

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4936012号  
(P4936012)

(45) 発行日 平成24年5月23日(2012.5.23)

(24) 登録日 平成24年3月2日(2012.3.2)

(51) Int.Cl.

B60T 7/06 (2006.01)

F 1

B 6 O T 7/06

E

請求項の数 3 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2008-112715 (P2008-112715)  
 (22) 出願日 平成20年4月23日 (2008.4.23)  
 (65) 公開番号 特開2009-262682 (P2009-262682A)  
 (43) 公開日 平成21年11月12日 (2009.11.12)  
 審査請求日 平成23年3月29日 (2011.3.29)

(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 畿 経夫  
 (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

審査官 立花 啓

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ストロークシミュレータ

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ペダルストロークに応じてブレーキペダルを押し戻す方向の反力を発生するブレーキバイワイヤ用ストロークシミュレータにおいて、ケーシング内に、その一側から他側へ順に、ダイラタント流体を内包する独立気泡の発泡体と該発泡体を押圧するピストンとを配設し、前記ピストンには、ブレーキペダルから延ばした入力ロッドを作動連結したことを特徴とするストロークシミュレータ。

## 【請求項 2】

前記ピストンと前記入力ロッドとの間には、前記入力ロッドを常時ブレーキペダル方向へ付勢する戻しばねよりもばね定数の大きいばねが介装されていることを特徴とする請求項 1 に記載のストロークシミュレータ。

10

## 【請求項 3】

前記独立気泡の発泡体は、ケーシング内に拡径方向に変形可能な空間を有して配設されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のストロークシミュレータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、自動車の制動を電子的に制御するブレーキバイワイヤに用いられるストロークシミュレータに関する。

## 【背景技術】

20

**【0002】**

ブレーキバイワイヤシステムにおいては、ブレーキペダルは、ドライバの意図する制動減速度を電気信号に直すだけで、実際の制動とは無関係であるが、ドライバのブレーキ操作感を良くするため、従来の液圧ブレーキシステムに似せたペダルストローク／反力の関係をストロークシミュレータにより実現している。

**【0003】**

そして従来、この種のストロークシミュレータとしては、たとえば、特許文献1に記載されるものがあった。このものは、バネ定数の異なる金属ばね（コイルばね）を直列に3段に配列し、ブレーキペダルと連動するピストンの移動によりこれら金属ばねをバネ定数の低いものから順に働かせて、反力特性に非線形特性を与える構造となっている。

10

**【0004】**

【特許文献1】特開2003-261014号公報

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

しかしながら、上記特許文献1に示されるストロークシミュレータによれば、ペダルストローク／反力の関係（反力特性）は、途中で2段に折れ曲がった直線になり、滑らかな非線形特性を得ることができないという問題があった。また、液圧ブレーキシステムでは、急速にブレーキペダルを踏み込むと反力が急増して踏み応え感が現出するが、前記金属ばねに頼る構成では、反力特性に速度依存性を与えることはできず、踏み応え感の実現は困難となっていた。

20

**【0006】**

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、反力特性に滑らかな非線形特性と速度依存性とを与えることができ、もってドライバのブレーキ操作感の向上に大きく寄与するブレーキバイワイヤ用ストロークシミュレータを提供することにある。

**【課題を解決するための手段】****【0007】**

上記課題を解決するため、本発明は、ケーシング内に、その一側から他側へ順に、ダイラタント流体を内包する独立気泡の発泡体と該発泡体を押圧するピストンとを配設し、前記ピストンには、ブレーキペダルから延ばした入力ロッドを作動連結したことを特徴とする。

30

**【発明の効果】****【0008】**

本発明に係るストロークシミュレータによれば、ダイラタント流体を内包する独立気泡の発泡体を反力発生機構としたので、反力特性に滑らかな非線形特性と速度依存性とを与えることができ、ドライバのブレーキ操作感の向上に大きく寄与する効果を奏する。

**【発明を実施するための最良の形態】****【0009】**

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。

40

**【0010】**

図1は、本発明の1つの実施形態としてのブレーキバイワイヤ用ストロークシミュレータを示したものである。同図において、1は、本発明に係るストロークシミュレータ、2は、ダッシュボード下の固定部3にピン4により回動可能に結合されたブレーキペダルである。本ストロークシミュレータ1は、通常の液圧ブレーキシステムにおける真空倍力装置に代えて車室前壁5に取付けられており、その内部には、前記ブレーキペダル2にクレビス6を介して一端部が結合された入力ロッド7の他端部が挿入されている。

**【0011】**

本ストロークシミュレータ1は、有底筒状のケーシング10を備えており、該ケーシング10は、その開口側の背面に突設した筒状部10aを車室内へ延出させた状態で前記車

50

室前壁 5 の前面に固定されている。このケーシング 10 内には、その底部側から開口側へ順に、後述のダイラタント流体 11 を内包する独立気泡の発泡体 12 と、発泡体 12 を押圧するピストン 13 とが配設されている。ピストン 13 は、その背面側に設けた筒状部 13a をケーシング 10 内の開口側に固設されたガイド部材 14 に摺動可能に嵌合させることで、ケーシング 10 の軸上を直動するようになっている。

#### 【0012】

上記ピストン 13 の筒状部 13a には入力ロッド 7 の他端部が挿入されている。入力ロッド 7 の途中にはフランジ 7a が設けられており、このフランジ 7a とケーシング 10との間には、該入力ロッド 7 を常時ブレーキペダル 2 側へ付勢する、比較的バネ定数の小さい（軟らかい）戻しばね 15 が介装されている。また、入力ロッド 7 の他端とピストン 13との間には、前記戻しばね 15 よりもバネ定数の大きい（硬い）ばね 16 が介装されている。

10

#### 【0013】

独立気泡の発泡体 12 は、円錐台形状をなしており、その頂面の直径はピストン 13 の直径よりも十分に小さくなっている。一方、ピストン 13 の直径は、ケーシング 10 の内径よりも十分に小さくなっている。これらによって、ピストン 13 とケーシング 10 との間に独立気泡の発泡体 12 が噛込まれる危険が回避されている。ダイラタント流体 11 は、独立気泡の発泡体 12 の基部側に形成した円錐台形状の凹部 12a に収納され、その背面をケーシング 10 の内底に当接させている。このダイラタント流体 11 の高さは、発泡体 12 の高さより低くなっている。これによりダイラタント流体 11 の上面と発泡体 12 の頂面（ピストン 13 との接触面）との間には、所定の間隙が確保されている。

20

#### 【0014】

独立気泡の発泡体 12 は、内部の独立気泡が微細なガス室を形成して、エアばねと同様のガス反力を発生するようになっており、その独立気泡は、体積比で 70 ~ 90 % を占めている。発泡体 12 は、ここではゴムスポンジからなっており、高温で熱分解してガスを発生する発泡剤をゴム（基材）に混練して、加熱成形時に発泡させることにより製造される。発泡剤としては、通常窒素ガスを分解生成するものが用いられ、独立気泡の大半は窒素ガスとなっている。本実施形態において、基材としてのゴム材の種類は、加熱成形が可能で、発泡剤の添加により独立気泡を作るものであれば任意である。このようなゴム材としては、エネルギー吸収の大きいウレタンゴム（U）、ニトリルゴム（NBR）、エチレン・プロピレンゴム（EPDM）等があるが、使用温度範囲が広く（低温で硬化しにくく）、かつ圧縮永久歪が小さいことから、シリコンゴムを使用するのが望ましい。

30

#### 【0015】

ダイラタント流体 11 は、変形速度が速くなるとせん断応力、つまり変形抵抗が大きくなる特性（ダイラタンシー）を有する材料であり、ここでは、シリコンパテが用いられている。ダイラタント流体 11 としてのシリコンパテは、シリコンオイルをホウ酸水または硼砂でスライム化してなるもので、耐久性に富んでいる。このダイラタント流体 11 は、速い変形には強く抵抗するが、遅い変形には自由な形状となり、発泡体 12 の変形に追従する。

40

#### 【0016】

ここで、ケーシング 10 内に納めた独立気泡の発泡体 12 の全体をエアばね（エアシリンダ）10A とみなせば、本ストロークシミュレータ 1 は、図 2 に示すようなばね系となる。このばね系において、シリンダ断面積を A、空気体積を V、初期空気体積を V0、初期シリンダ長を Xa、ピストン 13 の変位を X2、初期空気圧を P0 とすれば、 $V = A \times (Xa - X2)$ 、 $V0 = A \times Xa$  なので、シリンダ内空気圧 P は、下記（1）のようになる。

$$P = P0 \times V0 / V = P0 \times Xa / (Xa - X2) \quad (1)$$

#### 【0017】

一方、エアシリンダ 10A のエア反力 F2 は、下記（2）式となっているので、これに上記（1）式の P を代入すると（3）式のようになる。

50

$$F_2 = A \times (P - P_0) \quad (2)$$

$$\begin{aligned} F_2 &= AP_0 \times \{X_a / (X_a - X_2) - 1\} \\ &= AP_0 \times X_2 / (X_a - X_2) \end{aligned} \quad (3)$$

## 【0018】

すなわち、エアシリンダ10Aのエア反力 $F_2$ は、図3の太い実線のように、初期のピストン変位 $X_2 = 0$ では、 $P$ と $P_0$ とがバランスして反力0であり、ピストン変位 $X_2$ の増加に従って、シリンダ長 $X_a$ の垂線に漸近する双曲線になる。この場合、エアシリンダの断面積 $A$ を変化させると、反力 $F_2$ は、断面積 $A$ が小さすぎるときは、同図の細い実線のように非線形性が強く（勾配変化が急）になり、逆に断面積 $A$ が大きすぎると、同図の破線のように非線形性が弱く（勾配変化が緩）なる。

10

## 【0019】

ところで、ユーザ要求の反力 $F_1$ 、すなわち入力変位 $X_1$ と反力 $F_1$ との関係は、図4に太い実線で示すようになっており、これに、上記(3)式で適正な断面積 $A$ を選択して得られるエア反力 $F_2$ を重ねると、その反力 $F_2$ はユーザ要求の反力特性に近い特性となる。

## 【0020】

一方、図4に示すユーザ要求の反力特性との関係で、その小ストローク部の勾配に合わせて、前記軟らかい戻しばね15のばね定数 $K_1$ を決める。また、同じユーザ要求の反力特性の大ストローク（高踏力）部の勾配に合わせて、前記硬いばね16のバネ定数 $K_2$ を決める。硬いばね16をエアシリンダ10Aに直列に設けると、エア反力 $F_2$ と入力変位 $X_1$ およびピストン変位 $X_2$ との間に、 $F_2 = K_2(X_1 - X_2)$ の関係が成立する。これを变形すると、 $X_2 = X_1 - F_2 / K_2$ となり、これを前記(3)式に代入すると下記(4)式となり、さらにこれを整理すると(5)式が得られる。

20

$$F_2 = AP_0 \times (X_1 - F_2 / K_2) / (X_a - X_1 + F_2 / K_2) \quad (4)$$

$$F_2^2 + \{XK_2 \times (X_a - X_1) + AP_0\} \times F_2 - AP_0 \times X_1 \times K_2 \quad (5)$$

## 【0021】

ここで、 $F_1 = F_2 + K_1 \times X_1$ なので、上記(5)式によりエアシリンダ断面積 $A$ のときの、入力変位 $X_1$ に対する反力 $F_1$ を計算することができ、前出図4の太い実線のような、ユーザ要求の反力特性にほぼ一致した特性を得ることができる。

30

## 【0022】

本実施形態においては、ケーシング10内に独立気泡の発泡体12を納めているので、上記したエアシリンダ10Aと同じエア反力 $F_2$ を得るには、前記エアシリンダ長 $X_a$ （図2）にその発泡率の逆数を乗じた値となるように該発泡体12の高さを設定すればよい。一例として、発泡率が80%の場合は、 $1.25 \times X_a$ の高さとなる。また、該発泡体12の頂面（ピストン13との接触面）の面積は、前記したエアシリンダ10Aの断面積 $A$ に合わせた大きさとする。

## 【0023】

上記のように構成したストロークシミュレータ1においては、ドライバがブレーキペダル2を踏み込むと、入力ロッド7が移動してピストン13が前進し、独立気泡の発泡体12が圧縮する。このとき、入力がゆるやかであると、発泡体12内のダイラタント流体11が自由に変形するので、実質エアばねと同じになり、図5に太い実線で示すように液圧ブレーキシステムと類似の反力特性（滑らかな非線形特性）となる。また、発泡体12と並列に戻しばね15が配置されているので、発泡体自体がもつヒステリシス特性と合せて、所望のヒステリシス特性が得られるようになる。このとき、独立気泡の発泡体12とケーシング10との間に大きな空間があるので、該発泡体12は拡径方向へも変形する。さらに、ピストン13と入力ロッド7との間に硬いばね16が存在するので、両者が直結される場合よりも、高踏力時の剛性が低くなり、結果として不自然な壁当り感はなくなる。

40

## 【0024】

一方、急速にブレーキペダル1が踏み込まれる場合は、発泡体12が所定の厚さ分だけ潰れるまでは、上記したゆるやかな入力の場合と反力特性は同じである。しかし、発泡体

50

12が所定の厚さ以上に潰れると、ダイラタント流体11に直接入力が伝わってその変形速度が速くなるので、その変形抵抗が大きくなり、図5に細線で示すように反力Fが急増する。すなわち、反力特性に速度依存性が付与され、この結果、所望の踏み応え感が得られるようになる。なお、入力変位を0に戻すと、発泡体12の復元力によりダイラタント流体11は、遅れながら元の形状に戻るが、発泡体12は独立気泡のガス圧による回復が早いので、ピストン13すなわちブレーキペダル2に戻し遅れは感じない。

#### 【0025】

このように本ストロークシミュレータ1によれば、反力特性に滑らかな非線形特性が付与されるばかりか、明瞭なヒステリシス特性、速度依存性が付与されるので、ドライバのブレーキ操作感（ペダルフィーリング）は良好となる。また、独立気泡の発泡体12をエアばねとして用いるので、シリンダ内にエアを封入する汎用のエアシリンダにおけるようなシールが不要になる。10

#### 【0026】

なお、独立気泡の発泡体12に内包されるダイラタント流体11は、図6(A)に示すように、球形として発泡体12の内部に埋め込むようにしても、あるいは図6(B)に示すように球形のゴム袋20に封入して発泡体12の凹部12aに納めるようにしてもよい。前者の場合は、上記実施形態の場合よりも速度依存性は低くなり、後者の場合は、ゴム袋20によりダイラタント流体11の形状復元速度が高まる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0027】

【図1】本発明の一つの実施形態としてのストロークシミュレータの構造を示す断面図である。20

【図2】本ストロークシミュレータにおけるばね系を示す模式図である。

【図3】本エアシリンダにおける反力特性を示すグラフである。

【図4】ユーザ要求の反力特性とエアシリンダの反力特性とを対比する共に、ユーザ要求の反力特性に基づくバネ定数の決定要領を示すグラフである。

【図5】本ストロークシミュレータの反力特性を示すグラフである。

【図6】本ストロークシミュレータにおけるダイラタント流体の他の設置構造を示す断面図である。

#### 【符号の説明】

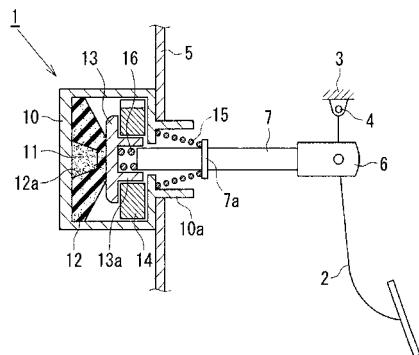
#### 【0028】

- 1 ストロークシミュレータ
- 2 ブレーキペダル
- 7 入力ロッド
- 10 ケーシング
- 11 ダイラタント流体
- 12 独立気泡の発泡体
- 13 ピストン
- 15 戻しばね
- 16 反力ばね

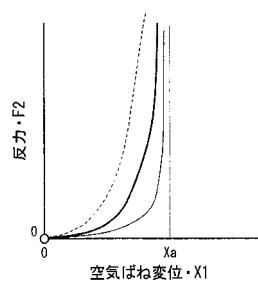
30

40

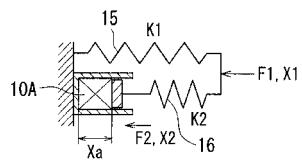
【図1】



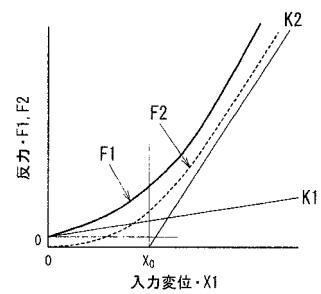
【図3】



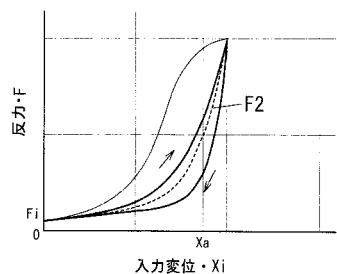
【図2】



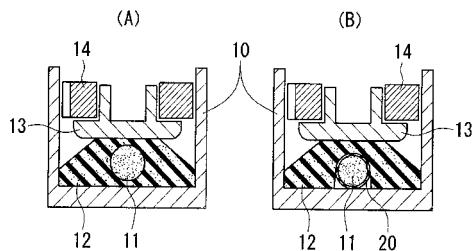
【図4】



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-131224(JP,A)  
特開2000-001163(JP,A)  
特開2003-118315(JP,A)  
特開2003-025806(JP,A)  
特開2006-256408(JP,A)  
特開2003-261014(JP,A)  
特開2002-220043(JP,A)  
実開昭61-091453(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60T 7/06