピストン21は、そのカップ形状部23aに設けた貫通孔26をマスタシリンダ2のリリーフポート15に連通させる状態に位置決めされるようになっている。

【0019】

電動アクチュエータ40を構成する電動モータ41は、マスタシリンダ2の下側に設けられ、その出力軸41aをピストン組立体20と平行に延ばす配置でハウジング4の蓋板6に取付けられている。この電動モータ41の出力軸41aにはねじ部43が形成されており、このねじ部43には、前記ブースタピストン21に一端部が連結されたレバー42の他端部に設けたねじ孔44が螺合されている。前記ねじ部43とねじ孔44との螺合により、電動モータ41の回転は直線運動に変換されてレバー42に伝達され、レバー42はハウジング4内を平行移動(直線移動)する。そして、このレバー42が直線移動すると、その動きにブースタピストン21が追従し、ブースタピストン21が入力ピストン22と相対移動し、したがって、ブースタピストン21には前記電動モータ41の出力に応じた推力(ブースタ推力)が付与される。なお、ブースタピストン21とレバー42との連結部には、ブースタ推力によるモーメントを回避するための若干の隙間が形成されている。

【0020】

一方、上記レバー42の途中には、ポテンショメータ(変位検出手段)45が設けられている。このポテンショメータ45は、抵抗体を内蔵した本体部46と、本体部46からピストン組立体20と平行に車室側へ延ばされ、先端を前記入力ピストン22に固定され

10

20

30

40

50

たピン28に当接させた軸47とを備えている。このポテンショメータ45は、入力ピストン22とブースタピストン21との相対変位量を検出する役割をなすもので、その検出信号は、前記電動モータ41を制御するコントローラ（制御装置）48（図2）に送出されるようになっている。

【0021】

以下、上記のように構成された電動倍力装置1の作用を説明する。

本電動倍力装置1においては、ブースタピストン21が前進し、その前端部に形成した貫通孔26がマスタシリンダ2の内側のシール部材16を乗越えるまでは、すなわちリーフポート15が閉じられるまでは、マスタシリンダ2内にブレーキ液圧が発生せず、したがって、この間は無効ストロークとなる。本実施形態においては、何らかの外部信号（例えば、ブレーキペダル8のタッチ信号や車間距離センサの車間接近信号など）により電動モータ41を回転させて、事前にブースタピストン21を前記シール部材16を乗越える位置まで前進させることで、前記無効ストロークを解消することができる。なお、この時、ばね34の力で入力ピストン22も前進し、ブースタピストン21と入力ピストン22とは相対移動の中立位置（基準位置）を維持する。

【0022】

そして、リーフポート15が閉じられた以降は、ブレーキペダル8の踏込みに応じて入力ピストン22が前進し、マスタシリンダ2内に入力ロッド9から入力ピストン22に付与される推力（入力推力）に応じたブレーキ液圧が発生する。これにより、入力ピストン22とブースタピストン21との間に相対変位が生じ、この相対変位を検出するポテンショメータ45の検出信号に基づき電動アクチュエータ40を作動させると、ブースタピストン21が前進し、マスタシリンダ2内に電動アクチュエータ40からブースタピストン21に付与されるブースタ推力に応じたブレーキ液圧が発生する。すなわち、ピストン組立体20には、ペダル踏力を倍力した推力が付与され、これによりマスタシリンダ2内には大きなブレーキ液圧が発生する。

【0023】

しかし、本第1の実施形態においては、下記の圧力平衡式（1）を変形して得られる下記（2）式に基づいて上記入力推力を算出し、この算出した入力推力に基づいて電動アクチュエータ40の電動モータ41の回転を制御するようにしている。ここで、圧力平衡式（1）における各要素は、図3にも示されるように、 P_b はマスタシリンダ2内の圧力室（プライマリ室）13内のブレーキ液圧、 F_i は入力推力、 F_b はブースタ推力、 A_i は入力ピストン22の受圧面積、 A_b はブースタピストン21の受圧面積、 K はばね34（34A、34B）のばね定数、 X は入力ピストン22とブースタピストン21との相対変位量となっている。また、相対変位量 X は、入力ピストン22の変位を X_i 、ブースタピストン21の変位を X_b として、 $X = X_i - X_b$ と定義している。したがって、 X は、相対移動の中立位置では0、ブースタピストン21に対して入力ピストン22が前進する方向では正符号、その逆方向では負符号となる。なお、圧力平衡式（1）ではシールの摺動抵抗を無視している。この圧力平衡式（1）において、ブースタ推力 F_b は、電動モータ41の電流値から推定できる。したがって、下記（2）式において相対変位量 X を適当に設定すれば、入力推力 F_i を算出できることになる。

【0024】

$$P_b = (F_i - K \times X) / A_i = (F_b + K \times X) / A_b \quad \dots (1)$$

$$F_i = (F_b + K \times X) \times A_i / A_b + K \times X \quad \dots (2)$$

【0025】

一方、倍力比 β は、下記（3）式のように表わされ、したがって、この（3）式に上記圧力平衡式（1）の P_b を代入すると、倍力比 β は下記（4）式のようになる。この場合、ポテンショメータ45の検出結果に基づいて相対変位量 X が0となるように電動モータ41の回転を制御（フィードバック制御）すると、倍力比 β は、 $\beta = A_b / A_i + 1$ となり、真空倍力装置と同様にブースタピストン21の受圧面積 A_b と入力ピストン22の受圧面積 A_i との面積比で一義的に定まる。しかし、ばね34のばね定数 K を大きめに設

10

20

30

40

50

定すると共に、相対変位量 X を負の所定値に設定し、相対変位量 X が前記所定値となるように電動モータ41の回転を制御すれば、倍力比は、 $(1 - K \times X / F_i)$ 倍の大きさとなり、電動アクチュエータ40が倍力源として働いて、ペダル踏力の大きな低減を図ることができるようになる。また、この場合は、 $X = X_i - X_b$ の定義より、入力ピストン22の変位 X_i をほぼ $|X|$ 分だけ削減できることになり、その分、ペダルストロークも削減される。ところで、入力ピストン22に対してブースタピストン21を相対変位させて倍力源として働かせようとすると、マスタシリンダ2内の圧力室13から入力ピストン22に伝わるブレーキ液圧の反力も大きくなり、この反力がペダル踏力の低減を阻害するように作用する。しかし、本第1の実施形態においては、ブースタピストン21の相対変位に応じてばね34の付勢力が増大するので、この付勢力によって前記反力が付勢力の分だけ相殺され、これによりペダル踏力（入力）に対して倍力比を十分に大きくすることができる。10

【0026】

$$= P_b \times (A_b + A_i) / F_i \quad \dots (3)$$

$$= (1 - K \times X / F_i) \times (A_b / A_i + 1) \quad \dots (4)$$

【0027】

このように、本電動倍力装置1においては、圧力平衡式から演算により求めた入力推力に基づいてブースタピストン21と入力ピストン22との相対変位量が任意の所定値となるように電動アクチュエータ40を制御し、所望の倍力比を得るので、従来技術において必要としていた高価な踏力センサが不要になり、その分、コスト低減を図ることができる。また、前記相対変位量を負の適当な値に設定することで、ブースタピストン21と入力ピストン22との受圧面積比で定まる倍力比よりも大きな倍力比を得ることができ、ペダル踏力の大きな低減を図ることができる。逆に、前記相対変位量を正の適当な値に設定することで、ブースタピストン21と入力ピストン22との受圧面積比で定まる倍力比よりも小さな倍力比を得ることができる。したがって、前記相対変位量を正負の適当な値に設定することで、大小所望の倍力比に基づく制動力を得ることができる。20

【0028】

上記第1の実施形態においては、ばね34（付勢手段）を入力ピストン22（軸部材）とブースタピストン21（筒状部材）との間に設けたので、全長の短縮を図ることができ、また、変位検出手段として安価なポテンショメータ45を用いたので、高価な踏力センサを用いる場合に比してより一層のコスト低減を図ることができる。さらに、マスタシリンダ2と電動アクチュエータ53とを同じハウジング4（支持部材）に取付けたので、マスタシリンダ2からの反力を電動アクチュエータ40を介して同じハウジング4に戻すことができるので、装置としての作動が安定する。なお、ばね34としての一対のばね34A、34Bは、必ずしも同じばね定数とする必要はなく、前側のばね34A（第2のばね）よりも後側のばね34B（第1のばね）が大きなばね定数を有する構成とすることができます。この場合、一対のばね34A、34Bの自由長が同じであれば、入力ピストン22がブースタピストン21に対して図1の状態よりも前側に位置したところで中立位置となり、入力ピストン22とブースタピストン21との相対移動可能なスペースが前側よりも後側が広くなるので、電動アクチュエータ40による倍力比を大きくするブレーキアシストの範囲を広くして働かせることができる。また、一対のばね34A、34Bのばね定数が同じであっても、一対のばね34A、34Bの自由長の長さを違えることにより入力ピストン22とブースタピストン21との相対移動スペースを前側よりも後側が広くなるようにすることができる。逆に、入力ピストン22とブースタピストン21との相対移動スペースを後側よりも前側が広くなるようにすることで、電動アクチュエータ40による倍力比を小さくして、回生協調制御に適するようにすることもできる。これらばね34A、34Bは、圧縮ばねに代えて引張りばねとしてもよいことはもちろんである。また、ばね34A、34Bは、コイルばねに代えて皿ばねを複数並べたもの等であってもよい。30

【0029】

ここで、上記実施形態においては、外部信号により電動モータ41を回転させることに40

より、事前にブースタピストン 2 1 を無効ストロークを解消する位置まで前進させようとしたが、必ずしもこの無効ストローク解消制御は行わなくてもよい。

そして、上記制御を行わない場合、ブレーキ作動初期に入力ピストン 2 2 を作動させず、所定量を超えた相対変位があった後、電動アクチュエータ 4 0 を作動させ、ブレーキ液圧が発生する位置までブースタピストン 2 1 を前進させることで、ジャンプイン特性を得ることができ、この場合、ブレーキペダルがわずかに踏まれたときでもディスクブレーキ等の引きずりが起こらず、良好なペダルフィーリング性を得ることができる。

【 0 0 3 0 】

また、自動ブレーキ機能についても、上記圧力平衡式(1)で、入力推力 F_i を 0 とした、 $P_b = -K \times X / A_i$ から、 X の最小値を X_{min} (負の方向での X の絶対値の最大値) とすれば、 $P_{bmax} = -K \times X_{min} / A_i$ になるまでの液圧範囲では制御可能である。さらに、 X_{min} になった後も、ブースタピストン 2 1 を入力ピストン 2 2 と共に前進させることにより増圧が可能となっている。したがって、車両安定制御のプリチャージ、ヒルホールド、クルーズコントロール、油圧補助式電動パーキングブレーキなどの機能を果たすことができる。

【 0 0 3 1 】

図 4 は、上記第 1 の実施形態の第 1 変形例を示したものである。なお、本電動倍力装置 1 の全体構造は、第 1 の実施形態と同じであるので、ここでは、要部のみを示しかつ同一構成要素に同一符号を付す。本第 1 変形例の特徴とするところは、入力ピストン 2 2 とブースタピストン 2 1 との間に介装するばね 3 4 として、入力ピストン 2 2 をマスタシリンダ 2 側へ付勢するばね(圧縮ばね) 3 4 C のみを設けた点にある。このばね 3 4 C は図示の状態で自由長となっており、このような入力ピストン 2 2 とブースタピストン 2 1 との位置関係が中立位置(基準位置)となる。したがって、作動中、入力ピストン 2 2 とブースタピストン 2 1 とが中立位置から、入力ピストン 2 2 に対してブースタピストン 2 1 が左方向(前方)に相対変位した状態にあるとき、ばね 3 4 C は入力ピストン 2 2 をブースタピストン 2 1 の変位方向に付勢する。この場合、前記相対変位量が大きくなる程、変位方向への付勢力が強くなり、増圧のための制御(倍力比を大きくするブレーキアシスト等)時に有効となる。また、ばね 3 4 C は自由長なので、ブレーキペダル 8 を戻すために必要としていたばね(圧縮ばね) 8 a は既設の弱いばねをそのまま使用することができる。なお、前記圧縮ばね 3 4 C を引張りばねに代えて、図中左側の空間に設けてもよいことはもちろんである。

【 0 0 3 2 】

図 5 は、上記第 1 の実施形態の第 2 変形例を示したものである。なお、本電動倍力装置 1 の全体構造は、第 1 の実施形態と同じであるので、ここでは、要部のみを示しかつ同一構成要素に同一符号を付す。本第 2 の変形例の特徴とするところは、入力ピストン 2 2 とブースタピストン 2 1 との間に介装するばね 3 4 として、入力ピストン 2 2 をマスタシリンダ 2 から後退する方向へ付勢するばね(圧縮ばね) 3 4 D のみを設けた点にある。このばね 3 4 D は図示の状態で所定のセット荷重をもっており、このような入力ピストン 2 2 とブースタピストン 2 1 との位置関係が中立位置(基準位置)となる。したがって、作動中、入力ピストン 2 2 とブースタピストン 2 1 とが中立位置から、入力ピストン 2 2 に対してブースタピストン 2 1 が右方向(後方)に相対変位した状態にあるとき、ばね 3 4 D は入力ピストン 2 2 をブースタピストン 2 1 の変位方向により強く付勢する。逆に、中立状態から、ブースタピストン 2 1 が入力ピストン 2 2 に対して前方へ相対変位した状態にあるとき、前記入力ピストン 2 2 に対する前方への付勢力を両部材の相対変位前の状態よりも弱くする。したがって、このようなばね 3 4 D を設けた場合は、減圧のための制御(倍力比を小さくする回生協調等)時に有効となる。なお、前記圧縮ばね 3 4 D を引張りばねに変更して、図中右側の空間に設けてもよいことはもちろんである。

【 0 0 3 3 】

図 6 および図 7 は、本発明に係る電動倍力装置の第 2 の実施形態を示したものである。なお、タンデムマスタシリンダ 2 については、実質的な変更がないので、ここでは、同一

10

20

30

40

50

構成要素に同一符号を付す。本第2の実施形態としての電動倍力装置50は、タンデムマスタシリンダ2のプライマリピストンとして共用される後述のピストン組立体51と該ピストン組立体51を構成するブースタピストン(筒状部材または第2の部材)52に推力(ブースタ推力)を付与する後述の電動アクチュエータ53とを備えており、前記車室壁3に固定したハウジング(組立ハウジング)54の内部および外部に配設されている。ハウジング54は、リング形状の取付部材55を介して車室壁3の前面に固定された第1筒体56と、この第1筒体56に同軸に連結された第2筒体57とからなっており、その第2筒体57の前端に前記タンデムマスタシリンダ2が連結されている。また、第1筒体56には支持板63が取付けられており、この支持板63に前記電動アクチュエータ53を構成する電動モータ64が固定されている。なお、取付部材55は、その内径ボス部55aが車室壁3の開口3aに位置するように車室壁3に固定されている。

【0034】

本電動倍力装置50を構成するピストン組立体51は、前記ブースタピストン52にこれと相対移動可能に入力ピストン(軸部材または第1の部材)58を内装してなっている。入力ピストン58は、その後端に設けた大径部58aに前記ブレーキペダル8から延ばした入力ロッド9を連結させることで、ブレーキペダル8の操作(ペダル操作)により進退移動するようになっている。この場合、入力ロッド9は、前記大径部58aに設けられた球面状凹部58bに先端部を嵌合させた状態で連結されており、これにより入力ロッド9の揺動が許容されている。

【0035】

ピストン組立体51を構成するブースタピストン52は、図7によく示されるように、その内部の長手方向中間部位に隔壁59を有しており、前記入力ピストン58がこの隔壁59を挿通して延ばされている。ブースタピストン52の前端側は、前記マスタシリンダ2内の圧力室(プライマリ室)13に挿入され、一方、入力ピストン58の前端側は、同じ圧力室13内のブースタピストン52の内側に配置されている。ブースタピストン52と入力ピストン58との間はブースタピストン52の前側に配置したシール部材60により、ブースタピストン52とマスタシリンダ2のシリンダ本体10のガイド10aとの間はシール部材61によりそれぞれシールされており、これにより前記圧力室13からマスタシリンダ2外へのブレーキ液の漏出が防止されている。なお、ブースタピストン52の前端部には、前記マスタシリンダ2内のリリーフポート15に連通可能な貫通孔62が穿設されている。

【0036】

電動アクチュエータ53は、ハウジング54の第1筒体56と一体の支持板63に固定された前記電動モータ64と、前記第1筒体56の内部に入力ピストン58を囲んで配設されたボールねじ機構(回転・直動変換機構)65と、電動モータ64の回転を減速してボールねじ機構65に伝達する回転伝達機構66とから概略構成されている。ボールねじ機構65は、軸受(アンギュラコンタクト軸受)67を介して第1筒体56に回動自在に支持されたナット部材(回転部材)68とこのナット部材68にボール69を介して噛合わされた中空のねじ軸(直動部材)70とからなっている。ねじ軸70の後端部は、ハウジング54の取付部材55に固定したリングガイド71に回動不能にかつ摺動可能に支持されており、これによりナット部材68の回転に応じてねじ軸70が直動するようになる。一方、回転伝達機構66は、電動モータ64の出力軸64aに取付けられた第1ブーリ72と、前記ナット部材68にキー73を介して回動不能に嵌合された第2ブーリ74と前記2つのブーリ72、74間に掛け回されたベルト(タイミングベルト)75とからなっている。第2ブーリ74は第1ブーリ72に比べて大径となっており、これにより電動モータ64の回転は減速してボールねじ機構65のナット部材68に伝達される。また、アンギュラコンタクト軸受67には、ナット部材68にねじ込んだナット76により第2ブーリ73およびカラー77を介して与圧がかけられている。なお、回転伝達機構66は上記したブーリ、ベルトに限らず、減速歯車機構等であってもよい。

【0037】

10

20

30

40

50

上記ボールねじ機構 6 5 を構成する中空のねじ軸 7 0 の前端部にはフランジ部材 7 8 が、その後端部には筒状ガイド 7 9 がそれぞれ嵌合固定されている。フランジ部材 7 8 および筒状ガイド 7 9 は前記入力ピストン 5 8 を摺動案内するガイドとして機能するようにそれぞれの内径が設定されている。前記フランジ部材 7 8 は、ねじ軸 7 0 の、図中、左方向への前進に応じて前記ブースタピストン 5 2 の後端に当接するようになっており、これに応じてブースタピストン 5 2 も前進する。また、ハウジング 5 4 を構成する第 2 筒体 5 7 の内部には、該第 2 筒体 5 7 の内面に形成した環状突起 8 0 に一端が係止され、他端が前記フランジ部材 7 8 に衝合する戻しばね 8 1 が配設されており、ねじ軸 7 0 は、ブレーキ非作動時にこの戻しばね 8 1 により図示の原位置に位置決めされる。

【0038】

10

しかし、入力ピストン 5 8 とブースタピストン 5 2 との相互間には、環状空間 8 2 が画成されており、この環状空間 8 2 には、入力ピストン 5 8 に設けたフランジ部 8 3 に一端が係止され、かつブースタピストン 5 2 の隔壁 5 9 とブースタピストン 5 2 の後端部に嵌着した止め輪 8 4 とにそれぞれ他端が係止された一対のばね（付勢手段）8 5（8 5 A、8 5 B）が配設されている。この一対のばね 8 5 は、ブレーキ非作動時に入力ピストン 5 8 とブースタピストン 5 2 とを相対移動の中立位置に保持する役割をなすものである。

【0039】

本第 2 の実施形態において、車室内には車体に対する入力ピストン 5 8 の絶対変位を検出するポテンショメータ（第 1 の絶対変位検出手段）8 6 が配設されている。このポテンショメータ 8 6 は、抵抗体を内蔵した本体部 8 7 と、本体部 8 7 から入力ピストン 5 8 と平行に車室内に延ばされたセンサロッド 8 8 とからなっており、ハウジング 5 4 の取付部材 5 5 のボス部 5 5 a に固定したブラケット 8 9 に入力ピストン 5 8 と平行をなすように取付けられている。センサロッド 8 8 は本体部 8 7 に内蔵したばねにより、常に伸長方向へ付勢され、前記入力ピストン 5 8 の後端部に固定されたブラケット 9 0 に先端を当接させている。一方、前記電動モータ 6 4 は、ここでは DC ブラシレスモータからなっており、これには、回転制御のために磁極位置を検出するレゾルバ 9 1 が内蔵されている。このレゾルバ 9 1 は、モータの回転変位を検出してこれに基づき車体に対するブースタピストン 5 2 の絶対変位を検出する回転検出手段（第 2 の絶対変位検出手段）としての機能も兼ね備えている。これらポテンショメータ 8 6 とレゾルバ 9 1 とは、入力ピストン 5 8 とブースタピストン 5 2 との相対変位量を検出する変位検出手段を構成しており、これらの検出信号は、コントローラ（制御装置）9 2 に送出されるようになっている。なお、回転検出手段としては、レゾルバに限らず、絶対変位（角度）を検出できる回転型のポテンショメータ等であってもよい。

20

【0040】

30

以下、上記のように構成された電動倍力装置 5 0 の作用を説明する。

ブレーキペダル 8 が操作されると、入力ピストン 5 8 が前進し、その動きがポテンショメータ 8 6 により検出される。すると、ポテンショメータ 8 6 からの信号を受けてコントローラ 9 2 が電動モータ 6 4 に起動指令を出力し、これにより電動モータ 6 4 が回転して、その回転が回転伝達機構 6 6 を介してボールねじ機構 6 5 に伝達され、ねじ軸 7 0 が前進してその動きにブースタピストン 5 2 が追従する。すなわち、入力ピストン 5 8 とブースタピストン 5 2 とが一体的に前進し、ブレーキペダルから入力ピストン 5 8 に付与される入力推力と電動アクチュエータ 5 3 からブースタピストン 5 2 に付与されるブースタ推力とに応じたブレーキ液圧がタンデムマスタシリンダ 2 内の圧力室 1 3、1 4 に発生する。

40

【0041】

このとき、ポテンショメータ 8 6 とレゾルバ 9 1 との検出信号に基づき、入力ピストン 5 8 の絶対変位とブースタピストン 5 2 の絶対変位との差により両ピストンの相対変位量が分かる。そこで、入力ピストン 5 8 とブースタピストン 5 2 との間に相対変位が生じないように電動モータ 6 4 の回転を制御すると、両ピストン 5 8 と 5 2 との間に介装した一対のばね 8 5（8 5 A、8 5 B）が中立位置を維持する。このときの倍力比は、前記（

50

4) 式に示したように、相対変位量 X が 0 であることから、ブースタピストン 5 2 の受圧面積と入力ピストン 5 8 の受圧面積との面積比で一義的に定まり、汎用の真空倍力装置と同様となる。

【0042】

一方、中立位置からブースタ推力によりブレーキ液圧を増加させる方向（前方）へブースタピストン 5 2 を相対変位させると（ X が負の所定値）、前記第 1 の実施形態と同様に、前記（4）式に従って倍力比が大きくなり、電動アクチュエータ 5 3 が倍力源として働いて、ペダル踏力（ペダル入力）の大きな低減を図ることができるようになる。また、この場合、ブースタピストン 5 2 の相対変位に応じて、後側のばね 8 5 B の付勢力が増大し、この付勢力によって入力ピストン 5 8 に伝わるブレーキ液圧の反力が付勢力の分だけ相殺されることも、第 1 の実施形態と同様であり、これによりペダル踏力（入力）に対して倍力比を十分に大きくすることができる。逆に、中立位置からブースタ推力によりブレーキ液圧を減少させる方向（後方）へブースタピストン 5 2 を相対変位させると（ X が正の所定値）、前記第 1 の実施形態と同様に、このブースタピストン 5 2 の相対変位に応じて前側のばね 8 5 A（第 2 のばね）の付勢力が増大する。この付勢力によって入力ピストン 5 8 に伝わる反力が強まり、前記（4）式に従って、ペダル踏力（入力）に対して倍力比を小さくすることができる。10

【0043】

本第 2 の実施形態においては、特に、ブースタピストン 5 2 を駆動する電動モータ 6 4 の回転が、ボールねじ機構 6 5 により運動変換してブースタピストン 5 2 に伝達されるので、電動アクチュエータ 5 3 からブースタピストン 5 2 への駆動伝達は円滑となり、ブースタ推力の付与は安定する。また、ボールねじ機構 6 5 の採用により、ブースタピストン 5 2 から電動モータ 6 4 にモーメントが作用することがなくなるので、その分、電動モータ 6 4 にかかる負荷も低減する。また、本第 2 の実施形態では、ポテンショメータ 8 6、レゾルバ 9 1 を絶対変位検出手段として用いているので、ポテンショメータ 8 6 の本体部 8 7、レゾルバ 9 1 をそれぞれハウジング 5 4 や取付部材 5 5 等の移動しない部材に取付けることができる。これにより、信号を送信するための電気ケーブルの取り回しが楽になると共に、ポテンショメータ 8 6 の本体部 8 7、レゾルバ 9 1 およびこれらの電気ケーブルを固定しておけるので、振動等に対する耐久性を向上させることができる。20

【0044】

さらに、本第 2 の実施形態では、車両に対する入力ピストン 5 8、ブースタピストン 5 2 の絶対変位を検出するポテンショメータ 8 6、レゾルバ 9 1 を設けているので、入力ピストンのストロークや踏み込み速度に応じたブレーキアシスト制御、回生協調制御、車両追従（ACC）制御等にこれらの検出結果を有効に活用できる。30

【0045】

すなわち、図 8 の模式図に示すように、マスタシリンダ 2 の圧力室 1 3、1 4 とこれに連通する配管やディスクブレーキなど全ての負荷側要素の剛性（液量対発生液圧）との関係を、マスタシリンダ圧力室 2 A の断面積 ($A_i + A_b$) に等しい断面積を有するピストン 2 B の変位 X_m とそれに取付けられたばね要素 2 C のばね定数 k_m とに置換えて考察する。この場合、前記入力ピストン 5 8 およびブースタピストン 5 2 の変位（ストローク）をそれぞれ X_i 、 X_b 、最終的にマスタシリンダ圧力室 2 A に面している部分での入力ピストン 5 8 の発生力（入力推力）およびブースタピストン 5 2 の発生力（ブースタ推力）をそれぞれ F_i 、 F_b とすると、力の釣合いから下記（5）式の関係が得られる。40

【0046】

$$F_i + F_b = (A_b \times X_b + A_i \times X_i) / (A_b + A_i) \times k_m \quad \dots (5)$$

ここで、 $F_b = A_b / A_i \times F_i$ だから、この（5）式は、下記（6）式のようになる。50

【0047】

$$F_i = (A_b \times X_b + A_i \times X_i) / (A_b + A_i)^2 \times A_i \times k_m \quad \dots (6)$$

一方、ブレーキペダル 8 からの入力（ペダル入力）を F_{i_B} とし、入力ピストン 5 8 と

ブースタピストン 5 2との間に介装したばね 8 5 のばね定数を k_s とすると、 F_{i_B} は以下の(7)式で与えられるので、上記(6)式とこの(7)式との関係から、下記(8)式が得られる。

$$F_{i_B} = F_i - k_s \times (X_b - X_i) \quad \dots (7)$$

$$F_{i_B} = (A_b \times X_b + A_i \times X_i) / (A_b + A_i)^2 \times A_i \times k_m - k_s \times (X_b - X_i) \quad \dots (8)$$

【0048】

ここで、 $X_b = X_i$ (相対変位なし) とすると、(8)式は次の(9)式となり、倍力比をとしたペダルフィーリング (ペダル入力とストロークの関係) が得られる。

$$F_{i_B} = A_i / (A_b + A_i) \times X_i \times k_m \quad \dots (9)$$

一方、倍力比を変えるために、入力ピストン 5 8 とブースタピストン 5 2 との相対変位 ($X_b - X_i$) を与えるようにブースタピストン 5 2 を制御すると、(9)式より負荷側のばね定数 k_m とばね 8 5 のばね定数 k_s とによりペダルフィーリングが変化することがわかる。

【0049】

図 9 は、ペダル入力 F_{i_B} を一定速度で増加させ、その途中で電動モータ 6 4 によるブレーキアシストを作動させたときの推力 F の変化を、図 10 は、そのときの入力ピストン 5 8 のストローク (ペダルストローク) X_i の変化をそれぞれみたものである。これより、入力ピストン 5 8 とブースタピストン 5 2 との間に介装したばね 8 5 のばね定数 k_s が大きいとブレーキペダル 8 は前に進み (図 10 (a))、従来のブレーキアシストが作動したときのペダルフィーリングを実現できる。これに対し、ばね定数 k_s が小さいとブレーキペダル 8 は逆に戻され (図 10 (b))、緊急時にブレーキアシストを作動させつつブレーキペダル 8 のショートストローク化が可能になる。一方、ばね定数 k_s を適当な大きさに設定すると、入力ピストン 5 8 は連続的に変化し (図 10 (c))、ブレーキアシストを作動させてもブレーキペダル 8 への影響はほとんどなくなる。すなわち、ブレーキアシストの作動 (ブースタピストン 5 2 の前方への移動) によりマスターシリンダ圧力室 9 5 から入力ピストン 5 8 にかかる液圧反力が増加しても、その増加分の液圧反力と相対変位により入力ピストン 5 8 を前方に付勢するばね 8 5 のばね力とがほぼ等しくなり、増加分の液圧反力がばね力によってほぼ完全に相殺され、ブレーキペダル 8 への影響を解消することが可能になる。

【0050】

ここで、ブレーキペダル 8 への影響をなくするために要求されるばね 8 5 のばね定数 k_s は、上記(8)式を下記(10)式とするために必要な大きさであり、(11)式のように決めることができる。

【0051】

$$F_{i_B} = A_i / (A_b + A_i) \times X_i \times k_m \quad \dots (10)$$

$$k_s = (A_b \times A_i) / (A_b + A_i)^2 \times k_m \quad \dots (11)$$

【0052】

一方、ブレーキ液圧 P_m 、マスターシリンダ圧力室 7 1 の液量 V_m は、下記(12)式、(13)式のように表わされる。

$$P_m = (A_b \times X_b + A_i \times X_i) / (A_b + A_i)^2 \times k_m \quad \dots (12)$$

$$V_m = A_b \times X_b + A_i \times X_i \quad \dots (13)$$

よって、 P_m と V_m とは、下記(14)式の関係となり、これを変換すると下記(15)式が得られる。

$$P_m = V_m / (A_b + A_i)^2 \times k_m \quad \dots (14)$$

$$k_m = P_m / V_m \times (A_b + A_i)^2 \quad \dots (15)$$

したがって、この k_m を上記(11)式に代入すれば、下記(16)式が得られる。

$$k_s = A_i \times A_b \times P_m / V_m \quad \dots (16)$$

【0053】

すなわち、入力ピストン 5 8 とブースタピストン 5 2 との間に介装されるばね (付勢手

10

20

30

40

50

段) 8 5 のばね定数 k_s を、マスタシリンダの圧力室 2 A に臨む入力ピストン 5 8 およびブースタピストン 5 2 の受圧面積 A_i 、 A_b と、マスタシリンダのブレーキ液圧 P_m および液量 V_m に基づいて決定することが可能になる。すなわち、入力ピストン 5 8 およびブースタピストン 5 2 の受圧面積 A_i 、 A_b は既知であり、また、マスタシリンダの液量 V_m の増減に伴うブレーキ液圧 P_m の増減の比率は適用車両によって決まっているので、これらから求まる設定値とばね定数 k_s とが一致するようにすれば、図 10 の(c)の関係とすることができます。つまり、ブレーキアシストの作動(ブースタピストン 5 2 の前方への移動)によりマスタシリンダ圧力室 9 5 から入力ピストン 5 8 にかかる液圧反力を増加分と、ブースタピストン 5 2 と入力ピストン 5 8 との相対変位により入力ピストン 5 8 を前に付勢するばね 8 5 のばね力とをほぼ等しくすることが可能になる。なお、ばね定数 k_s が上記設定値よりも大きい場合には図 10 の(a)の関係となり、逆に、ばね定数 k_s が上記設定値よりも小さい場合には図 10 の(b)の関係となる。

【0054】

ところで、本電動倍力装置 5 0 を回生協調ブレーキシステムに組込む場合、ペダル入力 F_{i_B} とブレーキ液圧 P_m との関係は図 11 に示すようになる。図 11において、 P_{re} は回生制動により発生するブレーキ液圧であり、ペダル入力 F_{i_B} が F_a のときに回生制動を作動させたとすると、本電動倍力装置 5 0 は、ブースタピストン 5 2 を後方に P_{re} 相当分だけ変位させればよいことになる。この場合、ばね定数 k_s が上記(16)式の関係にあれば、ブレーキ液圧 P_m は、 P_{re} 相当分だけ低下するが、この低下した P_{re} 相当分とほぼ等しいばね 8 5 のばね力が入力ピストン 5 8 を後方に付勢するように作用するので、全体では、ペダルストローク X_i 相当の制動力に見合う反力がブレーキペダル 8(入力ピストン 5 8)に維持される。このとき、ペダル入力 F_{i_B} は、(10)式に従い X_i と k_m とで決定される値に維持される。この結果、マスタシリンダ 2 からブレーキペダル 8(入力ピストン 5 8)にかかる、液圧とばね 8 5 のばね力との総和による反力を変えることなく、マスタシリンダ 2 で発生する制動力(液圧)を増減できる。なお、ブースタピストン 5 2 の後退は、電動モータ 6 4 を逆方向に回転させてボールねじ機構 6 5 のねじ軸 7 0 を後退させることにより行われるが、前記ブースタピストン 5 2 にはマスタシリンダ 2 内の液圧による反力と戻しばね 8 1 のばね力とがかかっているので、前記ねじ軸 7 0 の動きに追従してブースタピストン 5 2 が後退する。

【0055】

また、本電動倍力装置 5 0 を先行車両追従システム(ACC)に組込む場合、ブースタピストン 5 2 の変位 X_b とマスタシリンダ液圧 P_m との関係は図 12 に示すようになる。この場合、ある時間 t_a から先行車両に追従して減速を開始するとすれば、図示しない ECU から必要な減速度の指令を受けて、ブースタピストン 5 2 を前方に変位させ、ブレーキ液圧 P_m を発生させる。すると、車両は、ブレーキ液圧 P_m の発生に従い減速を始めるが、この場合も、ブースタピストン 5 2 と入力ピストン 5 8 との相対変位により入力ピストン 5 8 を前に付勢するばね 8 5 のばね力と、マスタシリンダ圧力室 9 5 から入力ピストン 5 8 にかかる液圧反力を増加分とが等しくバランスすることによりブレーキペダル 8 が動くことはない(X_i は図 12 の変位 0 の位置にある)。ここで、入力ピストン 5 8 の後退側に機械的なストップを設けているので、ばね 8 5 のばね定数 k_s を上記設定値より少し小さめに設定することにより、入力ピストン 5 8 にかかる液圧反力を増加分を入力ピストン 5 8 を前に付勢するばね 8 5 のばね力よりも少し大きくするようにしてもよい。このようにすることで、ブレーキパッドの厚さ変動(例えば、ブレーキパッドの偏摩耗)などで、マスタシリンダ 2 のばね定数 k_m が小さくなってしまっても(この場合、(11)式の関係よりばね 8 5 のばね定数 k_s を小さくしなければならないが)、この分を予め見込んで、ばね定数 k_s を上記設定値より少し小さめに設定しているので、ブレーキペダル 8 が進まないシステムを実現できる。

【0056】

以上の説明においては、便宜上、マスタシリンダ 2 のばね定数 k_m は、線形(リニア)特性を有するものとして説明したが、実際には、ばね定数 k_m は、例えば、図 13 に示す

10

20

30

40

50

ようにピストン 2 B の変位とこれにより生じる液圧が非線形特性となるのが一般的である。このため、ペダルフィーリングに関して特に影響を感じる回生制動の領域（例えば、減速度が 0 . 3 G 以下の液圧領域）に合わせてばね 8 5 のばね定数 k_s を設定することにより、好みのペダルフィーリングを得ることができる。この場合、上記(16)式の P_m / V_m に代えて、上記回生制動の領域における微小液量 V_m の増減に伴う微小ブレーキ液圧 P_m の増減の変化率を用いた下記(17)式に基づきばね 8 5 のばね定数 k_s を求めればよい。

$$k_s = A_i \times A_b \times P_m / V_m \quad \dots (17)$$

なお、上記図 13 では図 8 の模式図に基づくためマスタシリンダ 2 の無効ストローク分は考慮していない。

10

【0057】

なお、ブースタピストン 5 2 とボールねじ機構 6 5 のねじ軸（直動部材）7 0 とは、フランジ部材 7 8 を介して当接しているだけであるので、万一、電動モータ 6 4 が故障（失陥）した場合には、ブレーキペダル 8 の踏込みに応じて前進する入力ピストン 5 8 の動きにはばね 8 5 を介してブースタピストン 5 2 が追従し、これによって入力ピストン 5 8 とブースタピストン 5 2 とが一体的に前進して所定の制動力が得られるようになる。

【0058】

ここで、特許文献 1、2 に記載された従来の電動倍力装置によれば、入力ピストンよりもブースタピストンを大きく移動させると、ブースタピストンにより上昇したマスタシリンダ内の液圧の反力が入力ピストンにかかり、その反力がブレーキペダルから運転者に伝わって運転者に違和感を与えること、あるいはブレーキペダルの重さからブレーキペダルの踏込みを困難にするなど、ペダルフィーリングに影響を及ぼすという問題があった。また、この電動倍力装置を回生協調ブレーキシステムや先行車両追従システム（ACC）などに利用しようとすると、前記液圧反力の変動に伴ってペダルストロークが変化するため、同様に運転者に違和感を与えるようになる。

20

【0059】

これに対し、本第 2 の実施形態においては、電動アクチュエータを作動させても、ペダルフィーリングに影響を及ぼすことがないようにし、もって信頼性の向上に大きく寄与する電動倍力装置とすることができる。具体的には、入力ピストン（軸部材）5 8 とブースタピストン（筒状部材）5 2 との相対変位に応じて入力ピストン 5 8 へ伝達される液圧反力の増減分がばね（付勢手段）8 5 によって相殺されるので、電動アクチュエータ 5 3 によるブレーキ操作を行わっても、ブレーキペダル 8 が影響を受けることがなくなる。そして、上記ばね 8 5 のばね定数は、マスタシリンダ 2 の圧力室に臨む入力ピストン 5 8 およびブースタピストン 5 2 の受圧面積と、前記マスタシリンダ 2 の液圧および液量とに基いて決定することで、簡単かつ適正にばね定数を決定することができる。

30

【0060】

すなわち、本第 2 の実施形態の電動倍力装置によれば、電動アクチュエータによるブレーキ操作が行われても、ブレーキペダルが影響を受けることがないので、良好なペダルフィーリングが維持され、ブレーキアシストシステムはもちろん、回生協調ブレーキシステムや先行車両追従システムなどへの適用において装置に対する信頼性が向上する。また、入力ピストン 5 8 およびブースタピストン 5 2 との間に所定のばね定数を有するばね 8 5 を介装するだけなので、構造が複雑大型になることはなく、コスト面並びに車両搭載性の面での利点も大きい。

40

【0061】

ところで、回生協調時には、前記したようにブースタピストン 5 2 が、回生制動により発生するブレーキ液圧 P_{re} 相当分だけ後退させられるが（図 11）、上記実施形態の場合、このブースタピストン 5 2 を後退させる力は、マスタシリンダ 2 内の液圧による反力と戻しばね 1 7 および 8 1 のばね力のみである。この場合、戻しばね 8 1 として十分に大きなばね力（ばね定数）を有するものを選択することで、ブースタピストン 5 2 の戻りは円滑となり、応答性は良好となるが、ばね力の大きな戻しばね 8 1 を選択すると、無効踏

50

力が増大し、アシスト力増大による電動モータ64の大型化、消費電力の増加につながり、コスト面での負担が増すことになる。

【0062】

図14は、上記した応答性対策を施した、第2の実施形態の変形例を示したもので、ここでは、ボールねじ機構65のねじ軸(直動部材)70と一体のフランジ部材78の軸方向長さを延長し、これにねじ軸70とブースタピストン52とを連結および連結解除する断続手段95を設けている。この断続手段95は、コイルを内蔵するソレノイドケース96aおよび前記コイルへの正・逆通電により伸縮動作するプランジャ96bからなるソレノイド96と、前記プランジャ96bの途中に設けたストッパ97に係合して該プランジャ96bを常時短縮方向へ付勢するばね98とブースタピストン52の外周面に前記プランジャ96bを受入れ可能に形成された環状溝99とを備えており、ソレノイド96とばね98とは、前記フランジ部材78に形成した穴78a内に一括して収納されている。10

【0063】

このように構成した電動倍力装置においては、回生協調に際しは、予めソレノイド96のコイルに通電してプランジャ96bを伸長させ、その先端部をブースタピストン52の外周面の環状溝99に嵌入させる。これによりブースタピストン52とボールねじ機構65のねじ軸70とはフランジ部材78を介して連結された状態となり、電動モータ64によるねじ軸70の後退にブースタピストン52が追従し、したがって、回生協調時の応答性は良好となる。図15は、このときのペダル入力 F_{i_B} とブレーキ液圧 P_m との関係を示したもので、ブレーキ液圧 P_m は、回生制御の開始とほぼ同時 T_0 に P_{re} 相当分だけ低下し、断続手段95を持たない場合の時間 T_0 (図11)に比べて、 $[T_1 - T_0]$ 分だけ短縮する。20

【0064】

回生協調を解除する場合は、ソレノイド96のコイルに逆方向に通電してプランジャ96bを短縮させ、プランジャ96bの先端をブースタピストン52の環状溝99から離脱させる。これによりブースタピストン52とボールねじ機構65のねじ軸70との連結が解除され、この結果、万一、電動モータ64が故障(失陥)した場合には、ブレーキペダル8の踏込みに応じて前進する入力ピストン58の動きにばね85を介してブースタピストン52が追従し、所定の制動力が得られる。本実施形態においては特に、プランジャ96bがばね98により短縮方向へ付勢されているので、装置に衝撃や振動などの外乱が入ってもプランジャ96bは、その短縮位置を維持し、前記失陥時(フェイル時)の対応が確実に保証される。30

【0065】

なお、本電動倍力装置は、ジャンプイン機能を持たせることも可能であり、この場合は、回生協調時と同様にブースタピストン52が制御される。

【0066】

本第2の実施形態の変形例によれば、電動アクチュエータ53とブースタピストン(筒状部材)52との間に、ボールねじ機構(回転-直動変換機構)65のねじ軸(直動部材)70とブースタピストン52とを連結および連結遮断する断続手段95を配設した構成としたので、回生制動時に断続手段95によりねじ軸70とブースタピストン52とを連結させることで、ねじ軸70と一体にブースタピストン52が変位し、応答性を良好とすることができる。40

【0067】

図16は、本発明に係る電動倍力装置の第3の実施形態を示したものである。なお、本第3の実施形態として電動倍力装置100の全体的構造は、上記第2の実施形態としての電動倍力装置50と実質同じであるので、ここでは、図6、7に示した部分と同じ部分には同一符号を付し、重複する説明は省略する。本第3の実施形態においては、第2の実施形態におけるばね85(85A、85B)を省略して、金属ベローズ101を付勢手段として用い、かつ第2の実施形態における絶対変位検出手段であるポテンショメータ86およびレゾルバ(回転検出手段)91を省略して、1つの差動変位測定器(ポテンショメー50

タ) 110を採用している。

【0068】

より詳しくは、ピストン組立体51を構成するブースタピストン（軸部材または第2の部材）52には、シール部材102を介して中空プラグ103が嵌合固定されており、同じくピストン組立体51を構成する入力ピストン（軸部材または第1の部材）58の先端部が、前記中空プラグ103を摺動可能に挿通してタンデムマスタシリンダ2の圧力室13内へ延ばされている。上記金属ベローズ101は有底筒状をなし、その開口端が前記中空プラグ103の端面に固定される一方で、その内底面には、前記中空プラグ103を挿通して延ばした入力ピストン58の先端が接合されている。金属ベローズ101は、図示の状態で所定のセット荷重をもっており、このような入力ピストン58とブースタピストン52との位置関係が相対移動の中立位置（基準位置）となっている。したがって、作動中、入力ピストン58とブースタピストン52とが中立位置から、入力ピストン58に対してブースタピストン52が左方向（前方）に相対変位した状態にあるとき、金属ベローズ101は入力ピストン58をブースタピストン52の変位方向（前方）により強く付勢する。逆に、入力ピストン58に対してブースタピストン52が右方向（後方）に相対変位した状態にあるとき、金属ベローズ101は入力ピストン58をブースタピストン52の変位方向（後方）により強く付勢する。

【0069】

一方、差動変位測定器110は、ハウジング54を構成する第2筒体57の内面に、ピストン組立体51と平行に延ばして固設されている。この差動変位測定器110は、図17に示されるように、高抵抗導体からなる抵抗体111と低抵抗導体からなる集電体112との対を低抵抗導体からなる給電体113の両側に配置した基板114を納めたケーシング115を備えている。抵抗体111、集電体112および給電体113は、それぞれ端子111a、112a、113aを有し、これら各端子111a、112a、113aを介して前記コントローラ92に接続される。ケーシング115内にはまた、前記抵抗体111と集電体112との対に対応して2つの可動接点116、117が配設されている。各可動接点116、117は、それぞれ対応する抵抗体111と集電体112との間を導通するブラシ116a、116b、117a、117bを有している。また、各可動接点116、117は、ケーシング115内に平行に橋架したスライドガイド118、119に摺動可能に装着されており、それぞれには連結バー120、121が一体に設けられている。図16に示されるように、一方の可動接点116の連結バー120は前記ブースタピストン52に、他方の可動接点117の連結バー121は、前記入力ピストン58からブースタピストン52の長孔52aを挿通して延ばした連結片122にそれぞれ連結されている。この差動変位測定器110は、可動接点116、117の位置に応じて車両に対するブースタピストン52、入力ピストン58の絶対変位をそれぞれ検出する機能を有しており、したがって両ピストンの絶対変位の差分をとることで、ブースタピストン52と入力ピストン58との相対変位量を検出することができる。

【0070】

本第3の実施形態としての電動倍力装置100の作用は、第2の実施形態としての電動倍力装置50の作用と実質同じであるが、電動アクチュエータ53を倍力源として働かせるべく、中立位置からブースタピストン52を入力ピストン58に対して前方に相対変位させると、入力ピストン58に対する金属ベローズ101の前方への付勢力が増大し、この付勢力によって入力ピストン58に伝わるブレーキ液圧の反力が付勢力の分だけ相殺される。したがって、第1、第2の実施形態と同様に、ペダル踏力（入力推力）に対して倍力比を十分に大きくすることができる。逆に、中立位置からブースタピストン52を入力ピストン58に対して後方に相対変位させると、入力ピストン58に対する金属ベローズ101の後方への付勢力が増大し、この付勢力によって入力ピストン58に伝わる反力が強まり、第1、第2の実施形態と同様に、ペダル踏力（入力推力）に対して倍力比を小さくすることができる。

【0071】

10

20

30

40

50

本第3の実施形態においては特に、金属ペローズ101によってブースタピストン52と入力ピストン58との間のシールが確保されるので、第1の実施形態で必要としたシール部材27(図1)および第2の実施形態で必要としたシール部材60(図7)が不要になり、これによりブースタピストン52と入力ピストン58との相対移動(摺動)は円滑となり、ブレーキアシスト等の制御の精度が向上する。また、2つの絶対変位検出手段86、91(図6)の機能を1つの差動変位測定器110に集約させてハウジング54内に配置したので、構造は簡単となる。

【0072】

図18は、本発明に係る電動倍力装置の第4の実施形態を示したものである。なお、本第4の実施形態として電動倍力装置150の全体的構造は、上記第1の実施形態としての電動倍力装置1と共に通しているので、ここでは、図1、2に示した部分と同じ部分には同一符号を付し、重複する説明は省略する。本第4の実施形態では、第1の実施形態においてマスタシリンダ2内に発生するブレーキ液圧による反力の一部を入力ピストン22(第1の部材)に、他の一部をブースタピストン21(第2の部材)にそれぞれ伝達するため、ピストン組立体20(入力ピストン22、ブースタピストン21)を圧力室13に臨むようにしたのに対し、汎用のタンデムマスタシリンダのプライマリピストン151をそのまま残し、このプライマリピストン151と入力ピストン22、ブースタピストン21との間にリアクションディスク152(リアクション部材)を配置するようにしたものである。

【0073】

図18において、電動倍力装置150は、ブレーキペダルの操作によりハウジング4に摺動案内されて進退移動する入力ロッド9と、入力ロッド9の前進動に伴って移動する入力ピストン22と、この入力ピストンと相対移動可能に配置されたブースタピストン21と、タンデムマスタシリンダ2のプライマリピストン151を押圧する出力ピストン153と、入力ピストン22およびブースタピストン21と出力ピストン153との間に設けられ弾性を有するリアクションディスク152と、を備えている。ブースタピストン21には電動モータ(図示せず)の回転を直線運動に変換して伝えるレバー42によりブースタ推力が付与される。このブースタピストン21は、出力ピストン153側の面部(図18左側の面部)に、内周形状がリアクションディスク152の外周形状に略沿う形状の穴154が形成されており、この穴154の底部側にはリアクションディスク152が収納されている。この穴154の開口側には、出力ピストン153の一端部に形成された大径部155がリアクションディスク152に並んで収納されている。入力ピストン22の先端部は、穴154の開口側とは反対側においてブースタピストン21に嵌合し、リアクションディスク152の端面の中央部分に当接するようになっている。入力ピストン22には、径方向外方に鍔状に突出するようにしてばね受け33が設けられており、このばね受け33は、ブースタピストン21に形成された中空部32内に配置されている。そして、ばね受け33の両側には一対のばね34(34A、34B)が設けられ、入力ピストン22とブースタピストン21とは、図示の中立位置(基準位置)に保持されている。

【0074】

リアクションディスク152は、入力ピストン22、ブースタピストン21および出力ピストン153で密閉されている。リアクションディスク152の材質としては、低温硬化を低減したNBR(二トリルゴム)でも良いが、変形抵抗が小さく、また永久変形歪も小さいシリコンゴムあるいはフロロシリコンゴム等が適する。なお、本実施の形態においては、リアクション部材として、リアクションディスク152に代えて、粘性抵抗の小さい液体や粉体を用いることもできる。また、リアクションディスク152をブースタピストン21の穴154内に収納する構成としたが、これに限らず、出力ピストン153の大径部155をカップ状に形成し、この中にリアクションディスク152を収納するようにしてもよい。この場合には、上記穴154は不要であり、ブースタピストン21は、リアクションディスク152の端面に当接させるだけでよい。

【0075】

10

20

30

40

50

ポテンショメータ45は、入力ピストン22とブースタピストン21との相対変位量を当該相対変位量に対応する大きさの電圧出力で検出し、検出信号としてコントローラ(図示せず)に出力するようにしている。コントローラは、ポテンショメータ45からの検出信号により前述した検出信号を変数とした圧力平衡式に基づいて推定される入力推力 F_i を用いて、電動モータを駆動するための駆動信号を算出し、この駆動信号により電動モータを駆動するようになっている。

【0076】

この電動倍力装置150では、ブレーキペダルが踏まれて入力ロッド9からの推力(前記入力推力 F_i)がリアクションディスク152を介して出力ピストン153に伝えられる。一方、この際にポテンショメータ45からの検出信号により推定される入力推力 F_i に基づいて得られる駆動信号に応じてコントローラが電動モータを回転させることにより、ブースタピストン21が前進してこのブースタピストン21によりリアクションディスク152を介して出力ピストン153へブースタ推力 F_b が伝えられる。これに伴い、出力ピストン153が、入力推力 F_i とブースタ推力 F_b との加算により得られる合計された推力(出力推力)をタンデムマスタシリンダ2のプライマリピストン151に加える。このときに発生するブレーキ液圧による反力は、プライマリピストン151、出力ピストン153、リアクションディスク152を介して入力ピストン22とブースタピストン21にそれぞれ伝達される。10

【0077】

そして、ポテンショメータ45の検出信号に基づき、入力ピストン22とブースタピストン21との相対変位量を中立位置から前後方向に適宜制御することにより、一対のばね34による付勢力が入力ピストン22に作用し、前述した第1の実施形態と同様に所望の倍力比を得ることができる。20

【図面の簡単な説明】

【0078】

【図1】本発明の第1の実施形態としての電動倍力装置の要部構造を示す断面図である。
【図2】第1の実施形態としての電動倍力装置を含む車両ブレーキ機構の概略構造を示す模式図である。

【図3】第1の実施形態としての電動倍力装置における圧力平衡を説明するための説明図である。30

【図4】第1の実施形態としての電動倍力装置の第1変形例を示す断面図である。

【図5】第1の実施形態としての電動倍力装置の第2変形例を示す断面図である。

【図6】本発明の第2の実施形態としての電動倍力装置の全体構造を示す断面図である。

【図7】第2の実施形態としての電動倍力装置の要部構造を示す断面図である。

【図8】第2の実施形態としての電動倍力装置の基本概念を示す模式図である。

【図9】第2の実施形態としての電動倍力装置におけるブレーキアシスト作動時の入力、出力特性の経時変化を示すグラフである。

【図10】第2の実施形態としての電動倍力装置におけるブレーキアシスト作動時のペダルストロークの経時変化を示すグラフである。

【図11】第2の実施形態としての電動倍力装置を回生協調ブレーキシステムに組込んだときのペダル入力とブレーキ液圧の経時変化を示すグラフである。40

【図12】第2の実施形態としての電動倍力装置を先行車両追従システムに組込んだときのブースタピストン変位とブレーキ液圧の経時変化を示すグラフである。

【図13】第2の実施形態としての電動倍力装置を先行車両追従システムに組込んだときのブースタピストン変位とブレーキ液圧の経時変化を示すグラフである。

【図14】第2の実施形態としての電動倍力装置の変形例を示す断面図である。

【図15】図14に示した電動倍力装置を回生協調ブレーキシステムに組込んだときのペダル入力とブレーキ液圧の経時変化を示すグラフである。

【図16】本発明の第3の実施形態としての電動倍力装置の要部構造を示す断面図である。

。

【図17】第3の実施形態としての電動倍力装置で用いる差動変位測定器の構造を示したもので、(A)は差動変位測定器を構成する基板の平面図、(B)は差動変位測定器の全体形状を示す縦断面図、(C)は差動変位測定器の全体形状を横断面図である。

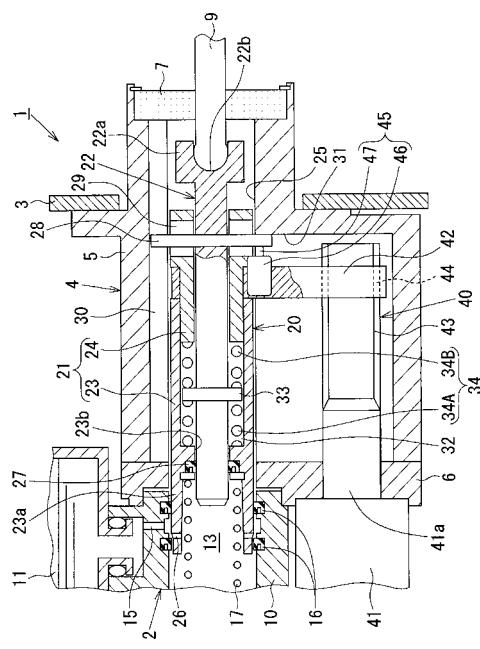
【図18】本発明の第4の実施形態としての電動倍力装置の要部構造を示す断面図である。

【符号の説明】

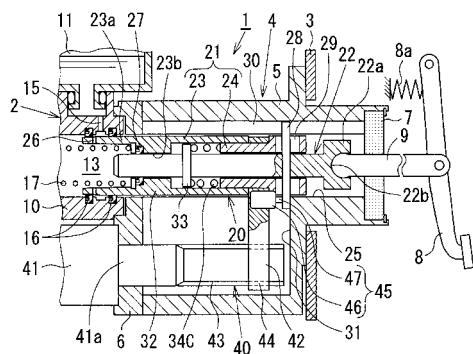
【0079】

- | | | |
|-------------------------|-----------------------------|----|
| 1、50、100、150 | 電動倍力装置 | |
| 2 | タンデムマスタシリンダ | |
| 4、55 | ハウジング(支持部材) | 10 |
| 8 | ブレーキペダル | |
| 9 | 入力ロッド | |
| 21、52 | ブースタピストン(筒状部材、第2の部材) | |
| 22、58 | 入力ピストン(軸部材、第1の部材) | |
| 34(34A、34B)、85(85A、85B) | ばね(付勢手段) | |
| 40、53 | 電動アクチュエータ | |
| 41、64 | 電動モーター | |
| 45 | ポテンショメータ(変位検出手段) | |
| 86 | ポテンショメータ(第1の絶対変位検出手段) | |
| 91 | 回転検出手段としてのレゾルバ(第2の絶対変位検出手段) | 20 |
| 101 | 金属ベローズ(付勢手段) | |
| 110 | 差動変位検出器(ポテンショメータ) | |
| 151 | プライマリピストン | |
| 152 | リアクションディスク(リアクション部材) | |

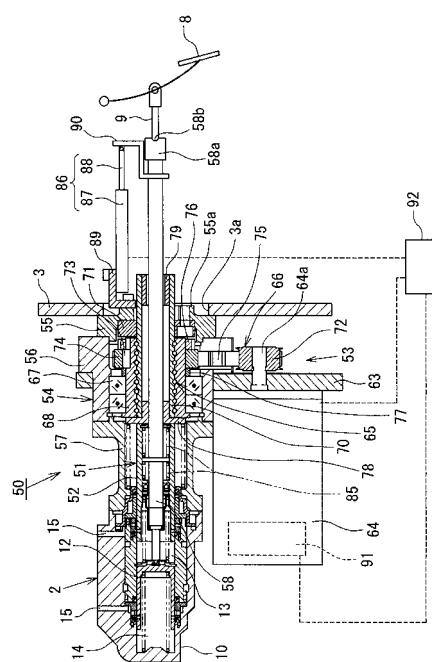
【図1】



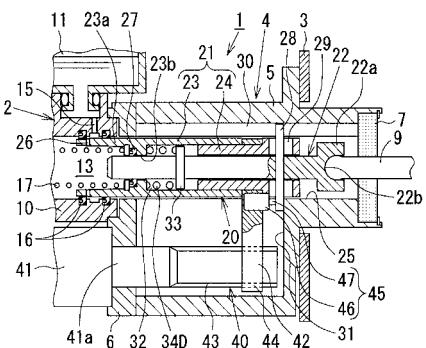
【図4】



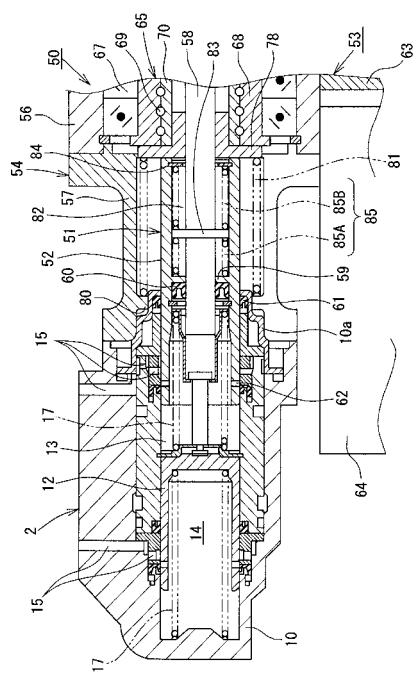
【図6】



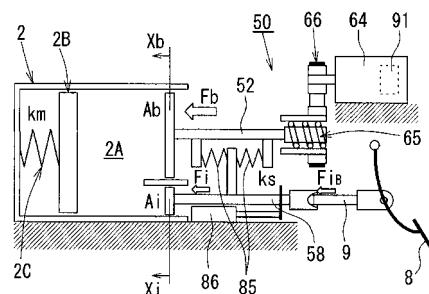
【図5】



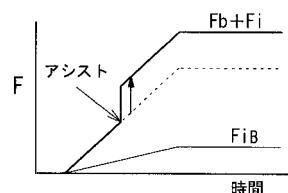
【図7】



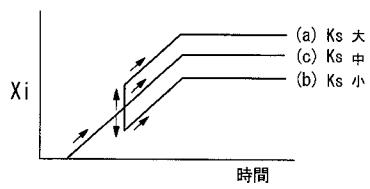
【図8】



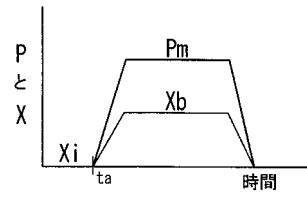
【図9】



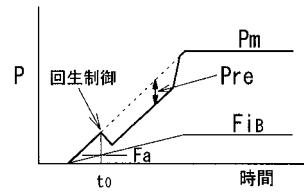
【図 1 0】



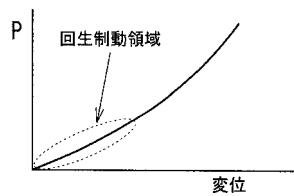
【図 1 2】



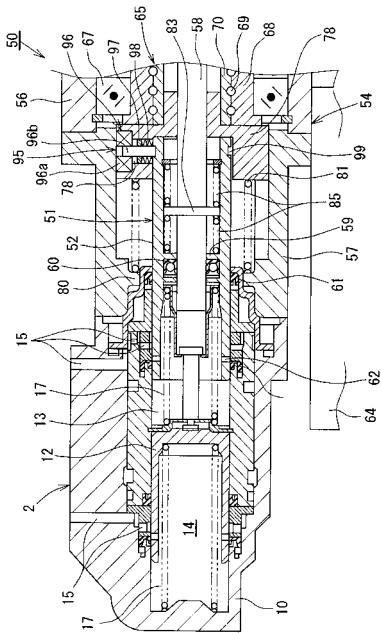
【図 1 1】



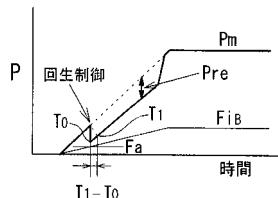
【図 1 3】



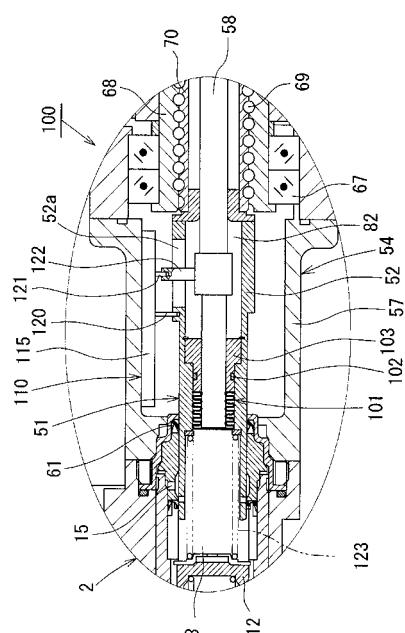
【図 1 4】



【図 1 5】



【図16】



フロントページの続き

(72)発明者 大野 孝幸

神奈川県川崎市川崎区富士見一丁目6番3号 株式会社日立製作所 オートモーティブシステムグループ内

審査官 小野田 達志

(56)参考文献 特開2002-321611(JP,A)

特開平10-138910(JP,A)

特開平10-059165(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60T 13/74