

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4357285号
(P4357285)

(45) 発行日 平成21年11月4日(2009.11.4)

(24) 登録日 平成21年8月14日(2009.8.14)

(51) Int.Cl. F 1
F 1 6 F 15/126 (2006.01) F 1 6 F 15/126 D
 F 1 6 F 15/126 B

請求項の数 1 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2003-415245 (P2003-415245)	(73) 特許権者	000005326 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号
(22) 出願日	平成15年12月12日(2003.12.12)	(73) 特許権者	000136354 株式会社フコク 埼玉県さいたま市中央区新都心11番地2
(65) 公開番号	特開2005-172165 (P2005-172165A)	(74) 代理人	100080001 弁理士 筒井 大和
(43) 公開日	平成17年6月30日(2005.6.30)	(74) 代理人	100093023 弁理士 小塚 善高
審査請求日	平成17年9月2日(2005.9.2)	(72) 発明者	砂岡 基之 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社 本田技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ダンパ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

エンジンのクランク軸に装着され、前記クランク軸と一体に回転するハブと、
 前記ハブに結合されるゴム状弾性体と、
 前記ゴム状弾性体に結合される慣性質量体とを備えたダンパにおいて、
 - 30 における振り方向の固有振動数 ($F_{.30}$) と 60 における振り方向の固有振動数 (F_{60}) との比 ($F_{.30} / F_{60}$) が 1.5 以下であり、かつ、
 前記ゴム状弾性体の - 30 における貯蔵弾性率 ($E'_{.30}$) と 60 における貯蔵弾性率 (E'_{60}) との比 ($E'_{.30} / E'_{60}$) が 3.0 以下であり、
前記ゴム状弾性体は、エチレンの重量比率が 51% 以下のエチレン - プロピレン共重合ゴムを主成分とし、脂肪族二塩基酸エステル系の可塑剤がエチレン - プロピレン共重合ゴム 100 重量部に対して 5 ~ 30 重量部の比率で配合されていることを特徴とするダンパ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はエンジンのクランク軸に生じる振り振動を吸収するためのダンパに係り、さらに詳しくは、- 30 程度の極低温下であっても十分な振り振動の吸収効果が得られるダンパに関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

エンジンのクランク軸は直線往復動する複数のピストンにより回転駆動されるので、クランク軸は回転運動中に振り振動を受けることになる。この振り振動に起因して発生するエンジンの振動、騒音を低減するために、クランク軸に装着されるトーションラバーダンパ（以下、ダンパと称す。）が知られており、このダンパは特許文献1に記載されるように、クランク軸の回転を発電機などの補機に伝達するためのプーリの一部としてクランク軸に装着されている。

【 0 0 0 3 】

このダンパはエンジンのクランク軸に固定されてこれと一体に回転するハブと、動力伝達用のベルトが掛け渡されるベルト溝が形成されたダンパマスつまり慣性質量体と、これらの間に結合されるゴム状弾性体とを有している。このダンパにあっては、クランク軸の振り振動の振幅が最大になる周波数において、その最大値が極力小さくなるように、ゴム状弾性体のばね定数（ K ）と、慣性質量体の質量（ m ）とで決定される振り方向の共振周波数を設定しておく。

【特許文献1】特開2001-263423号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

しかしながら、上述した従来のダンパでは、例えば - 30 のような極低温下で使用されると、ハブと慣性質量体とを結合するゴム状弾性体がガラス転移温度に近づくため、このゴム状弾性体の弾性率（振り方向のばね定数）が大きくなってダンパの振り方向の固有振動数が大きくなり、クランク軸の振り振動を十分に吸収することができ難くなる場合があり、極低温下で使用しても、エンジンの振動、騒音の低減効果が十分に得られるダンパの開発が望まれていた。

【 0 0 0 5 】

そこで、本発明は、上述した課題を解決するために案出されたものであり、 - 30 のような極低温下で使用しても、エンジンのクランク軸に生じる振り振動を十分に吸収することができ、以って、エンジンの振動、騒音の十分な低減効果が得られるダンパを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

本発明のダンパは、エンジンのクランク軸に装着され、前記クランク軸と一体に回転するハブと、前記ハブに結合されるゴム状弾性体と、前記ゴム状弾性体に結合される慣性質量体とを備えたダンパにおいて、 - 30 における振り方向の固有振動数（ F_{-30} ）と60における振り方向の固有振動数（ F_{60} ）との比（ F_{-30}/F_{60} ）が1.5以下であり、かつ、前記ゴム状弾性体の - 30 における貯蔵弾性率（ E'_{-30} ）と60における貯蔵弾性率（ E'_{60} ）との比（ E'_{-30}/E'_{60} ）が3.0以下であり、前記ゴム状弾性体は、エチレンの重量比率が51%以下のエチレン-プロピレン共重合ゴムを主成分とし、脂肪族二塩基酸エステル系の可塑剤がエチレン-プロピレン共重合ゴム100重量部に対して5~30重量部の比率で配合されていることを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明によれば、 - 30 のような極低温下で使用しても、エンジンのクランク軸に生じる振り振動を十分に吸収することができ、エンジンの振動、騒音を十分に低減する効果が得られるダンパを提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 0 】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。図1は本発明の一実施の形態であるダンパを示す断面図であり、ダンパはエンジンのクランク軸1に取り付けられ

10

20

30

40

50

るハブ2を有している。ハブ2はクランク軸1の端部に嵌合される中空円筒形状のボス部2aと、このボス部2aに一体となって径方向に延びる連結部2bと、連結部2bに一体となり軸方向に延びる円筒部2cとを備えており、クランク軸1の端部に形成されたねじ孔にねじ結合されるボルト3によりクランク軸1に取り付けられる。

【0011】

ダンパは動力伝達用のベルトが掛け渡されるベルト溝4aが形成され、ハブ2の外側に配置される慣性質量体4を有し、慣性質量体4はこの内側とハブ2の外側との間に設けられるゴム状弾性体5によりハブ2に結合されるようになっている。ゴム状弾性体5は環状となっており、その内径はR1、外径はR2であり、軸方向の長さはLとなっている。

【0012】

このようなダンパを備えた車両が寒冷地において使用される場合にも、ダンパによりエンジンの振動、騒音の低減を十分に達成できるようにすることが望ましい。ダンパを備えた車両が寒冷地で使用される場合のエンジンルーム内の温度を考慮して、ゴム状弾性体5の温度が-30程度まで低下してもダンパ効果を維持することができるゴム状弾性体5の特性が発明者により探求された。

【0013】

ダンパによるエンジン振動、騒音の低減は、ダンパの振り方向の固有振動数に依存しており、ダンパの固有振動数Fは以下の式で示されるように、ゴム状弾性体5の振り方向のばね定数Kの平方根に比例する。

【0014】

$$F = (1/2) (K/m)^{1/2} \quad \dots \text{式(1)}$$

ただし、この式(1)においてmは慣性質量体の質量を示す。

【0015】

一方、ゴム状弾性体5の振りばね定数Kは以下の式により示される。

【0016】

$$K = 2GL(1/R_1^2 - 1/R_2^2) \quad \dots \text{式(2)}$$

この式(2)において、Gはゴム状弾性体5の剪断弾性率を示し、Lは軸方向の長さを示し、R1は内径を示し、R2は外径を示す。

【0017】

図2は図1に示す構造のダンパにおける固有振動数比(F_{-30}/F_{60})と、クランク軸の振れ角比(a_{-30}/a_{60})との関係を示す特性線図(シミュレーション結果(O/A値(4次振動))である。この図において、 F_{-30} はダンパが-30の環境において使用されたときのダンパの固有振動数を、 F_{60} は60の環境において使用されたときのダンパの固有振動をそれぞれ示し、 a_{-30} は-30におけるクランク軸の振れ角を、 a_{60} は60におけるクランク軸の振れ角をそれぞれ示す。本発明者は、寒冷地においても許容できるダンパ効果を発揮させることができる振れ角比の上限値は、エンジンの振動、騒音の低減効果の点で、種々の実験から2.00であることを確認し、この許容振れ角比が得られる固有振動数比は1.5であり、固有振動数比を1.5以下に設定すると、同種のダンパによって寒冷地においても必要なダンパ効果が得られることを見出した。

【0018】

式(1)に示されるように、ダンパの固有振動数Fは、ゴム状弾性体5の振りばね定数Kの平方根に比例するので、ダンパの固有振動数比1.5に対応するゴム状弾性体5の振りばね定数のつまり剪断弾性率の比は、1.5の2乗の2.25である。しかし、ゴム状弾性体5は繰り返しの剪断応力による自己発熱によって見かけの弾性率(ばね定数)が低下するため、ゴム状弾性体5の弾性率を決定するには、この発熱を考慮する必要がある。

【0019】

一方、式(2)に示されるように、ゴム状弾性体の振りばね定数Kが温度で変化する要素は剪断弾性率Gのみである。剪断弾性率Gは貯蔵弾性率E'と比例関係にあり、-30と60における剪断弾性率の比は同様の温度での貯蔵弾性率の比に対応するので、ダンパの固有振動数比1.5に対応するゴム状弾性体5の貯蔵弾性率比は、理論的には2.25であ

10

20

30

40

50

るが、ゴム状弾性体 5 の自己発熱による見かけの弾性率（ばね定数）の低下を考慮してゴム状弾性体 5 の貯蔵弾性率比を 3.0 以下とした。

【 0 0 2 0 】

このように、ダンパの固有振動数比（ $F_{.30} / F_{60}$ ）を 1.5 以下とし、ゴム状弾性体 5 の貯蔵弾性率比を 3.0 以下となるようにダンパ特性を設定すると、寒冷地においても、エンジンの振動、騒音の低減効果から必要なダンパ効果が得られることが判明した。

【 0 0 2 1 】

図 3 は固有振動数比（ $F_{.30} / F_{60}$ ）と貯蔵弾性率比（ $E'_{.30} / E'_{60}$ ）との関係を示す特性線図であり、実線は実験結果の測定値を示し、破線は理論値を示す。この測定には、図 1 に示す構造のダンパが使用され、ゴム状弾性体 5 としては、外径（直径）が 136 mm、その厚さが 3 mm、幅が 27 mm であり、慣性質量体 4 の慣性質量は $7g \cdot m^2$ である。固有振動数の測定は、テスト用のダンパを所定の温度（ -30 、 60 ）にそれぞれ恒温した後に行った。加振角を $0.1deg$ とし、 $100Hz / 分$ にて低周波数側から周波数を繰引し、加振側と応答側との位相が $-90deg$ となった点を共振周波数（固有振動数）とした。この実験では、慣性質量体 4 に $10g \cdot m^2$ の付加マスを装着し、見かけの共振周波数を下げることでゴムの発熱による温度変化を小さくした。

【 0 0 2 2 】

共振周波数 F_n は以下の式により算出される。

【 0 0 2 3 】

$$F_n = \{ (I_p + I_{add}) / I_p \}^{1/2} \cdot F_{meas} \cdot \dots (3)$$

この式(3)において、 I_p は慣性質量体 4 の慣性質量、 I_{add} は付加マスの慣性質量、 F_{meas} は実測共振周波数をそれぞれ示す。

【 0 0 2 4 】

図 3 に示す実験結果から貯蔵弾性率比を 3.0 以下、つまり（ $E'_{.30} / E'_{60}$ ） 3.0 とすることにより、固有振動数比を 1.5 以下、つまり（ $F_{.30} / F_{60}$ ） 1.5 とすることができ、同種のダンパが寒冷地において使用されてもダンパ効果を確実に発揮でき、エンジン振動、騒音を十分に低減できることが判明した。

【実施例】

【 0 0 2 5 】

上述した貯蔵弾性率比と固有振動数比の条件を充足するためのゴム状弾性体 5 のゴム組成物としては、エチレンプロピレン共重合ゴム（EPDM）をベースゴムとして使用した。

【 0 0 2 6 】

図 4 はエチレンプロピレン共重合ゴムにおけるエチレンの含有比率（%）と、貯蔵弾性率比（ $E'_{.30} / E'_{60}$ ）との関係の測定結果を示す特性線図である。図 4 に示すように、エチレン比率を 51% 以下にすると、貯蔵弾性率比を 3.0 以下に設定できることが判明した。図 5 は実施例 1 ~ 4 と比較例における各組成物の重量割合と物理的特性を示す表である。

【 0 0 2 7 】

実施例 1 はエチレンの重量比率が 48% のエチレンプロピレン共重合ゴムであり、この重量比のエチレンプロピレン共重合ゴムを 100 重量部として、カーボンブラック、可塑剤および架橋剤等がそれぞれの比率で配合されている。実施例 2, 3 および 4 はエチレンの重量比率をそれぞれ 51% としたエチレンプロピレン共重合ゴムであり、これを 100 重量部として上述した成分が図 5 に示されるように配合されている。比較例ではエチレンの重量比率を 57% としており、実施例と比較例とを比べると、エチレンの重量比率を 51% 以下（51）とすることにより、貯蔵弾性率比を所望の値（3.0）に設定することができるとともに固有振動数比を所望の値（1.5）に設定することができる。これに対して、エチレン重量比率が 51% を超えると、貯蔵弾性率比を 3.0 以下、および固有振動数比を 1.5 以下の条件に達成させることが困難であることが判明した。

【 0 0 2 8 】

実施例に示すエチレンプロピレン共重合ゴムには、可塑剤として脂肪族二塩基酸エステル類が配合されており、実施例 1、3 ではこの可塑剤がエチレンプロピレン共重合ゴム 100 重量部に対して 10 重量部配合され、実施例 2 では 5 重量部配合され、実施例 4 では 30 重量部配合されている。このように、脂肪族二塩基酸エステル系の可塑剤をエチレンプロピレン共重合ゴム 100 重量部に対して 5 ~ 30 重量部配合すると、貯蔵弾性率および固有振動数比を所望の条件にすることができる。可塑剤が 30 重量部を超えると、ゴム状弾性体 5 の熱的劣化による硬度変化が大きくなるため、熱的劣化によるダンパの固有振動数の変化が大きくなるという不具合があると考えられる。可塑剤としては、上述以外に、ジ - (2 - エチルヘキシル) アジペート、ジ - (2 - エチルヘキシル) アゼレート、ジ - (2 - エチルヘキシル) セバケート、ジ - n - ブチル・セバケートなどの脂肪族二塩基酸エステル系可塑剤を使用することができる。比較例においては、可塑剤と同様の機能を達成するために、鉱物油系軟化剤が配合されているが、鉱物油系軟化剤を使用した場合は、貯蔵弾性率比を 3.0 以下にすることが困難であった。

10

【 0 0 2 9 】

さらに、図 5 に示すように、エチレンプロピレン共重合ゴムにはカーボンブラックが配合されており、その平均粒径は 18 nm ~ 500 nm であることが好ましく、さらに好ましくは 22 nm ~ 52 nm であることが好ましい。カーボンブラックの平均粒径が 22 nm 未満であると、ゴム状弾性体として望ましい硬さが得られなくなり、平均粒径が 52 nm を超えると望ましい補強効果が得られない。

【 0 0 3 0 】

架橋剤としては有機過酸化物を用いることができる。有機過酸化物としては、1, 1 - ビス (第 3 ブチルペルオキシ) - 3, 3, 5 - トリメチルシクロヘキサン、2, 5 - ジメチル - 2, 5 - ジ (第 3 ブチルペルオキシ) ヘキサン、2, 5 - ジメチル - 2, 5 - ジ (第 3 ブチルペルオキシ) ヘキサン - 3 第 3 ブチルミルペルオキシド、ジ (第 3 ブチルペルオキシ) - m - ジイソプロピルベンゼン、ジ第 3 ブチルペルオキシド、1, 3 - ジ (第 3 ブチルペルオキシイソプロピル) ベンゼン、ベンゾイルペルオキシドなどを用いることができる。さらに、他の架橋剤としては、トリアリルイソシアネート、エチレングリコールジメタクリレート、トリメチロールプロパントリメタクリレート、トリアリルシアヌレート、キノンジオキシム、イオウ酸化物、1, 2 - ポリダタジエンなどの共架橋剤を用いることができる。

20

【 0 0 3 1 】

エチレンプロピレン共重合ゴムには、さらに、酸化マグネシウム、水酸化カルシウム、酸化亜鉛などの受酸剤が配合されており、その他の添加剤が必要に応じて配合される。

【 0 0 3 2 】

なお、図 5 において、エチレンプロピレン共重合ゴムの硬度、引張り強さ、および伸びについては、JIS K6251 および JIS K6253 の規格に基づいて試験した結果を示し、硬度変化、引張り強さ変化率、伸び変化率については、JIS K6257 および JIS K6262 の規格に基づいて、120 で 180 時間の試験と、150 で 180 時間の試験とを行った結果を示す。また、貯蔵弾性率については、JIS K6394 の規格に基づいて試験し、その結果から貯蔵弾性率比を算出した。試験に際しては、長さ 25 mm、幅 5 mm、厚さ 2 mm の短冊状の試験片について、試験装置としてレオバイブロン DDV - 25FP (エー・アンド・デイ社製) を使用して行った。変形方法としては引張方法とし、試験温度としては - 30 ~ 60 の範囲とし、試験周波数としては 10 Hz とし、初期荷重 100 gf を加え、振幅を $\pm 250 \mu\text{m}$ ($\pm 1\%$) とした。

30

【 0 0 3 3 】

図 5 に示す耐熱性および物理的特性の試験結果から、比較例として示す従来のゴム状弾性体と比較しても何ら遜色の無い耐熱特性と物理的特性を維持できることを確認した。

【 0 0 3 4 】

本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能である。

40

50

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】本発明の一実施の形態であるダンパを示す断面図である。

【図2】ダンパにおける固有振動数比と捩れ角比との関係を示す特性線図である。

【図3】ダンパの固有振動数比とゴム状弾性体の貯蔵弾性率比との関係を示す特性線図である。

【図4】エチレンプロピレン共重合ゴムにおけるエチレンの含有比率と貯蔵弾性率比との測定結果を示す特性線図である。

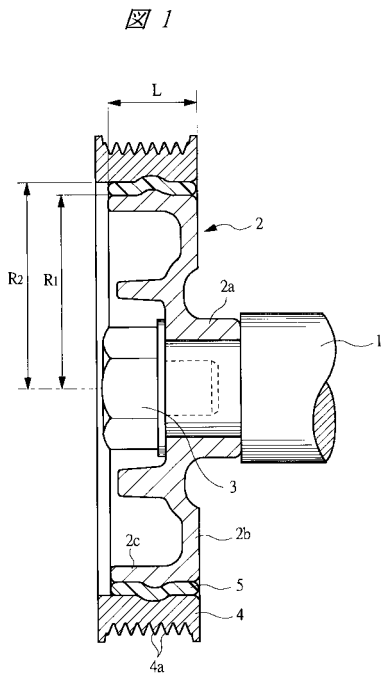
【図5】実施例1～4と比較例における各組成物の重量割合と物理的特性を示す表である。

【符号の説明】

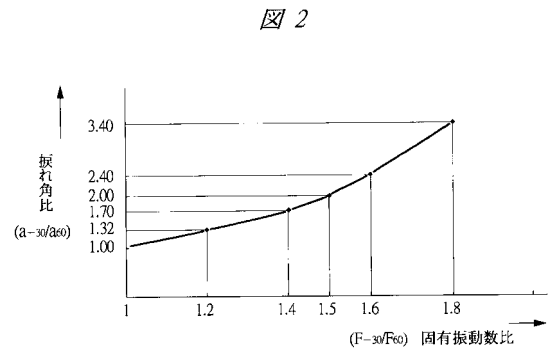
【0036】

- 1 クランク軸
- 2 ハブ
- 4 慣性質量体
- 5 ゴム状弾性体

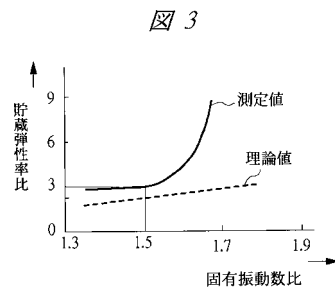
【図1】



【図2】



【図3】



【 図 4 】

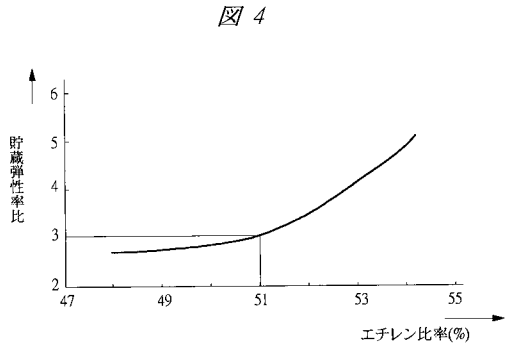


図 4

【 図 5 】

図 5

	比較例	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
エチレン-プロピレン共重合ゴム	(phr) 100	—	—	—	—
エチレン量57(wt%)	(phr) —	100	100	100	100
エチレン量48(wt%)	(phr) —	100	—	—	—
カーボンブラック	(phr) 60	60	55	60	80
可塑剤	(phr) —	10	5	10	30
軟化剤	(phr) 10	—	—	—	—
架橋剤	(phr) 7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
硬度	(HA) 70	70	70	70	70
引張り強さ	(MPa) 22.0	20.0	21.4	20.9	16.6
伸び	(%) 320	360	350	340	280
硬度変化	(Points) +2	+2	+2	+2	+6
引張り強さ変化率	(%) -1	-1	-1	-2	-3
伸び変化率	(%) -5	-4	-4	-4	-13
硬度変化	(Points) +3	+8	+4	+5	+16
引張り強さ変化率	(%) -5	-11	-5	-6	-2
伸び変化率	(%) -16	-28	-19	-21	-36
貯蔵弾性率比	(-) 6.38	2.85	2.95	2.91	2.77
固有振動数比	(-) 1.65	1.42	1.49	1.45	1.35

フロントページの続き

- (72)発明者 山田 真嗣
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
- (72)発明者 高松 伸好
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
- (72)発明者 小川 幹仁
埼玉県上尾市菅谷3丁目105番地 株式会社フコク内
- (72)発明者 田川 誠一
埼玉県上尾市菅谷3丁目105番地 株式会社フコク内

審査官 所村 陽一

- (56)参考文献 特開平10-089410(JP,A)
特開平05-179079(JP,A)
特開平10-204228(JP,A)
特開平06-287371(JP,A)
特開平09-196113(JP,A)
特開平10-195246(JP,A)
特開平02-168043(JP,A)
特開平07-207068(JP,A)
特開平10-176088(JP,A)
特開2003-082181(JP,A)
実開昭63-033043(JP,U)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F16F 15/126