(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3680905号
(P3680905)
(45)発行日　平成17年8月10日(2005.8.10)　(24)登録日　平成17年5月27日(2005.5.27)

(51)Int.Cl.[7]　F I
F16F 15/173　F16F 15/173 Z

請求項の数 2　(全 7 頁)

(21)出願番号　特願平10-36559
(22)出願日　平成10年2月4日(1998.2.4)
(65)公開番号　特開平11-223247
(43)公開日　平成11年8月17日(1999.8.17)
審査請求日　平成13年9月5日(2001.9.5)

(73)特許権者　000004385
ＮＯＫ株式会社
東京都港区芝大門１丁目１２番１５号
(74)代理人　100071205
弁理士　野本　陽一
(72)発明者　今本　善美
茨城県つくば市和台２５
エヌオーケー株式会社内
(72)発明者　武石　淑之
茨城県つくば市和台２５
エヌオーケー株式会社内

審査官　柏原　郁昭

最終頁に続く

(54)【発明の名称】トーショナルダンパ

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
回転軸（１０）に同心的に装着される中空環状のハウジング（１１）内に環状の慣性体（１２）が相対回転自在に収容され、
前記ハウジング（１１）の内壁面（１１ｂ）と前記慣性体（１２）との間の隙間（Ｇ）に、磁気感応性流体（１３）及びこの磁気感応性流体（１３）とは比重及び粘度が異なり相互に溶解しない少なくとも一種類の粘性流体（１４）が充填され、
前記ハウジング（１１）に前記磁気感応性流体（１３）を前記粘性流体（１４）との遠心力差による移動方向と逆向きに吸引する磁石（１５）が固定されることによって、低回転時には、前記磁気感応性流体（１３）及び粘性流体（１４）のうち相対的に高粘度の流体を内周側へ偏在させ、高回転時には前記高粘度の流体を外周側へ偏在させることを特徴とするトーショナルダンパ。
【請求項２】
請求項１の記載において、
磁石（１５）がハウジング（１１）の内周部に設けられ、磁気感応性流体（１３）は隙間（Ｇ）内の他の粘性流体（１４）よりも高比重かつ高粘度であることを特徴とするトーショナルダンパ。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】

本発明は、例えばエンジンのクランクシャフト等の回転軸に発生する捩り振動を減衰させるトーショナルダンパに関する。

【０００２】

【従来の技術】

自動車等のエンジンのクランクシャフトには、その回転に伴って生じる捩り振動（回転方向の振動）を有効に減衰するために、トーショナルダンパが装着される。トーショナルダンパには、流体の粘性剪断抵抗を利用して捩り振動を減衰するものがあり、その典型的な従来例が、例えば特開昭５６－１５３１３９号公報に開示されている。

【０００３】

上記従来技術によるトーショナルダンパは、図３に示すように、エンジンのクランクシャフト１００に同心的に装着される中空環状のハウジング１０１内に環状の慣性体１０２が相対回転自在に収容され、前記ハウジング１０１の内壁面と前記慣性体１０２との間の隙間Ｇに、シリコーン油等の粘性流体１０３が充填された構造を有する。すなわちこのトーショナルダンパは、クランクシャフト１００と共にハウジング１０１が回転すると、その回転が粘性流体１０３の粘性抵抗トルクによって慣性体１０２に伝達され、慣性体１０２も共に回転する。そして、クランクシャフト１００の捩り振動がハウジング１０１に入力されることによるハウジング１０１と慣性体１０２の円周方向相対変位に伴って、このハウジング１０１の内壁面と慣性体１０２の表面に粘性流体１０３の円周方向への剪断粘性による粘性抵抗トルクが作用し、前記捩り振動のエネルギを熱エネルギに変換して減衰させるものである。

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】

エンジンのクランクシャフト１００に発生する捩り振動には、低回転時にエンジンの爆発行程の荷重による捩り振動と、高回転時に慣性力によって発生する捩り振動とがある。したがって、この種のトーションダンパの設計に際しては、低回転時の捩り振動及び高回転時の捩り振動双方に対する減衰性を考慮する必要がある。ところが、振動減衰効果を低回転時の捩り振動に対しては優れた振動減衰効果が発揮されるが、高回転時には粘性抵抗トルクが所要の大きさに達しなため、十分な振動減衰効果が得られず、逆に、振動減衰効果を高回転時に適合させるために慣性体１０２を比較的大型で重量の大きなものとした場合は、高回転時の捩り振動に対しては優れた振動減衰効果が発揮されるが、トーショナルダンパ全体の重量が増大してしまい、しかも低回転時には粘性抵抗トルクが過大になって、適正な振動減衰効果が得られない。

【０００５】

また、従来構造のトーショナルダンパは、慣性体１０２がハウジング１０１の円周方向に連続した中空部内に隙間Ｇをもって収容される構造であるため、慣性体１０２はその重量によって前記中空部内を重力方向に偏心し、慣性体１０２の外周側及び内周側で隙間Ｇの大きさが円周方向に不均一になる。そして特に、粘性流体１０３の動圧による浮揚力（流体軸受効果）の小さい低回転時においては慣性体１０２の偏心量が大きくなり、粘性流体１０３が径方向に厚く介在する部分と、粘性流体１０３が殆ど介在せずに慣性体１０２の内周面１０２ａ又は外周面１０２ｂとハウジング１０１の内壁面がほぼ接触状態となってしまう部分ができるため、振動減衰効果が不安定になるといった問題も指摘される。

【０００６】

本発明は、上記のような事情のもとになされたもので、その技術的課題とするところは、低回転時の捩り振動及び高回転時の捩り振動の双方に対する優れた振動減衰効果を発現し、かつ低回転時における慣性体の重力方向への偏心を抑制して振動減衰機能を安定させることにある。

【０００７】

【課題を解決するための手段】

上述した技術的課題を有効に解決するための手段として、請求項１の発明に係るトーショナルダンパは、回転軸に同心的に装着される中空環状のハウジング内に環状の慣性体が

相対回転自在に収容され、前記ハウジングの内壁面と前記慣性体との間の隙間に、磁気感応性流体及びこの磁気感応性流体とは比重及び粘度が異なり相互に溶解しない少なくとも一種類の粘性流体が充填され、前記ハウジングに前記磁気感応性流体を前記粘性流体との遠心力差による移動方向と逆向きに吸引する磁石が固定されることによって、低回転時には、前記磁気感応性流体及び粘性流体のうち相対的に高比重かつ高粘度の流体を内周側へ偏在させ、高回転時には前記高粘度の流体を外周側へ偏在させる構成を備える。すなわち本発明は、ハウジングと慣性体が円周方向に相対変位した場合に、このハウジングと慣性体との間の隙間に介在する流体に与えられる剪断速度が、内周側よりも外周側で相対的に大きくなることに着目し、相対的に高粘度（低粘度）の流体を前記隙間における内周側に偏在させるか、外周側に偏在させるかによって、低回転時と高回転時とで異なる粘性抵抗トルクを発現するものである。

【０００８】

本発明の構成によれば、磁気感応性流体及びこの磁気感応性流体と共に充填される粘性流体の相互の粘度差及び比重差と、磁気感応性流体に対する磁石の吸引保持力及び吸引方向（ハウジングにおける磁石の取付位置）を適切に設定することによって、低回転時には、前記磁気感応性流体及び他の粘性流体のうち相対的に高粘度の流体を、剪断速度が相対的に小さい内周側へ偏在させ、高回転時には剪断速度が相対的に大きい外周側へ偏在させることができる。このため、低回転時の粘性抵抗トルクと高回転時の粘性抵抗トルクの比を従来構造のトーショナルダンパよりも大きくすることができ、したがって、慣性体を低回転時の振動減衰に適合した小型・軽量なものとしても、高回転時において十分な振動減衰効果を発現することができる。

【０００９】

請求項２の発明においては、磁石はハウジングの内周部に設け、磁気感応性流体は隙間内の他の粘性流体よりも高比重かつ高粘度とする。この場合、前記磁気感応性流体は、回転に伴って与えられる遠心力が小さい低回転時には、磁石の磁気的な吸引力によって、ハウジングと慣性体との間の隙間のうち相対的に円周方向剪断速度が小さい内周側に吸引保持され、相対的に前記剪断速度が大きい外周側には磁気感応性流体よりも低比重かつ低粘度の粘性流体があるため、粘性抵抗トルクが小さく抑えられる。一方、高回転時には、前記磁気感応性流体に作用する遠心力が磁石による内周側への吸引保持力より大きくなることによって、高粘度の磁気感応性流体が相対的に円周方向の剪断速度が大きい外周側に移動し、低粘度の粘性流体との位置関係が入れ替わるので、粘性抵抗トルクが大きくなる。

【００１０】

また、先に従来技術で説明したように、特に低回転時には、慣性体はその重量によってハウジングの中空部内を重力方向に大きく偏心しようとするが、請求項２の発明によれば、低回転時に内周側に吸引保持された磁気感応性流体が発現する浮揚力によって、前記偏心が抑制される。

【００１１】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係るトーショナルダンパの好ましい一実施形態について、図１及び図２を参照しながら説明する。

【００１２】

図中の参照符号１１は、内周孔１１ａにおいてエンジンのクランクシャフト１０に同心的に取り付けられこのクランクシャフト１０と共動する中空環状のハウジング、参照符号１２は、このハウジング１１内に円周方向に連続して形成された中空部内に、ハウジング１１の内壁面１１ｂとの間に所要の隙間Ｇを有する状態で円周方向相対変位自在に収容された環状の慣性体を示す。前記隙間Ｇには、磁気感応性流体１３及びこの磁気感応性流体１３と相互に溶解することのない粘性流体１４が充填されており、ハウジング１１の内周部には環状の磁石１５が定着されている。

【００１３】

ハウジング１１及び慣性体１２は、いずれも非磁性体で製作されている。これは、磁石１

５によって磁気感応性流体１３を隙間Ｇにおける内周側へ向けて磁気的に吸引するのに必要な磁界を得るためである。

【００１４】

磁気感応性流体１３は、磁場に吸引されて磁界に保持される性質を持つ流体であり、例えば磁性流体や磁気粘性流体（マグネトレオロジカル流体）等が知られている。一方、この磁気感応性流体１３と共に隙間Ｇに充填される粘性流体１４としては、磁気感応性流体１３と相互に溶解することなく実質的に二層に分離し、かつ磁気感応性流体１３より低比重・低粘度のものが選択される。具体的な組み合わせとしては、例えば磁気感応性流体１３の基油がフッ素油である場合、粘性流体１４としては水、鉱油、植物油、あるいはシリコーン油、エステル油、ポリαオレフィン等の非フッ素系合成油が好適である。また、前記基油が水である場合は、粘性流体１４としては鉱油、植物油、あるいはシリコーン油、エステル油、ポリαオレフィン等の非フッ素系合成油を用いることができ、前記基油が炭化水素油である場合は、水やシリコーン油等を用いることができる。また、粘性流体１４は、相互に溶解しないものであれば、二種類、あるいはそれ以上の種類のものを磁気感応性流体１３と共に充填しても良い。

【００１５】

ハウジング１１の内周部に設けられる磁石１５としては、フェライト磁石、磁石鋼、希土類磁石、プラスチック磁石等の永久磁石のほか、摺動接点等を介して励磁電流が供給される電磁石を用いることもできる。また、図示の実施形態では磁石１５を環状としたが、上述の作用・効果を発現するものであれば板状あるいは棒状等、環状以外の形状であっても良く、磁気感応性流体１３を隙間Ｇの内周部に吸引保持することができれば、ハウジング１１の内周部以外の箇所（例えば側面部の内周寄りの位置等）に取り付けても良い。

【００１６】

上述の構成において、クランクシャフト１０が静止あるいは所定の回転速度以下で低速回転している場合は、図１に示すように、磁気感応性流体１３は磁石１５によってハウジング１１と慣性体１２との間の隙間Ｇにおける内周側に磁気的に吸引・保持されており、このため前記磁気感応性流体１３と共に充填された粘性流体１４は、前記隙間Ｇにおける外周側に偏在し、双方の流体１３，１４は界面Ｐにおいて相互に溶解しない状態で接している。これは、前記界面Ｐにおいて考えると、相対的に比重の大きい磁気感応性流体１３に作用する遠心力のほうが粘性流体１４に作用する遠心力よりも大きいが、その遠心力の差による外周側への磁気感応性流体１３の移動力は、所定の回転速度以下では磁石１５による吸引・保持力よりも小さいからである。

【００１７】

また、クランクシャフト１０の回転速度が所定の回転速度を超えて上昇すると、上記遠心力の差による外周側への磁気感応性流体１３の移動力が磁石１５による磁気的な吸引・保持力よりも大きくなる。このため図２に示すように、磁気感応性流体１３はハウジング１１と慣性体１２との間の隙間Ｇにおける外周側へ移動し、粘性流体１４は前記隙間Ｇにおける内周側へ移動する。

【００１８】

すなわち低回転時は、ハウジング１１と慣性体１２が互いに捩り変位した場合の円周方向の剪断速度が相対的に大きい外周側には低粘度の粘性流体１４が存在し、高粘度の磁気感応性流体１３は前記剪断速度が相対的に小さい内周側に存在するのに対して、高回転時は逆に、高粘度の磁気感応性流体１３が外周側、低粘度の粘性流体１４が内周側に存在するため、高回転時においてハウジング１１の内壁面１１ｂと慣性体１２の表面との間に作用する粘性抵抗トルクは、低回転時に比較して大きく増加する。したがって、低回転時の振動減衰に適合させるために慣性体１２を比較的小型で軽量なものとしても、高回転時には粘性抵抗トルクが所要の大きさとなって十分な振動減衰効果が実現され、また言い換えれば、高回転時の振動減衰に適合させるために慣性体１２の重量を大きくする必要がなく、低回転時に粘性抵抗トルクが過大となることがない。

【００１９】

なお、図１において隙間Ｇの内周側に存在している磁気感応性流体１３の径方向の層厚a_1に比較して、図２において隙間Ｇの外周側に存在している磁気感応性流体１３の径方向の層厚a_2が減少し、逆に図１において隙間Ｇの外周側に存在している粘性流体１４の径方向の層厚b_1に比較して、図２において隙間Ｇの内周側に存在している粘性流体１４の径方向の層厚b_2が増加しているのは、隙間Ｇの円周方向の長さが外周側ほど長いからである。

【００２０】

回転速度がどの程度になった時に磁気感応性流体１３と粘性流体１４との位置関係が逆転するかは、磁気感応性流体１３と粘性流体１４の比重差や、磁石１５による磁場の強度等によって任意に設定することができる。

【００２１】

また、流体の動圧による慣性体１２の浮揚力が小さくなる低回転時には、慣性体１２はハウジング１１に対して重力方向へ大きく偏心しようとするが、このような偏心は、隙間Ｇの内周部に磁気的に吸引保持された磁気感応性流体１３に発現される浮揚力によって有効に抑制される。このため、低回転時における慣性体１２の内周面１２ａ又は外周面１２ｂの円周方向一部とハウジング１１の内壁面１１ｂとの接触が防止され、磁気感応性流体１３及び粘性流体１４が全周ほぼ均一に存在することによって安定した振動減衰効果を発揮することができる。

【００２２】

なお、本発明に係るトーショナルダンパは、その目的、使用条件等に応じて、ハウジング１１及び慣性体１２の材質や寸法、形状、磁石１５の材質や配置、磁気感応性流体１３の飽和磁化や粘性流体１４との充填比、粘度差、比重差等が適切に設定されるものである。また、磁気感応性流体１３は流体としての性状を維持しているものであることが望ましい。これは、例えば磁性粒子の集合した粉体の場合も流体に近似した性状を有するが、その流動性には粒子の摩擦による擬塑性があり、低回転時と高回転時とで隙間Ｇ内での移動が円滑に行われない可能性があるからである。

【００２３】

【発明の効果】

請求項１の発明に係るトーショナルダンパによると、次のような効果が実現される。すなわち、低回転時と高回転時とで、ハウジングと慣性体との間の隙間に充填された互いに粘度の異なる磁気感応性流体と粘性流体の位置が入れ替わるので、これによって、高回転時におけるハウジングと慣性体との間の粘性抵抗トルクを低回転時に比較して大きくすることが可能であり、このため低回転時の振動減衰に適合した小型・軽量の慣性体を用いても、高回転時における優れた振動減衰効果が発揮される。また、請求項２の発明に係るトーショナルダンパによると、磁気感応性流体の浮揚力によって、低回転時における慣性体の重力方向への偏心が抑えられるので、振動減衰効果の安定化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の一実施形態に係るトーショナルダンパの低回転時の状態を軸心を通る平面で切断して示す概略的な半断面図である。

【図２】上記実施形態に係るトーショナルダンパの高回転時の状態を軸心を通る平面で切断して示す概略的な半断面図である。

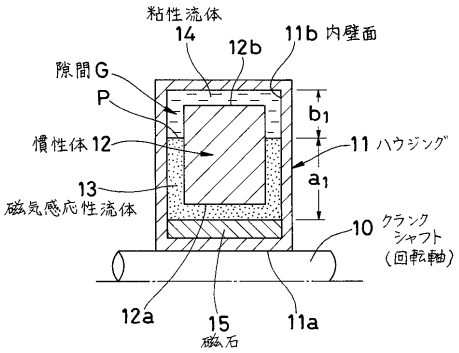
【図３】従来技術に係るトーショナルダンパを軸心を通る平面で切断して示す概略的な半断面図である。

【符号の説明】

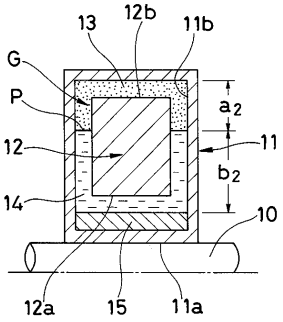
１０　クランクシャフト（回転軸）
１１　ハウジング
１１ａ　内周孔
１１ｂ　内壁面
１２　慣性体
１２ａ　内周面

１２ｂ　外周面
１３　磁気感応性流体
１４　粘性流体
１５　磁石
Ｇ　隙間
Ｐ　界面

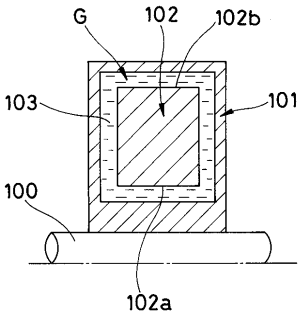
【図１】



【図２】



【図３】



フロントページの続き

(56)参考文献 実開平０３－００７５６３（ＪＰ，Ｕ）
特開昭５６－１５３１３９（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
F16F 15/173
F16F 15/12
F16F 15/22