

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5719724号  
(P5719724)

(45) 発行日 平成27年5月20日 (2015. 5. 20)

(24) 登録日 平成27年3月27日 (2015. 3. 27)

(51) Int. Cl. F 1  
**F 1 6 F 13/10 (2006.01)** F 1 6 F 13/10 J

請求項の数 7 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2011-185599 (P2011-185599)	(73) 特許権者	000219602 住友理工株式会社 愛知県小牧市東三丁目1番地
(22) 出願日	平成23年8月29日 (2011. 8. 29)	(74) 代理人	100103252 弁理士 笠井 美孝
(65) 公開番号	特開2012-72900 (P2012-72900A)	(74) 代理人	100147717 弁理士 中根 美枝
(43) 公開日	平成24年4月12日 (2012. 4. 12)	(72) 発明者	石川 亮太 愛知県小牧市東三丁目1番地 東海ゴム工業株式会社内
審査請求日	平成26年5月7日 (2014. 5. 7)	(72) 発明者	小川 雄一 愛知県小牧市東三丁目1番地 東海ゴム工業株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2010-193309 (P2010-193309)		
(32) 優先日	平成22年8月31日 (2010. 8. 31)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流体封入式防振装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第一の取付部材と第二の取付部材が本体ゴム弾性体で連結されていると共に、該第二の取付部材によって支持された仕切部材を挟んだ両側には壁部の一部を該本体ゴム弾性体で構成された受圧室と壁部の一部を可撓性膜で構成された平衡室が形成されており、それら受圧室と平衡室に非圧縮性流体が封入されていると共に、それら受圧室と平衡室を相互に連通するオリフィス通路が形成されている流体封入式防振装置において、

前記仕切部材には可動膜が配設されており、該可動膜には一方の面に前記受圧室の圧力が及ぼされて他方の面に前記平衡室の圧力が及ぼされる膜部が設けられていると共に、該膜部の外周側には周方向に延びる環状保持部が一体形成されて該仕切部材に支持されている一方、

該仕切部材には該環状保持部を支持する支持部よりも外周側に短絡通路が形成されて、該短絡通路を通じて該受圧室と該平衡室が連通されていると共に、該短絡通路を連通状態と遮断状態とに切り替える弁部が該環状保持部から外周側に突設されて、該弁部には、該環状保持部から外周側に突出する厚肉部と該厚肉部から更に外周側に突出して突出先端側に向かって次第に薄肉となる薄肉部とが設けられており、

該薄肉部が該短絡通路内で該受圧室側に向かって立ち上がって先端部分が該短絡通路の内壁面に対して弾性的に押し付けられていると共に、該厚肉部の該受圧室側の面が該仕切部材から離れており該短絡通路を通じて該受圧室の圧力が及ぼされている一方、該厚肉部の該平衡室側の面が該仕切部材に当接支持されており、更に、該薄肉部の一方の面の全体

10

20

が該仕切部材から離れており該短絡通路を通じて該一方の面に該受圧室の圧力が及ぼされ、且つ該薄肉部の他方の面の基端部分が該仕切部材から離れており該短絡通路を通じて該基端部分に該平衡室の圧力が及ぼされていることを特徴とする流体封入式防振装置。

【請求項 2】

前記弁部の単体での自由形状において、前記薄肉部が前記受圧室側に向かって傾斜して立ち上がるテーパ形状とされている請求項 1 に記載の流体封入式防振装置。

【請求項 3】

前記環状保持部が前記仕切部材によって前記可動膜の厚さ方向で挟持されていると共に、該環状保持部には該可動膜の厚さ方向で突出して該仕切部材で押圧される押え突起が形成されている請求項 1 又は 2 に記載の流体封入式防振装置。

10

【請求項 4】

前記仕切部材の内部を周方向に広がる環状収容部と、該環状収容部を前記受圧室および前記平衡室に接続する連通孔とによって、前記短絡通路が構成されていると共に、前記可動膜の前記弁部が、前記環状保持部の全周に亘って延びる環状に形成されて、該環状収容部に配設されている請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項に記載の流体封入式防振装置。

【請求項 5】

前記受圧室に正圧が及ぼされた場合に、前記弁部の前記厚肉部が前記仕切部材に押し付けられて該厚肉部の弾性変形が防止されている請求項 1 ~ 4 の何れか 1 項に記載の流体封入式防振装置。

【請求項 6】

20

前記弁部の前記厚肉部が一定の断面積で前記環状保持部の全周に亘って延びていると共に、該弁部の前記薄肉部が該厚肉部の断面積よりも小さい一定の断面積で該環状保持部の全周に亘って延びている請求項 1 ~ 5 の何れか 1 項に記載の流体封入式防振装置。

【請求項 7】

前記弁部の前記薄肉部が前記厚肉部から外周側に向かって突出する略三角形の断面形状を有しており、該薄肉部の底辺が該弁部の前記厚肉部に一体的に固着されている一方、該底辺と該薄肉部の前記受圧室側の面のなす角度が鈍角とされていると共に、該底辺と該薄肉部の前記平衡室側の面のなす角度が鋭角とされている請求項 1 ~ 6 の何れか 1 項に記載の流体封入式防振装置。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば、自動車のエンジンマウント等に適用される防振装置に関するものであって、特に内部に封入された流体の流動作用を利用する流体封入式防振装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、自動車のエンジンマウントやサブフレームマウント等に適用される防振装置の一種として、流体封入式防振装置が知られている。流体封入式防振装置は、第一の取付部材と第二の取付部材が本体ゴム弾性体で連結されていると共に、非圧縮性流体を封入された受圧室と平衡室が形成されており、それら受圧室と平衡室を相互に連通するオリフィス通路を通じて流体が流動することによって、目的とする防振効果が発揮されるようになっている。

40

【0003】

ところで、流体封入式防振装置では、自動車が段差を乗り越える等して衝撃的な大振幅振動が入力されると、キャビテーションに起因する異音が発生するという問題がある。即ち、衝撃的な大振幅振動の入力によって受圧室に著しい負圧が及ぼされると、受圧室においてキャビテーションによる気泡が発生して、その気泡が消失する際に衝撃波を発する。そして、この衝撃波が車両に伝達されることによって、乗員に異音として聴取されるのである。

50

## 【 0 0 0 4 】

そこで、このようなキャビテーション異音を低減乃至は防止するために、例えば、特許文献1（特開2009-2420号公報）では、受圧室に著しい負圧が生じた際に開放されるリーク通路（短絡通路）を設けた構造が提案されている。即ち、特許文献1では、仕切部材に対してリーク通路が形成されていると共に、そのリーク通路を開閉するリリーフバルブ（弁部）が可動膜に一体形成されており、受圧室にキャビテーションが問題となる程度の負圧が及ぼされた場合に、リリーフバルブが変形してリーク通路が開放されるようになっている。これにより、受圧室の負圧がリーク通路を通じての流体流動によって低減されて、キャビテーションに起因する異音が低減乃至は防止される。

## 【 0 0 0 5 】

ところが、特許文献1に記載の構造では、リリーフバルブの全体が一定厚さの薄膜形状とされていることによって、受圧室に負圧が発生した場合にリリーフバルブの全体が簡単に大きく変形してリーク通路が連通状態とされてしまう。そのために、振動入力時に受圧室の圧力変動がリーク通路を通じて逃げてしまうことに加えて、リリーフバルブが遮断状態に維持されていてもリリーフバルブ自体の弾性変形によって受圧室の圧力変動が平衡室側に逃げてしまうこととなり、オリフィス通路を通じての流体流動量が減少してしまつて、オリフィス通路によって発揮される防振効果に悪影響を及ぼすおそれがあった。

## 【 0 0 0 6 】

なお、リリーフバルブの厚さを大きくして変形ばね特性を硬くすることも考えられるが、リリーフバルブの周方向両側に厚肉部が一体形成されて拘束されていることとも相俟つて、リリーフバルブの変形ばね特性を適当値に調節することが極めて難しい。しかも、可動膜の外周縁部に形成された最厚肉の固定部の外周端面から薄膜形状のリリーフバルブが突出形成されていることから、リリーフバルブの基端部分への著しい応力集中により亀裂や損傷が発生し易く、耐久性および信頼性の確保が難しいという問題もあった。

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 7 】

【 特許文献1 】 特開2009-2420号公報

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 8 】

本発明は、上述の事情を背景に為されたものであって、その解決課題は、受圧室に著しい負圧が及ぼされた場合に短絡通路が速やかに開放されてキャビテーション異音が防止されると共に、受圧室に正圧が及ぼされた場合には短絡通路が遮断状態に保持されてオリフィス通路による防振効果が有効に発揮される、新規な構造の流体封入式防振装置を提供することにある。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 9 】

すなわち、本発明の第一の態様は、第一の取付部材と第二の取付部材が本体ゴム弾性体で連結されていると共に、該第二の取付部材によって支持された仕切部材を挟んだ両側には壁部の一部を該本体ゴム弾性体で構成された受圧室と壁部の一部を可撓性膜で構成された平衡室が形成されており、それら受圧室と平衡室に非圧縮性流体が封入されていると共に、それら受圧室と平衡室を相互に連通するオリフィス通路が形成されている流体封入式防振装置において、前記仕切部材には可動膜が配設されており、該可動膜には一方の面に前記受圧室の圧力が及ぼされて他方の面に前記平衡室の圧力が及ぼされる膜部が設けられていると共に、該膜部の外周側には周方向に延びる環状保持部が一体形成されて該仕切部材に支持されている一方、該仕切部材には該環状保持部を支持する支持部よりも外周側に短絡通路が形成されて、該短絡通路を通じて該受圧室と該平衡室が連通されていると共に、該短絡通路を連通状態と遮断状態とに切り替える弁部が該環状保持部から外周側に突設されて、該弁部には、該環状保持部から外周側に突出する厚肉部と該厚肉部から更に外周

10

20

30

40

50

側に突出して突出先端側に向かって次第に薄肉となる薄肉部とが設けられており、該薄肉部が該短絡通路内で該受圧室側に向かって立ち上がって先端部分が該短絡通路の内壁面に対して弾性的に押し付けられていると共に、該厚肉部の該受圧室側の面が該仕切部材から離れており該短絡通路を通じて該受圧室の圧力が及ぼされている一方、該厚肉部の該平衡室側の面が該仕切部材に当接支持されており、更に、該薄肉部の一方の面の全体が該仕切部材から離れており該短絡通路を通じて該一方の面に該受圧室の圧力が及ぼされ、且つ該薄肉部の他方の面の基端部分が該仕切部材から離れており該短絡通路を通じて該基端部分に該平衡室の圧力が及ぼされていることを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

このような第一の態様に従う構造の流体封入式防振装置によれば、キャビテーションに起因する異音が発生し得る衝撃的な大振幅振動の入力時に、短絡通路を通じて平衡室から受圧室へ流体が流入することで、受圧室の負圧が軽減乃至は解消される。それ故、受圧室が著しく減圧されることによる気泡の発生が防止されて、該気泡の消失時の衝撃波に起因する異音が低減乃至は回避される。

10

【 0 0 1 1 】

しかも、短絡通路を連通状態と遮断状態に切り替える弁部の先端部分が比較的容易に変形する薄肉部とされており、薄肉部の変形による短絡通路の連通状態への切り替えによって、受圧室に及ぼされた著しい負圧が速やかに解消されるようになっている。それ故、キャビテーション異音の発生がより高度に防止されて、静粛性の向上が図られる。

【 0 0 1 2 】

加えて、薄肉部が短絡通路内で受圧室側に向かって立ち上がっていることにより、受圧室の負圧に基づいて薄肉部に及ぼされる吸引力が薄肉部を短絡通路の内壁面から離隔させる方向（内周側）に作用する。それ故、受圧室にキャビテーションが問題となる程度の負圧が及ぼされた場合に、薄肉部が短絡通路の内面から素早く離隔して、短絡通路が連通状態に開放される。その結果、受圧室の負圧が速やかに解消されて、キャビテーションに起因する異音の発生が防止される。

20

【 0 0 1 3 】

また、受圧室と平衡室の相対的な圧力差に応じて短絡通路の連通状態と遮断状態を切り替える弁部が可動膜に設けられていることにより、通常の振動入力時や受圧室に正圧が及ぼされた状態では、短絡通路が遮断状態に保持される。それ故、オリフィス通路を通じての流体流動量が確保されて、流体の流動作用に基づく防振効果が有効に発揮される。

30

【 0 0 1 4 】

さらに、弁部は環状保持部から突出する基端部分が厚肉部とされており、形状の安定性が高められている。それ故、正圧の作用時および通常の振動入力時には、短絡通路が遮断状態に安定して保持されて、オリフィス通路による防振効果が有効に発揮される。

【 0 0 1 5 】

しかも、厚肉部の平衡室側の面は仕切部材に当接しており、受圧室に正圧が及ぼされた場合には、厚肉部が仕切部材によって支持されて、弁部の変形が制限されるようになっている。それ故、キャビテーションが問題とならない受圧室に正圧が及ぼされた状態では、受圧室の液圧が短絡通路を通じて逃されるのを防いで、オリフィス通路を通じて流動する流体の量を効率的に確保することができる。その結果、流体の流動作用に基づく防振効果を有効に得ることができる。

40

【 0 0 1 6 】

更にまた、弁部の薄肉部は、短絡通路内で受圧室側に向かって立ち上がっており、短絡通路の内壁面に対して弾性的に押し付けられている。それ故、受圧室に正圧が及ぼされた場合には、液圧の作用によって薄肉部が短絡通路の内壁面により強く押し付けられて、短絡通路が遮断状態に保持される。その結果、オリフィス通路を通じての流体流動量が確保されて、目的とする防振効果が有効に発揮される。

【 0 0 1 7 】

本発明の第二の態様は、第一の態様に記載された流体封入式防振装置において、前記弁

50

部の単体での自由形状において、前記薄肉部が前記受圧室側に向かって傾斜して立ち上がるテーパ形状とされているものである。

【0018】

第二の態様によれば、可動膜に設けられた弁部の薄肉部が予め一方の面側（受圧室側）に向かって傾斜して立ち上がるテーパ形状とされていることにより、可動膜の仕切部材への装着時に弁部に大きな歪みや応力が及ぼされるのを防ぐことができ、耐久性の向上が図られる。

【0019】

なお、弁部の単体での自由形状とは、可動膜を仕切部材に組み付ける前で、弁部に外力が及ぼされていない、フリー状態での弁部の形状を言う。

10

【0020】

本発明の第三の態様は、第一又は第二の態様に記載された流体封入式防振装置において、前記環状保持部が前記仕切部材によって前記可動膜の厚さ方向で挟持されていると共に、該環状保持部には該可動膜の厚さ方向で突出して該仕切部材で押圧される押え突起が形成されているものである。

【0021】

第三の態様によれば、環状保持部が仕切部材によって挟持される際に、押え突起が仕切部材によって押圧されることにより、仕切部材から可動膜に及ぼされる圧縮力が環状保持部よりも内周側の膜部や環状保持部よりも外周側の弁部に伝達されるのを防ぐことができる。それ故、膜部における目的とする防振特性や弁部における開閉特性を高精度に設定することができると共に、可動膜の耐久性の向上が図られる。しかも、環状保持部には押え突起を介して圧縮力が効率的に及ぼされることから、可動膜が仕切部材によって安定して固定的に支持される。

20

【0022】

本発明の第四の態様は、第一～第三の何れか1つの態様に記載された流体封入式防振装置において、前記仕切部材の内部を周方向に広がる環状収容部と、該環状収容部を前記受圧室および前記平衡室に接続する連通孔とによって、前記短絡通路が構成されていると共に、前記可動膜の前記弁部が、前記環状保持部の全周に亘って延びる環状に形成されて、該環状収容部に配設されているものである。

【0023】

第四の態様によれば、環状の弁部が短絡通路の一部を構成する環状収容部に配設されていることにより、受圧室が著しく減圧されると、弁部が全周に亘って弾性変形して短絡通路の内壁面から離隔する。これにより、弁部の変形量に対して短絡通路の実質的な断面積が効率的に増加して、受圧室の負圧が速やかに解消され、キャビテーションに起因する異音の発生が防止される。

30

【発明の効果】

【0024】

本発明によれば、通常の振動入力時および受圧室への正圧作用時には、弁部による短絡通路の遮断状態での保持が安定して実現されて、オリフィス通路を通じての流体流動量が十分に確保され、流体の流動作用に基づいて目的とする防振効果が有効に発揮される。一方、著しい負圧が受圧室に及ぼされると、弁部が受圧室の負圧に応じた量だけ短絡通路の内壁面から離隔することで短絡通路が連通状態に切り替えられて、短絡通路を通じての流体流動によって受圧室の負圧が速やかに解消され、キャビテーションに起因する異音の発生が防止される。

40

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本発明の一実施形態としてのエンジンマウントを示す縦断面図。

【図2】図1に示されたエンジンマウントを構成する仕切部材の正面図。

【図3】図2に示された仕切部材の平面図。

【図4】図2に示された仕切部材の底面図。

50

【図5】図3のV-V断面図。

【図6】図1に示されたエンジンマウントを構成する可動膜の要部を拡大して示す断面図。

【図7】図1に示されたエンジンマウントにおける弁部の作動を説明する要部拡大断面図であって、(a)は、キャビテーションが問題となる比較的に小さな負圧が受圧室に及ぼされた場合を、(b)は、キャビテーションが問題となる比較的に大きな負圧が受圧室に及ぼされた場合を、それぞれ示す。

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照しつつ説明する。

10

【0027】

図1には、本発明に従う構造とされた流体封入式防振装置の一実施形態として、自動車用のエンジンマウント10が示されている。エンジンマウント10は、第一の取付部材12と第二の取付部材14が本体ゴム弾性体16によって連結された構造を有している。そして、第一の取付部材12が図示しないパワーユニットに取り付けられると共に、第二の取付部材14が図示しない車両ボデーに取り付けられることにより、パワーユニットが車両ボデーによって防振支持されるようになっている。なお、以下の説明において、上下方向とは、原則として、図1中の上下方向を言う。

【0028】

より詳細には、第一の取付部材12は、中実の略円形ブロック形状を有していると共に、その上端部には全周に亘って軸直角方向に突出するフランジ部18が一体形成されている。また、第一の取付部材12の中心軸上には、内周面にねじ山を刻設されたボルト孔20が形成されており、そのボルト孔20が第一の取付部材12の上面に開口している。

20

【0029】

一方、第二の取付部材14は、薄肉大径の略円筒形状を有していると共に、軸方向中間部分に段差部22が設けられており、段差部22を挟んで上側が大径筒部24とされていると共に、段差部22を挟んで下側が小径筒部26とされている。

【0030】

このような構造とされた第一の取付部材12と第二の取付部材14は、同一中心軸上に配設されて、第一の取付部材12が第二の取付部材14の上方に配置される。そして、第一の取付部材12と第二の取付部材14は、本体ゴム弾性体16によって弾性的に連結されている。

30

【0031】

本体ゴム弾性体16は、厚肉大径の略円錐台形状を有しており、小径側(上側)の端部が第一の取付部材12に加硫接着されていると共に、大径側(下側)の端部の外周面が第二の取付部材14の大径筒部24の内周面に重ね合わされて加硫接着されている。また、本体ゴム弾性体16の下端部には、逆向きの略すり鉢状を呈する大径凹所28が形成されて、本体ゴム弾性体16の下面に開口している。更に、本体ゴム弾性体16の下方には、薄肉大径の略円筒形状とされたシールゴム層30が、第二の取付部材14の小径筒部26の内周面に被着形成されている。なお、本体ゴム弾性体16は、第一の取付部材12と第二の取付部材14を備えた一体加硫成形品として形成されている。

40

【0032】

また、第二の取付部材14には、可撓性膜32が取り付けられている。可撓性膜32は、薄肉大径の略円板形状とされたゴム弾性体であって、軸方向に十分な弛みを有している。また、可撓性膜32の外周面は、環状の固定部材34に重ね合わされて加硫接着されている。そして、固定部材34が第二の取付部材14の小径筒部26の下端部に挿入された後、第二の取付部材14に対して八方絞り等の縮径加工が施されることにより、可撓性膜32が第二の取付部材14に取り付けられている。

【0033】

このように可撓性膜32が第二の取付部材14に取り付けられることにより、第二の取

50

付部材 14 の上側開口部が本体ゴム弾性体 16 によって閉塞されていると共に、第二の取付部材 14 の下側開口部が可撓性膜 32 によって閉塞されている。これにより、本体ゴム弾性体 16 と可撓性膜 32 の軸方向対向面間には、外部から隔てられた流体封入領域 36 が形成されており、非圧縮性流体が封入されている。なお、流体封入領域 36 に封入される非圧縮性流体は、特に限定されるものではないが、水やアルキレングリコール、ポリアルキレングリコール、シリコン油、或いはそれらの混合液等が好適に採用される。特に、後述する流体の流動作用に基づく防振効果を有効に得るためには、 $0.1 \text{ Pa} \cdot \text{s}$  以下の低粘性流体が望ましい。

【0034】

また、流体封入領域 36 には、仕切部材 38 が収容されている。仕切部材 38 は、全体として厚肉の略円板形状を有しており、第二の取付部材 14 によって支持されている。更に、仕切部材 38 は、上仕切部材 40 と下仕切部材 42 とを組み合わせ形成されている。

10

【0035】

上仕切部材 40 は、厚肉の略円板形状であって、径方向中央部分には下面に開口する浅底の嵌着凹所 44 が形成されている。更に、嵌着凹所 44 の底面に開口する装着凹所 46 が形成されていると共に、装着凹所 46 の底面に開口する中央凹所 48 が形成されている。また、中央凹所 48 の外周側には、所定距離を隔てて環状の環状凹所 50 が、装着凹所 46 の上底面に開口するように形成されており、中央凹所 48 と環状凹所 50 を隔てる隔壁部分が、周方向環状に延びて下方に突出する支持部 52 とされている。

20

【0036】

また、上仕切部材 40 の外周縁部には、周方向に 2 周弱の長さで螺旋状に延びる周溝 54 が、外周面に開口して形成されている。更に、周溝 54 の長さ方向中間部分には、径方向に延びる連通路 56 が開口しており、連通路 56 を通じて周溝 54 と中央凹所 48 が連通されている。また、周溝 54 と嵌着凹所 44 の径方向間には、複数の固着ピン 58 が形成されて下方に向かって突出している。

【0037】

下仕切部材 42 は、薄肉の略円環板形状であって、径方向中間部分に段差が設けられていることで、内周部分が外周部分よりも上方に突出している。また、下仕切部材 42 の外周部分には、上仕切部材 40 の固着ピン 58 に対応する円形の固着孔 59 が貫通形成されている。

30

【0038】

このような構造とされた上仕切部材 40 と下仕切部材 42 は、上下に重ね合わされて、下仕切部材 42 の内周部分が上仕切部材 40 の嵌着凹所 44 に嵌め込まれると共に、上仕切部材 40 の固着ピン 58 が下仕切部材 42 の固着孔 59 に挿通される。そして、固着ピン 58 の先端を押し潰して拡径し、固着孔 59 の開口周縁部に係止させることにより、上仕切部材 40 と下仕切部材 42 が固定されて、仕切部材 38 が形成される。

【0039】

さらに、上仕切部材 40 と下仕切部材 42 が組み合わされることにより、装着凹所 46 の中央部分と中央凹所 48 が下仕切部材 42 の中心孔を通じて下方に開口している。更にまた、装着凹所 46 の外周縁部と環状凹所 50 が下仕切部材 42 で覆蓋されることにより、仕切部材 38 の内部を周方向に延びる環状収容部 60 が形成されている。

40

【0040】

また、仕切部材 38 には、可動膜 62 が組み付けられている。可動膜 62 は、略円板形状のゴム弾性体で形成されており、径方向中央部分が薄肉の膜部 64 とされていると共に、膜部 64 の外周側には環状保持部 66 が一体形成されている。

【0041】

膜部 64 は、薄肉の略円板形状を有するゴム膜であって、上仕切部材 40 の中央凹所 48 の開口よりも大径とされていると共に、上仕切部材 40 の支持部 52 と下仕切部材 42 の内周部分との軸方向での対向面間距離よりも薄肉とされている。

50

## 【 0 0 4 2 】

環状保持部 6 6 は、図 6 に示されているように、膜部 6 4 の外周側に一体形成されており、略一定の円形断面で全周に亘って連続的に延びている。また、環状保持部 6 6 には、上下両側に突出する一对の押え突起 6 8 , 6 8 が、全周に亘って一体形成されている。なお、図 6 に示されているように、膜部 6 4 と環状保持部 6 6 は、折れ点を持つことなく滑らかに繋がっており、後述する仕切部材 3 8 への組付け下において応力の集中が回避されている。

## 【 0 0 4 3 】

そして、可動膜 6 2 は、上仕切部材 4 0 の装着凹所 4 6 に挿入されて、上仕切部材 4 0 と下仕切部材 4 2 の軸方向間に配設されている。より詳細には、可動膜 6 2 の環状保持部 6 6 が上仕切部材 4 0 の支持部 5 2 と下仕切部材 4 2 の内周部分との軸方向対向面間に挟み込まれて支持されることにより、可動膜 6 2 が仕切部材 3 8 に取り付けられている。なお、かかる可動膜 6 2 の仕切部材 3 8 への装着状態において、上仕切部材 4 0 の中央凹所 4 8 の開口と、下仕切部材 4 2 の中心孔の上側開口が、可動膜 6 2 の膜部 6 4 によって覆蓋されている。

10

## 【 0 0 4 4 】

また、本実施形態の可動膜 6 2 では、環状保持部 6 6 に一对の押え突起 6 8 , 6 8 が突出形成されていることから、それら押え突起 6 8 , 6 8 が上下の仕切部材 4 0 , 4 2 の間で圧縮方向に押圧される。それ故、可動膜 6 2 が仕切部材 3 8 に対して十分な保持力で固定されると共に、膜部 6 4 および後述する弁部 9 0 に入力される歪みや応力が軽減されて、耐久性の向上や特性の安定化が図られ得る。

20

## 【 0 0 4 5 】

このように可動膜 6 2 を装着された仕切部材 3 8 は、流体封入領域 3 6 に配設される。即ち、仕切部材 3 8 は、第二の取付部材 1 4 に対して下側の開口部から挿入されて、本体ゴム弾性体 1 6 の下端面に重ね合わされることで、軸方向に位置決めされる。そして、可撓性膜 3 2 を仕切部材 3 8 の下方に配置した後、第二の取付部材 1 4 に対して縮径加工を施すことにより、仕切部材 3 8 が第二の取付部材 1 4 によって支持されて、流体封入領域 3 6 内で軸直角方向に広がるように配設される。

## 【 0 0 4 6 】

かくの如くして仕切部材 3 8 が流体封入領域 3 6 内に配設されることにより、流体封入領域 3 6 が仕切部材 3 8 を挟んで上下に二分されている。即ち、仕切部材 3 8 を挟んだ上側には、壁部の一部が本体ゴム弾性体 1 6 で構成されて、振動入力時に内圧変動が及ぼされる受圧室 7 0 が形成されている。一方、仕切部材 3 8 を挟んだ下側には、壁部の一部が可撓性膜 3 2 で構成されて、容積変化が容易に許容される平衡室 7 2 が形成されている。なお、受圧室 7 0 と平衡室 7 2 には、何れも流体封入領域 3 6 と同じ非圧縮性流体が封入されている。

30

## 【 0 0 4 7 】

さらに、仕切部材 3 8 の中央凹所 4 8 に非圧縮性流体が封入されることにより、仕切部材 3 8 の内部には、壁部の一部を可動膜 6 2 で構成された中間室 7 4 が形成されている。なお、中間室 7 4 は、可動膜 6 2 の膜部 6 4 により平衡室 7 2 に対して隔てられており、膜部 6 4 の上面に中間室 7 4 の圧力が及ぼされていると共に、膜部 6 4 の下面に平衡室 7 2 の圧力が及ぼされている。

40

## 【 0 0 4 8 】

また、仕切部材 3 8 の外周面がシールゴム層 3 0 を介して流体密に第二の取付部材 1 4 と重ね合わされることにより、周溝 5 4 の外周開口部が第二の取付部材 1 4 によって流体密に覆蓋されて、周方向に所定の長さで延びるトンネル状の流路が形成されている。そして、周溝 5 4 の長さ方向一方の端部が接続孔 7 6 を通じて受圧室 7 0 に連通されると共に、他方の端部が接続孔 7 8 を通じて平衡室 7 2 に連通されることにより、受圧室 7 0 と平衡室 7 2 を相互に連通する第一のオリフィス通路 8 0 が形成されている。なお、第一のオリフィス通路 8 0 は、通路断面積 ( A ) と通路長 ( L ) の比 ( A / L ) が調節されること

50



により、第一のオリフィス通路 80 を通じて流動する流体の共振周波数（チューニング周波数）が、エンジンシェイクに相当する 10 Hz 程度の低周波数にチューニングされている。

【0049】

さらに、周溝 54 の長さ方向一方の端部が接続孔 76 を通じて受圧室 70 に連通されることにより、受圧室 70 と中間室 74 を相互に連通する第二のオリフィス通路 82 が、周溝 54 の一部と連通路 56 を利用して形成されている。この第二のオリフィス通路 82 は、第一のオリフィス通路 80 よりも高周波数にチューニングされており、アイドリング振動に相当する十数 Hz 程度の中乃至高周波数にチューニングされている。なお、中間室 74 には、第二のオリフィス通路 82 を通じて受圧室 70 の圧力が伝達されており、可動膜 62 の膜部 64 の上面には実質的に受圧室 70 の圧力が及ぼされている。

10

【0050】

また、仕切部材 38 には、支持部 52 よりも外周側に短絡通路 84 が形成されている。短絡通路 84 は、仕切部材 38 を貫通する孔であって、仕切部材 38 の内部に形成された環状収容部 60 を連通孔としての上連通孔 86 および下連通孔 88 によって受圧室 70 と平衡室 72 に連通した構造とされている。

【0051】

上連通孔 86 は、上仕切部材 40 における環状凹所 50 の上底壁部を上下に貫通しており、図 3 に示されているように、周方向に所定の長さで延びている。そして、周上で所定距離を隔てて形成された 3 つの上連通孔 86 によって、環状収容部 60 が受圧室 70 に連

20

通されている。

【0052】

一方、下連通孔 88 は、下仕切部材 42 の内周部分を上下に貫通しており、図 4 に示されているように、上連通孔 86 と同様に周方向に所定の長さで延びている。そして、上連通孔 86 と対応する位置に形成された 3 つの下連通孔 88 によって、環状収容部 60 が平衡室 72 に連通されている。

【0053】

これら環状収容部 60 と上下の連通孔 86, 88 によって短絡通路 84 が形成されており、仕切部材 38 を上下方向に直線的に貫通していると共に、長さ方向の中間部分において周方向環状に連続している。そして、短絡通路 84 の軸方向一方の端部が受圧室 70 に開口していると共に、他方の端部が平衡室 72 に開口しており、受圧室 70 と平衡室 72 が短絡通路 84 を通じて相互に連通されている。なお、短絡通路 84 は、第一のオリフィス通路 80 および第二のオリフィス通路 82 よりも通路長と通路断面積の比 ( $A/L$ ) が大きく設定されており、短絡通路 84 の流動抵抗が第一、第二のオリフィス通路 80, 82 の流動抵抗よりも小さくなっている。

30

【0054】

また、短絡通路 84 は、可動膜 62 に設けられた弁部 90 によって、開閉されるようになっている。弁部 90 は、図 6 に示されているように、環状保持部 66 から外周側に全周に亘って突出して可動膜 62 の最外周部分を構成する環状の部分であって、ゴム弾性体で形成されて環状保持部 66 および膜部 64 と一体とされている。また、弁部 90 は、一体

40

形成された厚肉部 92 と薄肉部 94 を有している。

【0055】

厚肉部 92 は、弁部 90 の基端部分を構成しており、環状保持部 66 から径方向外側に向かって突出している。そして、厚肉部 92 は、図 6 の a 領域に示すような略矩形とされた一定の断面形状で環状保持部 66 の全周に亘って延びている。また、厚肉部 92 は、下面が略軸直角方向に広がる平面形状とされていると共に、上面が外周側に行くに従って次第に上傾する湾曲面とされており、外周側に向かって次第に厚肉となっている。

【0056】

薄肉部 94 は、弁部 90 の先端部分を構成しており、厚肉部 92 から更に外周側に向かって突出している。そして、薄肉部 94 は、図 6 の b 領域に示すような略三角形とされた

50

一定の断面形状で環状保持部 66 の全周に亘って延びている。図 6 に示すように、厚肉部 92 と薄肉部 94 の境界線：L 上を延びる薄肉部 94 の底辺が厚肉部 92 に一体的に固着されている。なお、薄肉部 94 の断面積は厚肉部 92 の断面積よりも小さくされている。また、薄肉部 94 は、上面が外周側に行くに従って次第に上傾する湾曲面とされており、共に、下面が外周側に行くに従って次第に上傾する傾斜平面とされている。これにより、薄肉部 94 は、先端側に向かって次第に薄肉となっており、可動膜 62 が仕切部材 38 に装着される前の単体での自由形状において突出先端側が上方に立ち上がっている。

【0057】

ここにおいて、図 6 に示されているように、薄肉部 94 の底辺が薄肉部 94 の上面と為す角度： $\theta_1$  が、鈍角とされており、好ましくは、 $120^\circ$  から  $160^\circ$  の範囲に設定される。一方、薄肉部 94 の底辺が薄肉部 94 の下面と為す角度： $\theta_2$  が、鋭角とされており、好ましくは、 $10^\circ$  から  $30^\circ$  の範囲に設定される。

【0058】

そして、このような弁部 90 を備えた可動膜 62 が仕切部材 38 に取り付けられることにより、短絡通路 84 が弁部 90 によって遮断される。即ち、可動膜 62 の弁部 90 は、環状収容部 60 に配設されて、装着凹所 46 内で広がると共に、薄肉部 94 の先端部分が環状凹所 50 に挿し入れられており、静置状態において短絡通路 84 の外周側の内壁面 96 に対して弾性的に押し当てられている。これにより、上下の連通孔 86, 88 の軸方向間に弁部 90 が配設されて、短絡通路 84 が長さ方向の中間部分において弁部 90 で遮断されている。

【0059】

また、弁部 90 の厚肉部 92 は、その上面に上連通孔 86 を通じて受圧室 70 の液圧が及ぼされていると共に、その下面が下連通孔 88 よりも内周側において下仕切部材 42 の内周部分に当接状態で重ね合わされている。更に、厚肉部 92 の基端部分と支持部 52 の外周縁部との間には、軸方向に僅かな隙間が形成されており、厚肉部 92 の上方（受圧室 70 側）への弾性変形が基端部分においても許容されている。

【0060】

一方、弁部 90 の薄肉部 94 は、その上面に上連通孔 86 を通じて受圧室 70 の液圧が及ぼされていると共に、その下面に下連通孔 88 を通じて平衡室 72 の液圧が及ぼされている。なお、弁部 90 が環状収容部 60 内に配置されていると共に、環状収容部 60 が上下の連通孔 86, 88 を通じて受圧室 70 および平衡室 72 に連通されていることにより、受圧室 70 および平衡室 72 の液圧が弁部 90 の周方向全体に及ぼされている。

【0061】

このような構造とされたエンジンマウント 10 の車両装着状態において、エンジンシェイクに相当する低周波大振幅振動が入力されると、受圧室 70 と平衡室 72 の相対的な圧力差に基づいて第一のオリフィス通路 80 を通じての流体流動が積極的に生ぜしめられる。これにより、流体の共振作用等の流動作用に基づいて、目的とする防振効果（高減衰効果）が発揮される。

【0062】

なお、低周波大振幅振動の入力時には、可動膜 62 の膜部 64 の変形が制限されて、第二のオリフィス通路 82 が実質的に遮断される。これにより、第二のオリフィス通路 82 を通じての流体流動による受圧室 70 の内圧変動の緩和が防止されて、第一のオリフィス通路 80 を通じての流体の流動量が効率的に確保される。

【0063】

また、アイドリング振動に相当する中乃至高周波小振幅振動の入力時には、受圧室 70 と中間室 74 の相対的な圧力差に基づいて第二のオリフィス通路 82 を通じての流体流動が積極的に生ぜしめられる。これにより、流体の共振作用等の流動作用に基づいて、目的とする防振効果（低動ばね効果）が発揮される。

【0064】

なお、第一のオリフィス通路 80 のチューニング周波数よりも高周波数の振動入力時に

10

20

30

40

50

は、第一のオリフィス通路 80 が反共振によって実質的に閉鎖されて、第一のオリフィス通路 80 を通じての流体流動が防止される。これにより、第二のオリフィス通路 82 を通じての流体流動量が効率的に確保されて、目的とする防振効果が有効に発揮される。

【0065】

これらのような通常の振動入力時において、短絡通路 84 は、図 1 に示されているように、弁部 90 によって遮断されており、短絡通路 84 を通じての流体流動が防止されている。特に、弁部 90 の薄肉部 94 が予め短絡通路 84 の内壁面 96 に押し付けられていることにより、通常の振動入力時には、薄肉部 94 が短絡通路 84 の内壁面 96 から離隔することなく保持されて、短絡通路 84 が遮断状態に維持される。

【0066】

さらに、弁部 90 の形状安定性が厚肉部 92 によって高められており、通常振動の入力時には短絡通路 84 が安定して閉状態に保持されることから、オリフィス通路 80, 82 による防振効果が有効に発揮される。しかも、弁部 90 が閉状態に保持されたままで、弾性変形することによって受圧室 70 の圧力が平衡室 72 に逃されるのも防止されて、オリフィス通路 80, 82 を通じての流体流動が有効に惹起される。

【0067】

更にまた、厚肉部 92 の下面が下仕切部材 42 に対して当接状態で重ね合わされていることにより、受圧室 70 に正圧が及ぼされた場合には、厚肉部 92 が下仕切部材 42 に押し付けられて、厚肉部 92 の弾性変形が防止される。それ故、正圧の作用時には、オリフィス通路 80, 82 を通じての流体流動が効率的に生ぜしめられて、目的とする防振効果が有効に発揮される。

【0068】

また、前述の如く、略矩形の断面形状を有する厚肉部 92 においては、上面の受圧面積と下面の受圧面積が略同じとされていることから、下面が下仕切部材 42 に安定して支持されている。従って、厚肉部 92 の上面に受圧室 70 の正圧が及ぼされた際に、厚肉部 92 の下方への弾性変形が防止される。

【0069】

加えて、薄肉部 94 の上面が湾曲テーパ形状とされており、薄肉部 94 が受圧室 70 側に傾斜して立ち上がっていることから、受圧室 70 に正圧が及ぼされると薄肉部 94 が短絡通路 84 の内壁面 96 に押し付けられる。それ故、薄肉部 94 の弾性変形による短絡通路 84 の開放も防止されて、オリフィス通路 80, 82 を通じての流体流動量が確保されることで、目的とする防振効果が有効に発揮される。

【0070】

しかも、前述の如く、略三角形の断面形状を有する薄肉部 94 においては、図 6 に示されているように、角度  $\theta$  が鈍角とされていると共に、角度  $\phi$  が鋭角とされている。これにより、受圧室 70 の正圧が薄肉部 94 の上面に及ぼされて薄肉部 94 が下方に弾性変形した際に、薄肉部 94 の下面と短絡通路 84 の内壁面 96 の接触面が長く確保されて、摩擦抵抗が増大する。それ故、弁部 90 の先端部分が平衡室 72 側に弾性変形して弁部 90 の先端部分と短絡通路 84 の内壁面 96 の間に開口が生じてしまうことが有利に防止される。

【0071】

一方、車両が路面の段差を乗り越える等して、第一の取付部材 12 と第二の取付部材 14 の間に衝撃的な大振幅振動が入力されることにより、受圧室 70 が著しく減圧されると、キャビテーションに起因する異音が発生する。そこにおいて、エンジンマウント 10 では、受圧室 70 と平衡室 72 の相対的な圧力差に基づいて弁部 90 が弾性変形することにより、短絡通路 84 が開放されて連通状態に切り替えられるようになっている。

【0072】

すなわち、キャビテーション異音が発生する程の大振幅振動が入力されて、受圧室 70 に著しい負圧が及ぼされると、薄肉部 94 の上面に受圧室 70 の負圧に基づく吸引力が作用して、薄肉部 94 が受圧室 70 側および内周側に吸引される。そして、図 7 の (a) に

10

20

30

40

50

示されているように、弁部 90 の先端部分が短絡通路 84 の内壁面 96 から離隔して、短絡通路 84 が連通状態に切り替えられる。これにより、受圧室 70 と平衡室 72 が第一、第二のオリフィス通路 80, 82 よりも流動抵抗の小さい短絡通路 84 を通じて相互に連通されて、それら両室 70, 72 の相対的な圧力差に基づいて平衡室 72 から受圧室 70 に向かって流体が流動する。その結果、受圧室 70 の負圧が軽減されて、キャビテーションによる気泡の発生が防止され、気泡の消失時に発せられる異音が低減乃至は回避される。

#### 【0073】

さらに、受圧室 70 に及ぼされた負圧が上述の如き負圧緩和作用によっても解消しない程に著しい場合には、弁部 90 がより大きく弾性変形して、短絡通路 84 を通じての流体流動量が増加するようになっている。即ち、厚肉部 92 の上面に受圧室 70 の負圧に基づく強い吸引力が及ぼされることにより、厚肉部 92 が受圧室 70 側および内周側に吸引される。これにより、図 7 の (b) に示されているように、厚肉部 92 を含む弁部 90 の略全体が弾性変形して、弁部 90 と短絡通路 84 の内壁面 96 との間により大きな隙間が形成される。その結果、短絡通路 84 を通じて平衡室 72 から受圧室 70 に流入する流体の量が増加して、受圧室 70 の負圧がより効果的に軽減乃至は解消されることにより、キャビテーションに起因する異音が防止される。なお、図 7 では、変形前の弁部 90 が 2 点鎖線で示されている。

#### 【0074】

要するに、弁部 90 には、受圧室 70 に作用する負圧が比較的に小さい場合にも敏感に且つ速やかに反応して短絡通路 84 を開放する薄肉部 94 と、受圧室 70 に著しい負圧が作用した場合にのみ変形して短絡通路 84 の開放量を増大させる厚肉部 92 が設けられている。それ故、受圧室 70 に及ぼされる負圧の程度に応じて短絡通路 84 の実質的な断面積が調節されて、キャビテーションの原因となる受圧室 70 の負圧が可及的速やかに且つ安定して軽減される。

#### 【0075】

特にエンジンマウント 10 では、弁部 90 の薄肉部 94 が受圧室 70 側に向かって傾斜して立ち上がっており、静置状態において薄肉部 94 の外周面が短絡通路 84 の内壁面 96 に当接している。それ故、受圧室 70 が著しく減圧されると、負圧による吸引力が薄肉部 94 を短絡通路 84 の内壁面 96 から離隔させる方向に作用する。その結果、受圧室 70 に著しい負圧が及ぼされた場合に、短絡通路 84 の連通状態への切替えが迅速に実行されて、受圧室 70 の負圧が速やかに軽減される。

#### 【0076】

加えて、前述の如く、略三角形の断面形状を有する薄肉部 94 においては、図 6 に示されているように、角度  $\theta$  が鈍角とされていると共に、角度  $\phi$  が鋭角とされている。これにより、例えば、薄肉部の上面が中心軸に対して直交方向に広がる場合に比して、薄肉部 94 の上面の受圧面積が大きくされていることから、受圧室 70 に著しい負圧が及ぼされた際には、薄肉部 94 が受圧室 70 側および内周側に速やかに吸引されて、キャビテーションの防止が有利に図られている。

#### 【0077】

さらに、弁部 90 が環状とされていると共に、弁部 90 が周方向に延びる環状収容部 60 に配置されていることにより、受圧室 70 の圧力が弁部 90 の周方向全体に及ぼされる。それ故、受圧室 70 が著しく減圧された場合に、弁部 90 と短絡通路 84 の内壁面 96 との隙間が全周に亘って形成されて、弁部 90 の変形量に対して短絡通路 84 の実質的な開口面積が効率的に確保されるようになっている。その結果、弁部 90 が短絡通路 84 の連通状態と遮断状態を切り替える際に、切替作動の迅速化が図られて、遮断状態で発揮される防振効果と、連通状態で発揮されるキャビテーション異音の防止効果とを、何れも効果的に得ることができる。

#### 【0078】

また、弁部 90 が突出先端に向かって徐々に薄肉となっており、弁部 90 における局所

10

20

30

40

50

的な応力の集中が防止されていることから、長期に亘って繰り返される開閉作動によって弁部 90 が損傷するのを防ぐことができ、耐久性の向上が図られる。

【0079】

以上、本発明の実施形態について詳述してきたが、本発明はその具体的な記載によって限定されない。例えば、中央凹所 48 の上底壁部を貫通する複数の透孔が形成されており、透孔を通じて受圧室 70 と中間室 74 が常時連通されていると共に、中間室 74 の壁部の一部が可動膜 62 の膜部 64 で構成されていることにより、低周波大振幅振動の入力時に透孔を通じての流体流動が制限されるようになっていても良い。このように、可動膜 62 は、必ずしも第二のオリフィス通路 82 の流体流動を制御するために用いられるものに限定されない。

10

【0080】

また、可動膜 62 の環状保持部 66 の形状は特に限定されるものではなく、例えば、矩形断面の環状保持部も採用され得る。更に、可動膜 62 の環状保持部 66 に突設される押え突起 68 の具体的な形状も特に限定されるものではなく、例えば、突出先端に向かって次第に狭幅となる半円形断面や三角形断面を有していても良い。

【0081】

また、弁部の薄肉部は、弁部の単体での自由形状（可動膜を仕切部材に組み付ける前で外力が作用していない状態での形状）が、必ずしも外周側に向かって上傾するテーパ形状となっていなくても良い。具体的には、例えば、弁部の単体での自由形状において、薄肉部が径方向外側に向かって突出して軸直角方向に或いは下方に傾斜しながら広がっており、仕切部材 38 への装着によって、薄肉部が短絡通路 84 の内壁面 96 に押し付けられて変形し、受圧室 70 側に向かって傾斜して立ち上がるようになっていても良い。これによれば、弁部がそれ自身の弾性によって短絡通路 84 の内壁面 96 により強く押し付けられて、通常振動の入力時および受圧室 70 への正圧作用時に短絡通路 84 がより安定して遮断状態に保持される。

20

【0082】

また、弁部は、必ずしも全周に亘って形成されているものに限定されず、周方向の一部に単独の弁部が形成されていても良いし、周上で互いに独立した複数の弁部が形成されていても良い。この場合には、短絡通路における弁部の配設領域が環状である必要はなく、仕切部材の周上で弁部が設けられた位置において、仕切部材を上下方向に貫通する直線的な短絡通路が、好適に採用される。更に、例えば、環状保持部から外周側に突設された厚肉の挟持部が、可動膜の周上で弁部を外れた位置に形成されて、該挟持部が仕切部材によって支持されていても良い。

30

【0083】

また、本発明は、自動車用の流体封入式防振装置にのみ適用されるものではなく、自動二輪車や鉄道用車両、産業用車両等に用いられる流体封入式防振装置にも適用され得る。更に、本発明の適用範囲は、エンジンマウントとして用いられる流体封入式防振装置に限定されるものではなく、例えば、ボデーマウントやサブフレームマウント、デフマウント等、各種の流体封入式防振装置に適用可能である。

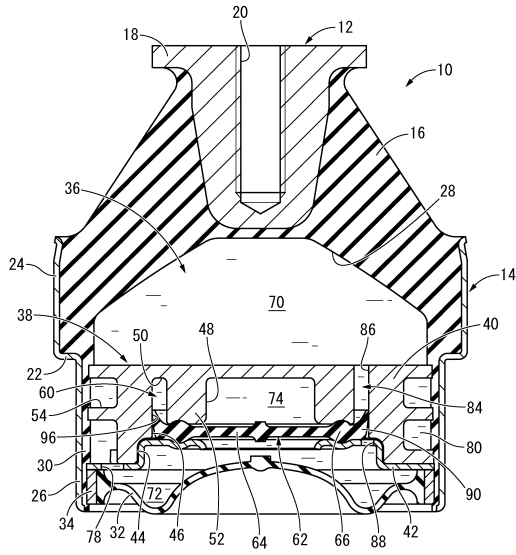
【符号の説明】

40

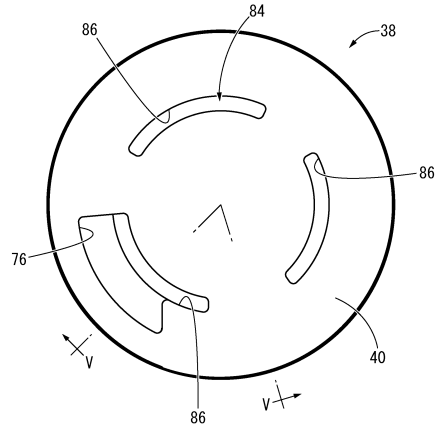
【0084】

10：エンジンマウント（流体封入式防振装置）、12：第一の取付部材、14：第二の取付部材、16：本体ゴム弾性体、32：可撓性膜、38：仕切部材、52：支持部、60：環状収容部、62：可動膜、66：環状保持部、68：押え突起、70：受圧室、72：平衡室、80：第一のオリフィス通路（オリフィス通路）、84：短絡通路、86：上連通孔（連通孔）、88：下連通孔（連通孔）、90：弁部、92：厚肉部、94：薄肉部、96：内壁部

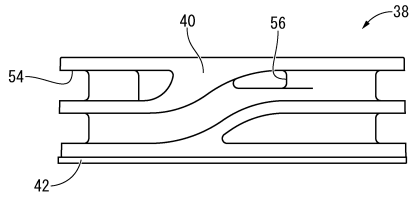
【 図 1 】



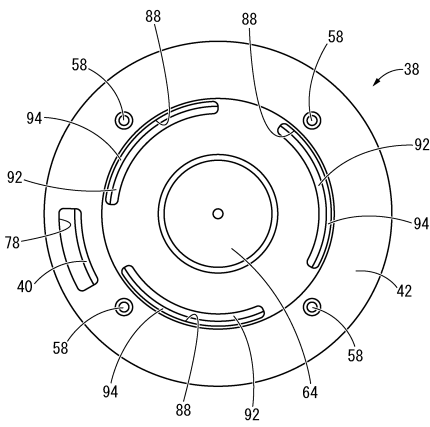
【 図 3 】



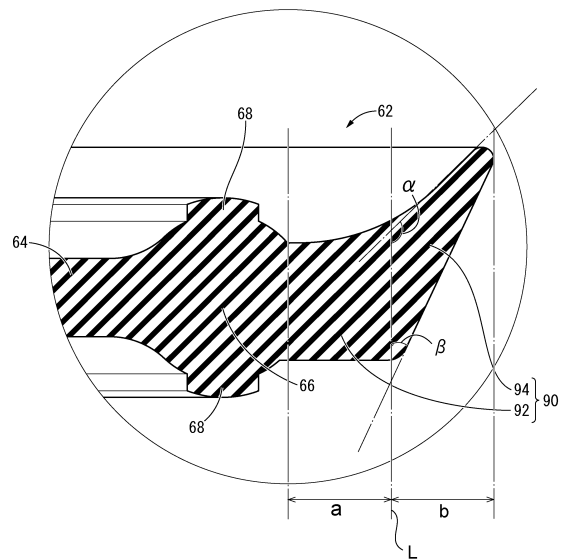
【 図 2 】



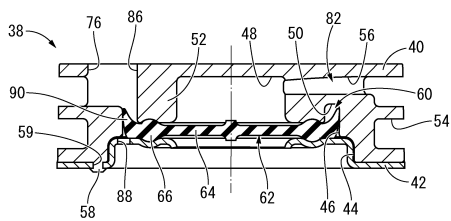
【 図 4 】



【 図 6 】

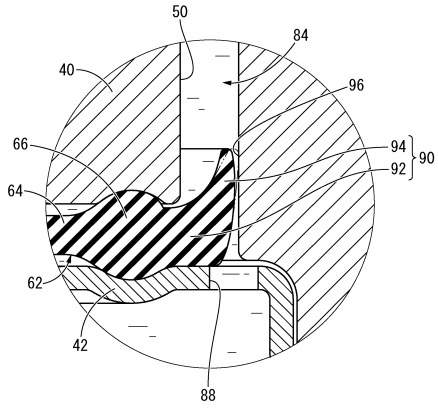


【 図 5 】

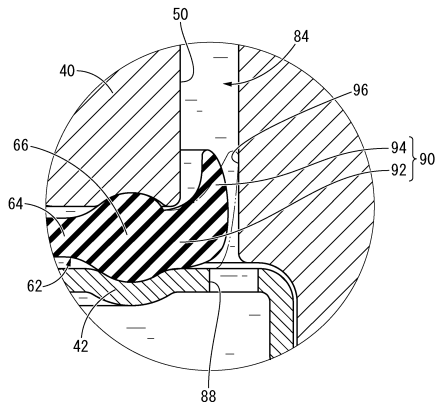


【 図 7 】

(a)



(b)



---

フロントページの続き

(72)発明者 清水 頼重  
愛知県小牧市東三丁目1番地 東海ゴム工業株式会社内

審査官 村山 禎恒

(56)参考文献 特開2009-052675(JP,A)  
特開2010-048350(JP,A)  
特開2006-038015(JP,A)  
特開2009-002420(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F16F 13/10