

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011 年 10 月 20 日(20.10.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/128988 A1

- (51) 国際特許分類:
F16F 15/14 (2006.01) *F16F 15/10* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/056654
- (22) 国際出願日: 2010 年 4 月 14 日(14.04.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 塚野 聡弘 (TSUKANO, Fusahiro) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 天野 浩之 (AMANO, Hiroyuki) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 末永 真一郎 (SUENAGA, Shinichiro) [JP/JP]; 〒4718571 愛知

県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 宮原 悠 (MIYAHARA, Yu) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).

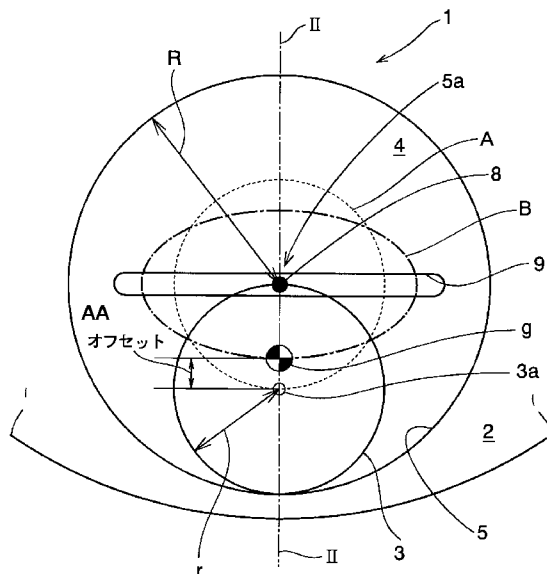
- (74) 代理人: 渡邊 丈夫 (WATANABE, Takeo); 〒1130034 東京都文京区湯島 3 丁目 1 2 番 1 号 アデックスビル 3 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: DYNAMIC DAMPER

(54) 発明の名称: ダイナミックダンパ

[図1]



AA - OFFSET

(57) Abstract: Provided is a dynamic damper wherein the trajectory of the center of gravity of a rolling element that absorbs or damps torque variations or torsional vibrations can be made to take the form of a cycloidal curve or a quasi-cycloidal curve which closely resembles a cycloidal curve, said torque variations acting on a rotating member, and said torsional vibrations being caused by said torque variations. This dynamic damper (1) is such that a rolling body (3) which rolls according to the torque variations acting on the rotating member (2) is housed in a rolling chamber (4) which is provided in the rotating member (2), and that on the inner peripheral surface of the rolling chamber (4), there is formed a rolling surface (5) whereon the rolling body (3) rolls. In this dynamic damper (1), the rolling surface (5) is formed as an arc surface of a specific curvature. The rolling body (3) is provided with a circular cross section having a smaller radius of curvature than that of the rolling surface (5). Furthermore, the center of gravity (g) of the rolling body (3) is eccentric with respect to the geometric center (3a) thereof. Moreover, the rolling body (3) is provided with a guide mechanism which causes the rolling body (3) to roll with respect to the rolling surface (5).

(57) 要約:

[続葉有]



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ,

CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

回転部材に作用するトルク変動あるいはこれに起因する振り振動を吸収もしくは減衰させる回転体の重心の軌道をサイクロイド曲線あるいはこれに近似した擬似的なサイクロイド曲線にすることができるダイナミックダンパを提供する。回転部材 2 に設けられた転動室 4 に、回転部材 2 に作用するトルク変動に応じて転動する転動体 3 を收容するとともに転動室 4 の内周面に転動体 3 が転動する転動面 5 が形成されているダイナミックダンパ 1 において、転動面 5 は一定曲率の円弧面として形成され、転動体 3 は、転動面 5 よりも曲率半径が小さい円形断面を備えるとともにその転動体 3 の重心 g はその幾何学的な中心 3 a に対して偏心しており、かつ転動体 3 を転動面 5 に対して転動させるガイド機構を備えている。

明 細 書

発明の名称 : ダイナミックダンパ

技術分野

[0001] この発明は、回転部材に取り付けられて、そのトルク変動あるいはこれに起因する振り振動を吸収もしくは減衰するダイナミックダンパに関するものである。

背景技術

[0002] 回転する部材に作用するトルクが変動し、それに伴って共振現象が生じると騒音あるいは振動が激しくなるだけでなく、機械装置類の耐久性が低下する可能性がある。例えば内燃機関のクランクシャフトは、複数のシリンダで繰り返し生じる爆発力を回転運動に変換してトルクとして出力するためのものであるから、そのトルクは脈動する。すなわち、クランクシャフトあるいは変速機のインプットシャフトあるいはドライブシャフトなど、あるいはこれらに取り付けられてこれらと一体回転する回転部材は、内燃機関からの起振力に起因して固有の振り振動を起こす。この振り振動を、前述したような回転部材に取り付けられて吸収もしくは減衰させるダイナミックダンパが知られている。そのダイナミックダンパの一例が特開2000-18329号公報に記載されている。この特開2000-18329号公報には、フライホイール本体に形成された転動室に所定の質量を有するダンパマスが收容されており、この転動室の内周壁のうちフライホイールの半径方向で外側に膨らむ部分にダンパマスが転動する転動ガイド面が形成された装置が記載されている。そして、この転動ガイド面は、楕円形状になるように構成されている。

[0003] また、特開平6-58373号公報には、フライホイール本体に形成された転動室と、この転動室に收容され、フライホイールに作用するトルク変動によって転動するとともに振子運動するダンパマスとを備えた装置が記載されている。

[0004] さらにまた、特開平 11-82633 号公報には、フライホイールの側面に形成された有底円筒形状の凹部に振子アセンブリが嵌合固定された装置が記載されている。この振子アセンブリは、フライホイールの回転軸線に平行な中心軸線を有する有底円筒形状のケースと、このケースの中心軸線回りに軸受によって揺動自在に支持された振子とを備えている。そして、この振子の重心位置が前述した中心軸線から偏奇して構成されている。

[0005] 上記の特開 2000-18329 号公報に記載されているように、転動ガイド面を楕円形状に形成することにより、ダンパマスの重心の移動軌跡を楕円形状にすることができる。そして、これによりフライホイールの振り振動の大きさにかかわらずフライホイールの振り振動を吸収もしくは減衰させることができる。しかしながら、特開 2000-18329 号公報に記載された構成では、ダンパマスの重心の移動軌跡を楕円形状にするためには、転動ガイド面を楕円形状にする必要がある。そのため、曲率が一定の円形の転動面を形成する場合に比較して、そのような曲面を有する転動ガイド面の加工は困難あるいは複雑になる虞があり、未だ改良の余地があった。

[0006] また、特開平 6-58373 号公報に記載された技術は、フライホイールにトルク変動あるいは振り振動が作用した場合に、フライホイール本体に対するダンパマスの重心位置の変動によって、すなわちダンパマスの振子運動によってそのトルク変動あるいは振り振動を吸収もしくは減衰させるための技術である。さらにまた、特開平 11-82633 号公報に記載された技術は、振子が支持されるケースの中心軸線回りに軸受によって実質的に錘（マス）である振子を吊り下げ、その振子をトルク変動あるいは振り振動に応じて揺動させることによりそのトルク変動あるいは振り振動を吸収もしくは減衰させるための技術である。

発明の概要

[0007] この発明は上記の技術的課題に着目してなされたものであり、回転部材に作用するトルク変動あるいはこれに起因する振り振動を吸収もしくは減衰させる転動体の重心の軌道をサイクロイド曲線あるいはこれに近似した擬似的

なサイクロイド曲線にすることができるダイナミックダンパを提供することを目的とするものである。

[0008] 上記の目的を達成するために、この発明は、回転する回転部材に設けられた転動室に、前記回転部材に作用するトルク変動に応じて転動する転動体を収容するとともに前記転動室の内周面に前記転動体が転動する転動面が形成されているダイナミックダンパにおいて、前記転動面は一定曲率の円弧面として形成され、前記転動体は、前記転動面よりも曲率半径が小さい円形断面を備えるとともにその転動体の重心はその幾何学的な中心に対して偏心しており、かつその転動体を前記転動面に対して転動させるガイド機構を備えていることを特徴とするものである。

[0009] また、この発明は、上記の発明において、前記転動体は、その転動にともなう前記転動面の曲率中心から前記転動体の重心までの距離が最も短くなった場合に、その重心を挟んで前記転動面の曲率中心とは反対側に前記転動体の幾何学的な中心が配置されることを特徴とするダイナミックダンパである。

[0010] さらに、この発明は、上記の発明において、前記ガイド機構は、前記転動体の外周縁と前記転動室の内部における前記回転部材の回転面に平行な面とのいずれか一方に設けられ、前記回転部材の軸線方向に突出した突部と、いずれか他方に設けられ、その突部を遊嵌するガイド溝とを備えていることを特徴とするダイナミックダンパである。

[0011] そして、この発明は、回転する回転部材に設けられた転動室に、前記回転部材に作用するトルク変動に応じて転動する転動体を収容するとともに前記転動室の内周面に前記転動体が転動する転動面が形成されているダイナミックダンパにおいて、前記転動室の内径に対する前記転動体の外径の比率が $1/2$ であって、前記転動体は、その重心がその幾何学的な中心に対して偏心されるとともに、前記転動面の曲率中心から前記転動体の重心までの距離が最も短くなった場合に、その重心を挟んで前記転動面の曲率中心とは反対側に前記転動体の幾何学的な中心が配置され、かつ前記転動面の曲率中心から

前記転動体の重心までの距離が最も短くなった場合における前記転動面の曲率中心と前記転動体の重心とを結んだ直線に対して直交する向きに、前記転動体を前記転動面に対して転動させるガイド機構を備えていることを特徴とするものである。

[0012] この発明によれば、転動体の重心はその幾何学的な中心に対して偏心されている。また、転動体を転動面に対して滑らせずに転動させるガイド機構を備えているので、転動体のいわゆる滑り運動が防止もしくは抑制される。転動体が転動面を転動する距離は、言い換えれば転動体の転動量は回転部材に作用するトルク変動あるいはこれに起因する振り振動の大きさ、すなわち回転部材の回転方向に対する振動角度 θ の大きさに応じて変化する。したがって、転動体は回転部材の振動角度の大きさに応じて一定曲率の転動面を転動するので、その転動体の重心の瞬間中心は、回転部材の振動角度の大きさに応じて変化し、転動体の重心の移動軌跡がサイクロイド曲線あるいはこれに近似した擬似的なサイクロイド曲線を描くことができる。その結果、転動体は、サイクロイド振子あるいはこれに近似した擬似的なサイクロイド振子のように振子運動するから、その転動体の振子運動次数を設計する場合に、転動体の振動角度 θ を考慮に入れずにその次数を設計することができる。したがって、回転部材にトルク変動あるいはこれに起因する振り振動が作用した場合に、その振動の大きさにかかわらず、設計した転動体の振子運動次数と実際の転動体の振子運動次数との乖離を小さくできる。また、転動体の重心の軌道の少なくとも一部をサイクロイド曲線もしくはこれに近似した擬似的なサイクロイド曲線にすることができるので、回転部材の振動角度あるいは転動体の振動角度が大きい場合であっても、その振子運動次数に等しい回転部材の振り振動次数を吸収もしくは減衰させることができる。さらにまた、ガイド機構が設けられているので、転動体を転動面に対して滑らせずに転動させることができる。

[0013] また、この発明によれば、上記の効果に加えて、転動体は、その転動にともなって転動面の曲率中心からその重心までの距離が最も短くなった場合に

、その重心を挟んで転動面の曲率中心とは反対側に転動体の幾何学的な中心が配置されるように構成されている。すなわち、転動体の重心は、転動面の曲率中心からその重心までの距離が最も短くなった場合に、転動体の幾何学的な中心に対して回転部材の回転中心側に偏心されている。その結果、前述した位置から転動体が転動面を転動する距離の増大にともなって、転動面を転動する転動体の重心の瞬間中心が変化し、転動体の重心の移動軌跡における曲率半径が次第に小さくなる。言い換えれば、転動体のいわゆる転動量に応じてその重心の軌道の少なくとも一部をサイクロイド曲線もしくはこれに近似した擬似的なサイクロイド曲線にすることができる。したがって、転動体の重心の軌道の少なくとも一部をサイクロイド曲線もしくはこれに近似した擬似的なサイクロイド曲線にすることができるので、回転部材に作用するトルク変動あるいはこれに起因する振り振動の大きさにかかわらず、転動体の振子運動次数に等しい回転部材の振り振動次数を吸収もしくは減衰させることができる。

[0014] さらに、この発明によれば、上記の効果に加えて、転動体の外周縁と転動室の内面における回転部材の回転面に平行な面とのいずれか一方に突部が設けられ、いずれか他方にその突部を遊嵌するガイド溝が設けられている。その結果、回転部材にトルク変動あるいはこれに起因する振り振動が作用した場合に、転動体が転動せずに転動面を回転部材に対して相対移動するいわゆる滑り運動を防止もしくは抑制することができる。言い換えれば、転動体の運動を転がり運動のみにすることができる。したがって、転動体は設計した振子運動次数によって振子運動でき、また、その振子運動次数に回転部材の振り振動次数を共振させることにより、回転部材の振り振動次数を吸収もしくは減衰させることができる。

[0015] そして、この発明によれば、転動体は、その外径が転動室の内径に対して $1/2$ になるように形成される。また、その転動体を転動面に対して転動させるガイド機構が、転動面の曲率中心から転動体の重心までの距離が最も短くなった場合における転動面の曲率中心と転動体の重心とを結んだ直線に対

して直交する向きに設けられている。すなわち、ガイド機構は、転動体が転動面に沿って転動する場合に描くいわゆるハイポサイクロイドに沿って形成される。その結果、ガイド機構の設計あるいは加工をある程度簡素化できる。また、転動体は回転部材の振動角度の大きさに応じて一定曲率の転動面を転動するので、転動体の重心の瞬間中心は、回転部材の振動角度の大きさに応じて変化し、転動体の重心の移動軌跡がサイクロイド曲線あるいはこれに近似した擬似的なサイクロイド曲線を描くことができる。その結果、転動体は、サイクロイド振子あるいはこれに近似した擬似的なサイクロイド振子のように振子運動するから、その転動体の振子運動次数を設計する場合に、転動体の振動角度 θ を考慮に入れずにその次数を設計することができる。したがって、回転部材にトルク変動あるいはこれに起因する振り振動が作用した場合に、その振動の大きさにかかわらず、設計した転動体の振子運動次数と実際の転動体の振子運動次数との乖離を小さくできる。また、転動体の重心の軌道の少なくとも一部をサイクロイド曲線もしくはこれに近似した擬似的なサイクロイド曲線にすることができるので、回転部材の振動角度あるいは転動体の振動角度が大きい場合であっても、その振子運動次数に等しい回転部材の振り振動次数を吸収もしくは減衰させることができる。さらにまた、ガイド機構が設けられているので、転動体を転動面に対して滑らせずに転動させることができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1] この発明に係るダイナミックダンパを回転部材に適用した例を模式的に示す図である。

[図2] 図1に示すII-II線に沿う断面図である。

[図3] 図1に示すように構成されたこの発明に係るダイナミックダンパの作用を説明するための図であって、転動体の振動角度が 0° の場合を示す図である。

[図4] 図1に示すように構成されたこの発明に係るダイナミックダンパの作用を説明するための図であって、転動体の振動角度が 30° の場合を示す図で

ある。

[図5] 図1に示すように構成されたこの発明に係るダイナミックダンパの作用を説明するための図であって、転動体の振動角度が 45° の場合を示す図である。

[図6] 図1に示す転動体を改良した例を示す図である。

[図7] 図6に示すVII-VII線に沿う断面図である。

[図8] 図6に示す構成を改良した例を示す図である。

[図9] 図8に示すIX-IX線に沿う断面図である。

[図10] 図6および図8に示す構成を改良した例を示す図である。

[図11] 図10に示すXI-XI線に沿う断面図である。

[図12] 図1に示す転動室を改良した例を示す図である。

[図13] 図12に示すXIII-XIII線に沿う断面図である。

[図14] この発明に係るダイナミックダンパの他の例を示す図である。

[図15] この発明に係るダイナミックダンパの更に他の例を示す図である。

発明を実施するための形態

- [0017] つぎにこの発明をより具体的に説明する。この発明は、トルクを受けて回転する回転部材に取り付けられて、回転部材に作用するトルク変動もしくはこれに起因する振り振動を吸収もしくは減衰させるダイナミックダンパに関するものである。したがって、この発明に係るダイナミックダンパは、車両に搭載される内燃機関のクランクシャフトあるいは変速機のインプットシャフトあるいはドライブシャフトなど、あるいはこれらに取り付けられてこれらと一体回転する回転部材などに設けることができる。この発明では、前述した回転部材にトルク変動あるいはこれに起因する振り振動が作用した場合に、その回転方向とは相対的に反対方向に振子運動する錘（マス）に相当する転動体、すなわちダンパマスを保持させて構成することができる。より具体的には、その転動体は、予め定められた一定の曲率を有する転動面が形成された転動室に收容されて前述した回転部材に保持することができる。転動体には、回転部材の振り振動次数に共振して転動面を転動するように構成さ

れた球体、すなわちボールあるいは円柱形状のローラーなどを用いることができる。この転動体は、回転部材に作用するトルク変動もしくはこれに起因する振り振動に応じて、すなわち回転部材の振り振動次数に転動体の振子運動次数を共振させて回転部材の振り振動次数を吸収もしくは減衰させるためのものであるから、その転動体の振子運動次数は、対象とする回転部材の振り振動次数に等しくなるように設計される。

[0018] この発明では、転動体は、その幾何学的な中心に対してその重心が偏心して構成されており、その重心のいわゆるオフセットは、転動体の少なくとも一部に偏心用の錘を設けたり、あるいは転動体の少なくとも一部を切り欠いたり、あるいは転動体の厚みをその直径方向で一方側を厚くし、他方側を薄くしたりして構成することができる。言い換えれば、転動体の幾何学的な中心に対するその重心のオフセットには、適宜の手段あるいは方法を用いることができる。

[0019] 転動体における重心の位置は、転動にともなって変化する転動面の曲率中心から転動体の重心までの距離が最も短くなった場合に、その重心を挟んで転動面の曲率中心とは反対側に転動体の幾何学的な中心が配置されるように構成されている。また、この転動体の幾何学的な中心に対してその重心をオフセットする距離は、言い換えればオフセット量は、要は、前述したように転動面の曲率中心から転動体の重心までの距離が最も短くなった状態から転動体が一定曲率の転動面を転動した場合に、転動体の重心の瞬間中心が変化してその重心の軌道の少なくとも一部がサイクロイド曲線あるいはこれに近似した擬似的なサイクロイド曲線を描くことができる距離である。したがってこれは、実験やシミュレーションなどにより予め求めておくことができる。

[0020] したがって、転動面の曲率中心から転動体の重心までの距離が最も短い位置から転動体が転動面を転動すると、その転動面を転動した距離に応じて転動体の重心の瞬間中心が変化する。すなわち、この発明では、転動体が回転部材の振動角度に応じて転動面を転動すると、転動体が転動面を転動する距

離の増大にともなう、転動体の重心の移動軌跡の各点における曲率半径が次第に小さくなる。言い換えれば、この発明では、転動体のいわゆる転動量に応じて転動体の重心の軌道の少なくとも一部がサイクロイド曲線もしくはこれに近似した擬似的なサイクロイド曲線を描くことができる。

[0021] したがって、このような構成のダイナミックダンパにおいては、転動体が回転部材に作用するトルク変動あるいはこれに起因する振り振動によって一定曲率の転動面を転動すると、転動体の重心の瞬間中心が変化する。言い換えれば、転動体のいわゆる転動量の増大にともなう、転動体の重心の移動軌跡の各点における曲率半径が次第に小さくなる。したがって、転動体が転動すると、その重心の軌道の少なくとも一部がサイクロイド曲線もしくはこれに近似した擬似的なサイクロイド曲線を描くことができる。その結果、転動体は、サイクロイド振子あるいは擬似的なサイクロイド振子のように振子運動するから、その転動体の振子運動次数を設計する場合に、転動体に作用するトルク変動あるいはこれに起因する振り振動に応じた転動体の振動角度 θ を考慮に入れずにその次数を設計することができる。したがって、回転部材の回転方向に対する振動角度の大きさにかかわらず、設計した転動体の振子運動次数と実際の転動体の振子運動次数との乖離を小さくできる。言い換えれば、転動体の振動角度 θ に因らずに、転動体の振子運動次数を回転部材の振り振動次数に共振させ、回転部材の振り振動次数を吸収もしくは減衰させることができる。すなわち、転動体の重心をその幾何学的な中心に対して偏心させ、その重心の軌道の少なくとも一部をサイクロイド曲線もしくはこれに近似した擬似的なサイクロイド曲線にすることにより、制振性能を向上できる。

[0022] また、この発明では、転動体を転動面に対して滑らせずに転動させるガイド機構が設けられている。このガイド機構は、例えば転動体の外周縁と転動室の内面における回転部材の回転面に平行な面とのいずれか一方に回転部材の軸線方向に突出した突部が設けられ、いずれか他方にその突部を遊嵌するガイド溝が設けられて構成されている。このような突部およびガイド溝は、

例えば転動体のハイポサイクロイドに沿って形成することができる。また、ガイド溝を予め定められた所定の長さに形成することにより、前述した転動体が転動面を転動する範囲を規制することができる。すなわち、このように構成されたガイド機構を設けることによって、転動体の転動面に対するいわゆる滑り運動を防止もしくは抑制し、転動体をその設計した振子運動次数で振子運動させることができる。また、ガイド機構によって転動体が転動面を転動する範囲を規制することにより、転動体を転動室の内部であって、回転部材の外周側に配置させることができる。すなわち、転動体を回転部材の外周側に配置させることにより、この発明に係るダイナミックダンパの慣性モーメントを相対的に大きくできる。また、ガイド機構によって規制された範囲において転動体を振子運動させることができる。

[0023] より具体的に説明すると、図1に、この発明に係るダイナミックダンパを回転部材に適用した例を模式的に示してある。図1には一つのダイナミックダンパ1を、そのダイナミックダンパ1が取り付けられる回転部材2の回転面に対し、垂直な方向から見た状態を示してある。この発明に係るダイナミックダンパ1は、トルクが入力され、あるいはトルクを出力する制振対象となる回転部材2に一体に設けられている。回転部材2の内部で、かつその外周縁近傍に転動体3を収容する転動室4が形成されている。転動室4は、例えば中空の円筒形状に形成されており、その幾何学的な中心を通る軸線が回転部材2の回転軸線に対して平行になっている。また、その内周面に予め定められた曲率が一定の転動面5が形成されている。図1に示す例では、転動室4の幾何学的な中心と転動面5の曲率中心5aとは一致するようになっている。また転動体3は、転動室4の内径Rに対してその外径rの比率が $1/2$ の円柱形状に形成されており、その幾何学的な中心3aを通る軸線が回転部材2の回転軸線に対して平行になっている。転動体3はその振子運動次数を回転部材2の振り振動次数に共振させて回転部材2の振り振動次数を吸収もしくは減衰させるためのものであるから、その転動体3の振子運動次数は、対象とする回転部材2の振り振動次数に等しくなるように設計されている。

。

[0024] 前述した転動体 3 は、その幾何学的な中心 3 a に対してその重心 g が偏心するように、すなわち重心 g がその幾何学的な中心 3 a に対して予め定めた距離だけオフセットされて構成されている。この重心 g のオフセットは、転動体 3 の少なくとも一部に偏心用の錘（マス）を設けたり、あるいは転動体 3 の少なくとも一部を切り欠いたり、あるいは転動体 3 の厚みをその直径方向で一方側を厚くし、他方側を薄くしたりして転動体 3 の重心 g がその幾何学的な中心 3 a に対して偏心するように構成すればよい。また、図 1 に示す例では、転動体 3 の重心 g は、転動体 3 が転動室 4 の内部であって、回転部材 2 の最外周側に配置された場合に、その幾何学的な中心 3 a よりも転動面 5 の曲率中心 5 a 側に配置されるようになっている。転動体 3 の幾何学的な中心 3 a に対して重心 g をオフセットする距離は、要は、転動体 3 が、予め定められた曲率が一定の転動面 5 上を転動した場合に、その重心 g の軌道の少なくとも一部がサイクロイド曲線あるいはこれに近似した擬似的なサイクロイド曲線を描くことができる距離であり、したがってこれは、実験やシミュレーションなどにより予め求めておくことができる。

[0025] 図 2 に、図 1 に示す II-II 線に沿う断面図を示してある。図 1 および図 2 に示したように、中空の円筒形状に形成された転動室 4 の開口端部を覆うように蓋部材 6, 7 が設けられており、これらの蓋部材 6, 7 は回転部材 2 と一体化されている。なお、転動室 4 は回転部材 2 に有底円筒形状に形成し、その開口している端部を蓋部材によって覆うように構成してもよい。

[0026] また、転動体 3 の外周縁に回転部材 2 の軸線方向に突出した突部 8 が設けられている。この突部 8 を遊嵌するガイド溝 9 が、前述した蓋部材 6, 7 における転動室 4 側の面あるいは蓋部材 6, 7 を貫通するように設けられている。このガイド溝 9 は、図 1 に示す例では、転動面 5 の曲率中心 5 a から転動体 3 の重心 g までの距離が最も短くなった場合に、転動面 5 の曲率中心 5 a と転動体 3 の重心 g とを結んだ直線に対して直交する向きに予め定められた所定の長さに亘って形成されている。すなわち、突部 8 あるいはガイド溝

9は、いわゆるハイポサイクロイドに沿って形成されており、これらがガイド機構となっている。そのため、突部8がガイド溝9に遊嵌されることによって転動体3の滑り運動が防止もしくは抑制され、転動体3が転動面5を転動するようになっている。

[0027] また、このガイド溝9は、図1に示す例では、転動室4の半径に対して相対的に短く形成することにより、そのガイド溝9の端部によって転動体3が転動面5を転動する距離が規制されるようになっている。また、このように構成されたガイド機構によって転動体3が転動室4の内部であって、回転部材2の外周側に配置できるようになっている。したがって、回転部材2にその回転方向に対する振動が作用すると、転動体3は、転動面5の曲率中心5aから転動体3の重心gまでの距離が最も短くなった状態からガイド機構によってその転動距離が規制されるまでの範囲において、転動面5を転動して振子運動できるようになっている。図1に示す例では、転動体3の転動にともなうその幾何学的な中心3aの移動軌跡を点線Aを用いて示してあり、転動体3の重心gの移動軌跡を破線Bを用いて示してある。

[0028] つぎに、前述したように構成されたこの発明に係るダイナミックダンパの作用について説明する。図3および図4ならびに図5に、回転部材2にトルク変動あるいはこれに起因する振り振動が作用した場合における転動体3の動作例を模式的に示してある。制振対象の回転部材2が回転し始めて、これと一体にダイナミックダンパ1が回転し始めると、転動室4内の転動体3には、ダイナミックダンパ1の回転数に応じた遠心力が作用する。すなわち、ダイナミックダンパ1の回転数が上昇するほど大きな遠心力が転動体3に作用する。この転動体3に作用する遠心力が転動体3に作用する重力よりも大きくなると、転動体3は、転動室4内において回転部材2の半径方向で外周縁側に移動する。そして、回転部材2にトルク変動が作用していない場合には、言い換えれば、転動体3の振動角度 θ （振幅角度と呼ばれることがある）が 0° の場合には、転動体3は、図3に示すように、主として転動室4におけるいわゆる最膨出位置に配置される。

[0029] ついで、制振対象の回転部材 2 の回転数が上昇あるいは下降してある程度の大きさのトルク変動が回転部材 2 に作用し、そのトルク変動がダイナミックダンパ 1 に入力されると、転動体 3 は回転部材 2 の回転方向とは相対的に反対方向に転動面 5 を転動する。この転動体 3 の転動距離、言い換えれば転動体 3 の振動角度 θ は、前述したようにダイナミックダンパ 1 あるいは回転部材 2 に作用するトルク変動あるいはこれに起因する振り振動の大きさに応じて変化する。また前述したように、転動体 3 はガイド機構によってその滑り運動が防止もしくは抑制されているので、転動体 3 は滑り運動をとまわずに転動面 5 を転動する。

[0030] 図 4 に、転動体 3 の振動角度 θ が 30° の場合を示してある。図 4 に示したように、転動体 3 の振動角度 θ が 0° から 30° に増大すると、その振動角度 θ の増大にともなって前述したように転動面 5 を転動する転動体 3 の重心の瞬間中心が変化し、また、転動体 3 は曲率が一定の転動面 5 を転動しているから、転動体 3 の重心の移動軌跡の各点における曲率半径は次第に小さくなる。

[0031] 制振対象の回転部材 2 の回転数が上昇あるいは下降し、図 4 に示す例よりもある程度の大きさのトルク変動が回転部材 2 に作用し、そのトルク変動がダイナミックダンパ 1 に入力されると、この転動体 3 の振動角度 θ は、前述した図 4 に示す例よりも大きくなる。

[0032] 図 5 に転動体 3 の振動角度 θ が 45° の場合を示してある。図 5 に示したように、転動体 3 の振動角度 θ が 0° から 45° に増大すると、その振動角度 θ の増大にともなって転動面 5 を転動する転動体 3 の重心の瞬間中心が変化し、また、転動体 3 は曲率が一定の転動面 5 を転動しているから、転動体 3 の重心の移動軌跡の各点における曲率半径は次第に小さくなる。したがって、転動体 3 の振動角度 θ の増大にともなって転動体 3 の重心 g の軌道の少なくとも一部が楕円形状あるいはサイクロイド曲線あるいはこれに近似した擬似的なサイクロイド曲線を描くようになっている。

[0033] また、ガイド溝 9 は、転動室 4 の半径に対して相対的に短く形成されてい

ることから、図5に示したように、ガイド溝9の端部によって転動体3の転動距離、すなわち振動角度 θ が規制されるようになっている。

[0034] このように、前述した構成では、ダイナミックダンパ1に入力される回転部材2のトルク変動あるいはこれに起因する振り振動の大きさ、すなわち転動体3の振動角度 θ の増大にともなって一定曲率の転動面5を転動体3が転動すると、その転動量に応じて転動体3の重心の瞬間中心が変化する。言い換えれば、転動体3の振動角度 θ の増大にともなって転動体3の重心の移動軌跡の各点における曲率半径が次第に小さくなり、転動体3の重心gの軌道の少なくとも一部が、図3ないし図5に実線Cを用いて示したように、サイクロイド曲線あるいはこれに近似した擬似的なサイクロイド曲線を描くことができる。

[0035] したがって、転動体3を前述したように転動室4に配置し、また、転動体3の重心gをその幾何学的な中心3aよりも転動面5の曲率中心5a側に偏心させることにより、転動にともなう転動体3の重心gの軌道の少なくとも一部はサイクロイド曲線あるいはこれに近似した擬似的なサイクロイド曲線を描くことができる。すなわち、転動体3はサイクロイド振子あるいは擬似的なサイクロイド振子のように振子運動するから、その次数を設計する場合に転動体3の振動角度 θ を考慮に入れる必要がない。その結果、前述した構成では、設計した転動体3の振子運動次数と実際の転動体3の振子運動次数との乖離を小さくできる。言い換えれば、回転部材2あるいは転動体3の振動角度 θ に因らずに、転動体3の振子運動次数に等しい回転部材2に作用する振り振動次数を吸収もしくは減衰させることができる。すなわち、転動体3の重心gをその幾何学的な中心3aに対して偏心させ、その重心gの軌道の少なくとも一部をサイクロイド曲線もしくはこれに近似した擬似的なサイクロイド曲線にすることにより、制振性能を向上できる。

[0036] また、前述した構成では、ガイド機構によって、転動体3の転動面5に対するいわゆる滑り運動は防止もしくは抑制され、転動体3をその設計した振子運動次数で振子運動させることができる。また、ガイド機構を設けること

により、転動体 3 を転動室 4 の内部であって、回転部材 2 の半径方向で外周側に配置でき、ダイナミックダンパ 1 の慣性モーメントを相対的に大きくできる。また、ガイド溝 9 の長さを規制することにより、転動体 3 の転動距離を規制し、その転動面 5 を転動可能な範囲において転動体 3 を振子運動させることができる。

[0037] 図 6 に、図 1 に示す転動体を改良した例を示してある。また図 7 に、図 6 に示すVII-VII線に沿う断面図を示してある。図 6 および図 7 に示す例は、転動体 3 の一部に貫通孔 10 を設けることにより、転動体 3 の幾何学的な中心 3a に対してその重心 g を偏心させるように構成した例である。より具体的に説明すると、転動体 3 は、転動室 4 の内径 R に対する転動体 3 の外径 r の比率が $1/2$ になるように構成されており、その転動体 3 の一部に、転動体 3 の軸線方向に平行な軸線を有する貫通孔 10 が形成されている。この貫通孔 10 は、図 6 および図 7 に示す例においては、円形に形成されており、その直径が転動体 3 の半径よりも短くなっている。また、図 1 に示す例と同様に、転動体 3 の外周縁に回転部材 2 の軸線方向に突出した突部 8 が設けられており、この突部 8 を遊嵌するガイド溝 9 が、蓋部材 6、7 における転動室 4 側の面あるいは蓋部材 6、7 を貫通するように設けられている。したがって、転動体 3 は、突部 8 とガイド溝 9 とを備えたガイド機構によって滑り運動が防止もしくは抑制され、滑りを伴わずに転動面 5 を転動するようになっている。

[0038] このガイド溝 9 は、図 6 に示したように、転動室 4 の直径に対して相対的に短く形成されており、したがって、ガイド溝 9 の端部によって転動体 3 の転動距離すなわち範囲が規制されるようになっている。そして、このガイド機構により、転動体 3 が転動室 4 の内部であって、回転部材 2 の外周側に配置されるようになっている。また、転動体 3 は、ガイド機構によって転動体 3 の振動角度 θ が 0° の場合には、図 1 に示す例と同様に、転動体 3 の幾何学的な中心 3a よりも転動面 5 の曲率中心 5a 側にその重心 g が配置されるようになっている。なお、前述した貫通孔 10 の大きさあるいは位置は、要

は、転動体 3 の重心 g をその幾何学的な中心 3 a に対してオフセットさせるとともに、上記のように転動室 4 に配置された転動体 3 が転動面 5 上を転動した場合に、その重心 g の軌道の少なくとも一部がサイクロイド曲線あるいはこれに近似した擬似的なサイクロイド曲線となるように設定される。したがって貫通孔 10 の大きさあるいは位置は、実験やシミュレーションなどにより予め求めておくことができる。

[0039] このように、前述した構成においても、制振対象の回転部材 2 の回転数が上昇あるいは下降してある程度の大きさのトルク変動あるいはこれに起因する振り振動が回転部材 2 に作用し、これがダイナミックダンパ 1 に入力されると、転動体 3 は回転部材 2 の回転方向とは相対的に反対方向に転動面 5 を転動する。この転動体 3 の転動距離、すなわち振動角度 θ は、前述したようにダイナミックダンパ 1 あるいは回転部材 2 に作用するトルク変動あるいはこれに起因する振り振動の大きさに応じて変化する。したがって、転動体 3 は、回転部材 2 あるいは転動体 3 の振動角度 θ の増大にともなって一定曲率の転動面 5 を転動し、転動体 3 の重心の移動軌跡の各点における曲率半径が前述した図 3 ないし図 5 に示した例と同様に次第に小さくなる。すなわち、転動体 3 の振動角度 θ の増大にともなって、転動体 3 の重心 g の軌道の少なくとも一部が、サイクロイド曲線あるいはこれに近似した擬似的なサイクロイド曲線を描くことができる。

[0040] 図 8 に、前述した図 6 に示す構成を改良した例を示してある。また図 9 に、図 8 に示す I X - I X 線に沿う断面図を示してある。図 8 および図 9 に示す例は、転動体 3 の一部に、その直径方向における質量をその幾何学的な中心 3 a を挟んで非対称にするように偏心用の錘（マス）部材 11 を設けることにより、転動体 3 の幾何学的な中心 3 a に対してその重心 g が偏心するように構成した例である。より具体的に説明すると、図 8 において、転動体 3 は、転動室 4 の内径 R に対する転動体 3 の外径 r の比率が $1/2$ になるように構成されており、その転動体 3 の一部に、錘部材 11 が設けられている。この錘部材 11 は、図 8 および図 9 に示す例においては、転動体 3 に対して半円

形状に形成されており、転動体 3 における回転部材 2 の回転面に平行な面に一体に設けられている。

[0041] また、転動体 3 の外周縁には、回転部材 2 の軸線方向に突出した突部 8 が設けられており、この突部 8 を遊嵌するガイド溝 9 が、蓋部材 6, 7 における転動室 4 側の面あるいは蓋部材 6, 7 を貫通するように設けられている。したがって、転動体 3 は、突部 8 とガイド溝 9 とを備えたガイド機構によって滑り運動が防止もしくは抑制され、滑りを伴わずに転動面 5 を転動するようになっている。このガイド溝 9 は、図 1 に示す例と同様に、転動室 4 の直径に対して相対的に短く形成されており、したがって、ガイド溝 9 の端部によって転動体 3 の転動距離すなわち範囲が規制されるようになっている。また、このガイド機構により、転動体 3 が転動室 4 の内部であって、回転部材 2 の外周側に配置されるようになっている。

[0042] 転動体 3 は、ガイド機構によって転動体 3 の振動角度 θ が 0° の場合には、図 1 に示す例と同様に、転動体 3 の幾何学的な中心 3 a よりも転動面 5 の曲率中心 5 a 側にその重心 g が配置されるようになっている。なお、転動体 3 に設けられる錘部材 11 の形状あるいは数あるいは質量は、要は、転動体 3 の重心 g をその幾何学的な中心 3 a に対してオフセットさせるとともに、上記のように転動室 4 に配置された転動体 3 が転動面 5 上を転動した場合に、その重心 g の軌道の少なくとも一部がサイクロイド曲線あるいはこれに近似した擬似的なサイクロイド曲線となるように設定される。したがって錘部材 11 の形状あるいは数あるいは質量は、実験やシミュレーションなどにより予め求めておくことができる。

[0043] このように、前述した構成においても、回転部材 2 にトルク変動あるいはこれに起因する振り振動が作用し、これがダイナミックダンパ 1 に入力されると、転動体 3 はその振動角度 θ に応じて回転部材 2 の回転方向とは相対的に反対方向に転動面 5 を転動する。したがって、転動体 3 は、回転部材 2 あるいは転動体 3 の振動角度 θ の増大にともなって一定曲率の転動面 5 を転動し、転動体 3 の重心の移動軌跡の各点における曲率半径が前述した図 3 ない

し図5に示した例と同様に次第に小さくなる。すなわち、転動体3の振動角度 θ の増大にともなう、転動体3の重心gの軌道の少なくとも一部が、サイクロイド曲線あるいはこれに近似した擬似的なサイクロイド曲線を描くことができる。

[0044] 図10に、前述した図6および図8に示す構成を改良した例を示してある。また図11に、図10に示すXI-XI線に沿う断面図を示してある。ここに示す例は、前述した転動体3の重心gをその幾何学的な中心3aから偏心させる錘部材の形状を改良した例である。より具体的に説明すると、図10および図11に示す錘（マス）部材12は、転動体3をいわゆる最膨出位置に配置させた場合に、その少なくとも一部が転動体3の円形の回転面に対向するように半円形状に形成され、かつ回転部材2の半径方向で内側の転動体3の回転面に一体に設けられている。そして、少なくとも他の一部が、図10に示したように、回転部材2の半径方向で内側に突出した半円形状に形成されている。

[0045] このように構成された錘部材12が設けられた転動体3は、ガイド機構によって転動体3の振動角度 θ が 0° の場合には、図1に示す例と同様に、転動体3の幾何学的な中心3aよりも転動面5の曲率中心5a側にその重心gが配置されるようになっている。なお、前述したように転動体3に設ける錘部材12の形状あるいは数あるいは質量は、要は、転動体3の重心gをその幾何学的な中心3aに対してオフセットさせるとともに、前述のように転動室4に配置された転動体3が転動面5上を転動した場合に、その重心gの軌道の少なくとも一部がサイクロイド曲線あるいはこれに近似した擬似的なサイクロイド曲線となるように設定される。したがって錘部材12の形状あるいは数あるいは質量は、実験やシミュレーションなどにより予め求めておくことができる。

[0046] このように、前述した構成においても、転動体3はその振動角度 θ に応じて一定曲率の転動面5を転動する。そして、転動体3の振動角度 θ の増大にともなう転動体3の重心の移動軌跡の各点における曲率半径が前述した図

3 ないし図 5 に示した例と同様に次第に小さくなり、その重心 g の軌道の少なくとも一部がサイクロイド曲線あるいはこれに近似した擬似的なサイクロイド曲線を描くことができる。

[0047] したがって、図 6 ないし図 11 に示す構成においても、転動体 3 を前述したように予め定められた曲率が一定の転動室 4 に配置し、また、転動体 3 の重心 g をその幾何学的な中心 3a よりも転動面 5 の曲率中心 5a 側に予め定められた距離を置いて偏心させることにより、転動体 3 の転動にともなう重心 g の軌道の少なくとも一部はサイクロイド曲線あるいはこれに近似した擬似的なサイクロイド曲線を描くことができる。すなわち、転動体 3 はサイクロイド振子あるいは擬似的なサイクロイド振子のように振子運動するから、その次数を設計する場合に転動体 3 の振動角度を考慮に入れる必要がない。その結果、設計した転動体 3 の振子運動次数と実際の転動体 3 の振子運動次数との乖離、すなわちズレを小さくできる。言い換えれば、回転部材 2 あるいは転動体 3 の振動角度 θ に因らずに、回転部材 2 に作用する振り振動次数に転動体 3 の振子運動次数を共振させ、その回転部材 2 に作用する振り振動次数を吸収もしくは減衰させることができる。すなわち、転動体 3 の重心 g をその幾何学的な中心 3a に対して偏心させ、その重心 g の軌道の少なくとも一部をサイクロイド曲線もしくはこれに近似した擬似的なサイクロイド曲線にすることにより、制振性能を向上できる。

[0048] また、ガイド機構によって、転動体 3 の転動面 5 に対するいわゆる滑り運動は防止もしくは抑制され、転動体 3 をその設計した振子運動次数で振子運動させることができる。また、ガイド機構を設けることにより、転動体 3 を転動室 4 の内部であって、回転部材 2 の半径方向で外周側に配置でき、ダイナミックダンパ 1 の慣性モーメントを相対的に大きくできる。また、ガイド溝 9 の長さを規制することにより、転動体 3 の転動距離を規制し、その転動面 5 を転動可能な範囲において転動体 3 を振子運動させることができる。

[0049] 図 12 に、図 1 に示す転動室を改良した例を示してある。また、図 13 に、図 12 に示す XIII-XIII 線に沿う断面図を示してある。この発明に係るダ

イナミックダンパ 1 は、前述したように、対象とする回転部材 2 の振り振動次数に転動体 3 の振子運動次数を共振させることにより、回転部材 2 の振り振動次数を吸収もしくは減衰させるものである。また、転動体 3 には、回転部材 2 の回転数の増大にともなってその回転数に応じた遠心力が作用し、その遠心力によって回転部材 2 の半径方向で外周側に移動する。したがって、ここに示す例は、転動体 3 が遠心力によって回転部材 2 の半径方向で外周側に移動し、その振動角度 θ に応じて転動面 5 を転動する範囲のみを確保し、その他の部分を省略するように構成した例である。

[0050] より具体的に説明すると、図 12 に示したように、回転部材 2 の半径方向で内側に曲率中心が設けられ、回転部材 2 の半径方向で外周側に膨らんで形成された予め定められた曲率が一定の円弧と、その円弧の曲率中心と回転部材 2 の幾何学的な中心とを結んだ直線に対して直交する直線とによって区切られる部分に転動室 4 が形成されている。この転動室 4 の内周面における曲率が一定の円弧面が転動面 5 になっている。また、図 12 において、転動体 3 は、転動面 5 の曲率半径に対する転動体 3 の外径 r の比率が $1/2$ になるように構成されており、その転動体 3 に、図 8 に示した錘部材 11 が一体に設けられている。

[0051] この転動体 3 の外周縁には、図 1 に示す例と同様に、突部 8 が設けられており、この突部 8 を遊嵌するガイド溝 9 が、蓋部材 6、7 における転動室 4 側の面あるいは蓋部材 6、7 を貫通するように設けられている。このガイド溝 9 は、転動室 4 の直径に対して、すなわち転動面 5 の曲率半径の二倍に相当する長さよりも相対的に短く形成されており、したがって、ガイド溝 9 の端部によって転動体 3 の転動距離すなわち転動体 3 が転動面 5 を転動できる範囲が規制されるようになっている。また、このガイド機構により、転動体 3 が転動室 4 の内部であって、回転部材 2 の外周側に配置されるようになっている。さらにまた、転動体 3 は、ガイド機構によって転動体 3 の振動角度 θ が 0° の場合には、図 1 に示す例と同様に、転動体 3 の幾何学的な中心 3a よりも転動面 5 の曲率中心 5a 側にその重心 g が配置されるようになって

いる。

[0052] このように、前述した構成においても、制振対象の回転部材 2 の回転数が上昇あるいは下降してある程度の大きさのトルク変動あるいはこれに起因する振り振動が回転部材 2 に作用し、これがダイナミックダンパ 1 に入力されると、転動体 3 は、その振動角度に応じて回転部材 2 の回転方向とは相対的に反対方向に転動面 5 を転動する。また、転動体 3 はガイド機構によってその転動範囲が規制されているから、その規制された範囲において、転動体 3 の振動角度 θ に応じて一定曲率の転動面 5 を転動し、転動体 3 の重心の瞬間中心が変化する。言い換えれば、転動体 3 の振動角度 θ の増大にともなって転動体 3 の重心の移動軌跡の各点における曲率半径が次第に小さくなる。したがって、転動体 3 は、ガイド機構によって規制された転動範囲内において、その重心 g の軌道の少なくとも一部がサイクロイド曲線あるいはこれに近似した擬似的なサイクロイド曲線を描くことができる。

[0053] したがって、図 1 2 および図 1 3 に示す構成によれば、ガイド機構によって転動体 3 の転動範囲を規制することにより、転動体 3 を転動室 4 の内部かつ回転部材 2 の半径方向で外周側に配置させるとともに、ダイナミックダンパ 1 の小型化を図ることができる。また、回転部材 2 あるいは転動体 3 の振動角度 θ に因らずに、設計した転動体 3 の振子運動次数と実際の転動体 3 の振子運動次数との乖離を小さくできる。言い換えれば、回転部材 2 あるいは転動体 3 の振動角度 θ に因らずに、回転部材 2 に作用する振り振動次数に転動体 3 の振子運動次数を共振させ、その回転部材 2 に作用する振り振動次数を吸収もしくは減衰させることができる。すなわち、転動体 3 の重心 g をその幾何学的な中心 3 a に対して偏心させ、その重心 g の軌道をサイクロイド曲線もしくはこれに近似した擬似的なサイクロイド曲線にすることにより、制振性能を向上できる。

[0054] 図 1 4 に、この発明に係るダイナミックダンパの他の例を示してある。ここに示す例は、転動面 5 の曲率半径に対する転動体 3 の外径 r の比率が $1/3$ になるように構成した例である。より具体的に説明すると、図 1 4 に示し

たように、転動室 4 は予め定められた曲率が一定の円形状に形成されており、その内周面に曲率が一定の転動面 5 が形成されている。この転動室 4 の内部に、転動体 3 が転動面 5 を転動可能に收容されており、この転動体 3 は、前述したように転動面 5 の曲率半径あるいは転動室 4 の内径 R に対してその外径 r の比率が $1/3$ になるように構成されている。

[0055] この転動体 3 は、図 1 に示す例と同様に、転動体 3 の外周縁に回転部材 2 の軸線方向に突出した突部 8 が設けられている。図 1 4 に示す例において、詳細は図示しないが、中空の円筒形状に形成された転動室 4 の開口端部を覆うように蓋部材が設けられており、この蓋部材における転動室 4 側の面あるいは蓋部材を貫通するように突部 8 を遊嵌するガイド溝が設けられている。なお、突部 8 が転動体 3 に設けられている場合には、ガイド溝は、転動体 3 のいわゆるハイポサイクロイドに沿って形成されており、突部 8 およびガイド溝がガイド機構となっている。したがって、転動体 3 は、ガイド機構によって滑り運動が防止もしくは抑制され、滑りを伴わずに転動面 5 を転動するようになっている。

[0056] また、転動体 3 は、その幾何学的な中心 $3a$ に対してその重心 g が偏心するように、すなわち重心 g がその幾何学的な中心 $3a$ に対して予め定めた距離を置いてオフセットされて構成されている。この重心 g の幾何学的な中心 $3a$ に対するオフセットは、前述したように転動体 3 の少なくとも一部に錘（マス）を設けたり、あるいは転動体 3 の少なくとも一部を切り欠いたり、あるいは転動体 3 の厚みをその直径方向で一方側を厚くし、他方側を薄くしたりして構成してもよい。そして、このように構成された転動体 3 は、ガイド機構によって転動室 4 の内部であって、回転部材 2 の半径方向で外周側に配置されており、またガイド機構によって転動体 3 の振動角度 θ が 0° の場合には、図 1 に示す例と同様に、転動体 3 の幾何学的な中心 $3a$ よりも転動面 5 の曲率中心 $5a$ 側にその重心 g が配置されるようになっている。

[0057] さらに、転動体 3 の幾何学的な中心 $3a$ から重心 g までの距離、言い換えれば、いわゆる重心 g のオフセット量は、転動体 3 がその振動角度 θ が 0°

、すなわち前述したように転動体 3 が転動室 4 に配置された最膨出位置から転動した場合に、その重心 g の軌道がサイクロイド曲線あるいはこれに近似した擬似的なサイクロイド曲線を描くための距離であり、したがってこれは、実験やシミュレーションなどにより予め求めておくことができる。

[0058] つぎに、前述したように構成されたこの発明に係るダイナミックダンパの作用について説明する。図 14 に、前述したように構成された転動体 3 の重心 g の軌道を破線 B を用いて示してある。制振対象の回転部材 2 の回転数が上昇あるいは下降してある程度の大きさのトルク変動あるいはこれに起因する振り振動が回転部材 2 に作用し、これがダイナミックダンパ 1 に入力されると、転動体 3 は、その振動角度 θ に応じて回転部材 2 の回転方向とは相対的に反対方向に転動面 5 を転動する。また、前述したように、転動体 3 はその幾何学的な中心 3a に対してその重心 g が所定距離を置いて偏心しているから、その重心 g の軌道は、図 14 に実線 C を用いて示したように、振動角度の増大にともなってその軌道の各点における曲率半径が次第に小さくなり、その重心 g の軌道の少なくとも一部がサイクロイド曲線あるいはこれに近似した擬似的なサイクロイド曲線を描くことができる。

[0059] 図 15 に、この発明に係るダイナミックダンパの更に他の例を示してある。ここに示す例は、転動面 5 の曲率半径に対する転動体 3 の外径 r の比率が $1/4$ になるように構成した例である。より具体的に説明すると、図 15 に示したように、転動室 4 は予め定められた曲率が一定の円形状に形成されており、その内周面に曲率が一定の転動面 5 が形成されている。この転動室 4 の内部に、転動体 3 が転動面 5 を転動可能に收容されており、この転動体 3 は、転動面 5 の曲率半径あるいは転動室 4 の内径 R に対してその外径 r の比率が $1/4$ になるように構成されている。

[0060] 転動体 3 は、図 1 に示す例と同様に、転動体 3 の外周縁に回転部材 2 の軸線方向に突出した突部 8 が設けられている。図 15 に示す例において、詳細は図示しないが、中空の円筒形状に形成された転動室 4 の開口端部を覆うように蓋部材が設けられており、この蓋部材における転動室 4 側の面あるいは

蓋部材を貫通するように突部 8 を遊嵌するガイド溝が設けられている。なお、突部 8 が転動体 3 に設けられている場合には、ガイド溝は、転動体 3 のいわゆるハイポサイクロイドに沿って形成されており、突部 8 およびガイド溝がガイド機構となっている。したがって、転動体 3 は、ガイド機構によって滑り運動が防止もしくは抑制され、滑りを伴わずに転動面 5 を転動するようになっている。

[0061] また、転動体 3 は、その幾何学的な中心 3 a に対してその重心 g が偏心するように、すなわち重心 g がその幾何学的な中心 3 a に対して予め定めた距離を置いてオフセットされて構成されている。この重心 g の幾何学的な中心 3 a に対するオフセットは、前述したように転動体 3 の少なくとも一部に錘（マス）を設けたり、あるいは転動体 3 の少なくとも一部を切り欠いたり、あるいは転動体 3 の厚みをその直径方向で一方側を厚くし、他方側を薄くしたりして構成してもよい。そして、このように構成された転動体 3 は、ガイド機構によって転動室 4 の内部であって、回転部材 2 の半径方向で外周側に配置されており、またガイド機構によって転動体 3 の振動角度 θ が 0° の場合には、図 1 に示す例と同様に、転動体 3 の幾何学的な中心 3 a よりも転動面 5 の曲率中心 5 a 側にその重心 g が配置されるようになっている。

[0062] さらに、転動体 3 の幾何学的な中心 3 a から重心 g までの距離、言い換えれば、いわゆる重心 g のオフセット量は、転動体 3 がその振動角度 θ が 0° 、すなわち前述したように転動体 3 が転動室 4 に配置された最膨出位置から転動した場合に、その重心 g の軌道の少なくとも一部がサイクロイド曲線あるいはこれに近似した擬似的なサイクロイド曲線を描くための距離であり、したがってこれは、実験やシミュレーションなどにより予め求めておくことができる。

[0063] つぎに、前述したように構成されたこの発明に係るダイナミックダンパの作用について説明する。図 15 に、前述したように構成された転動体 3 の重心 g の軌道を破線 B を用いて示してある。制振対象の回転部材 2 の回転数が上昇あるいは下降してある程度の大きさのトルク変動あるいはこれに起因す

る振り振動が回転部材 2 に作用し、これがダイナミックダンパ 1 に入力されると、転動体 3 はその振動角度に応じて回転部材 2 の回転方向とは相対的に反対方向に転動面 5 を転動する。また転動体 3 は、前述したように、その幾何学的な中心 3 a に対してその重心 g が所定距離を置いて偏心しているから、その重心 g の軌道は、図 1 5 に実線 C を用いて示したように、振動角度の増大にともなうその軌道の各点における曲率半径が次第に小さくなり、その重心 g の軌道の少なくとも一部がサイクロイド曲線あるいはこれに近似した擬似的なサイクロイド曲線を描くことができる。

[0064] したがって、図 1 4 および図 1 5 に示す構成においても、転動体 3 を前述したように転動室 4 に配置し、また、転動体 3 の重心 g をその幾何学的な中心 3 a よりも転動面 5 の曲率中心 5 a 側に予め定められた距離を置いて偏心させることにより、転動にともなう転動体 3 の重心 g の軌道の少なくとも一部は、図 1 4 および図 1 5 に実線 C を用いて示したように、サイクロイド曲線あるいはこれに近似した擬似的なサイクロイド曲線を描く。すなわち、転動体 3 はサイクロイド振子あるいは擬似的なサイクロイド振子のように振子運動するから、その次数を設計する場合に転動体 3 の振動角度を考慮に入れる必要がない。その結果、設計した転動体 3 の振子運動次数と実際の転動体 3 の振子運動次数との乖離を小さくできる。言い換えれば、回転部材 2 あるいは転動体 3 の振動角度 θ に因らずに、回転部材 2 に作用する振り振動次数に転動体 3 の振子運動次数を共振させ、その回転部材 2 に作用する振り振動次数を吸収もしくは減衰させることができる。すなわち、転動体 3 の重心 g をその幾何学的な中心 3 a に対して偏心させ、その重心 g の軌道の少なくとも一部をサイクロイド曲線もしくはこれに近似した擬似的なサイクロイド曲線にすることにより、制振性能を向上できる。

[0065] また、前述した構成においても、ガイド機構によって、転動体 3 の転動面 5 に対するいわゆる滑り運動は防止もしくは抑制され、転動体 3 をその設計した振子運動次数で振子運動させることができる。また、ガイド機構を設けることにより、転動体 3 を転動室 4 の内部であって、回転部材 2 の半径方向

で外周側に配置でき、ダイナミックダンパ1の慣性モーメントを相対的に大きくできる。また、ガイド溝の長さを規制することにより、転動体3の転動距離を規制し、その転動面5を転動可能な範囲において転動体3を振子運動させることができる。

[0066] したがって、この発明によれば、転動体の重心をその幾何学的な中心に対して偏心させ、またガイド機構によって、転動体を曲率が一定の転動面に対して転動させることにより、転動体の重心の瞬間中心を変化させ、その重心の軌道をサイクロイド曲線あるいはこれに近似した擬似的なサイクロイド曲線にすることができる。その結果、回転部材に対する転動体の振動角度の大きさに因らずに、転動体の振子運動次数に等しい回転部材のトルク変動あるいはこれに起因する振り振動の次数を吸収もしくは減衰させることができる。

[0067] 言い換えれば、この発明によれば、転動体の振動角度が大きい場合であっても、回転部材の振り振動次数に転動体の振子運動次数を共振させ、回転部材の振り振動次数を吸収もしくは減衰することができる。すなわち、この発明によれば、擬似的なサイクロイド式のダイナミックダンパを実現することができる。また、ガイド機構を構成するガイド溝の長さを所定の長さにすることにより、転動体を転動室の内部であって、かつ回転部材の半径方向で外周側に配置できるとともに、転動体が転動面を転動する範囲を規制することができる。したがって、ダイナミックダンパの小型化を図ることができる。

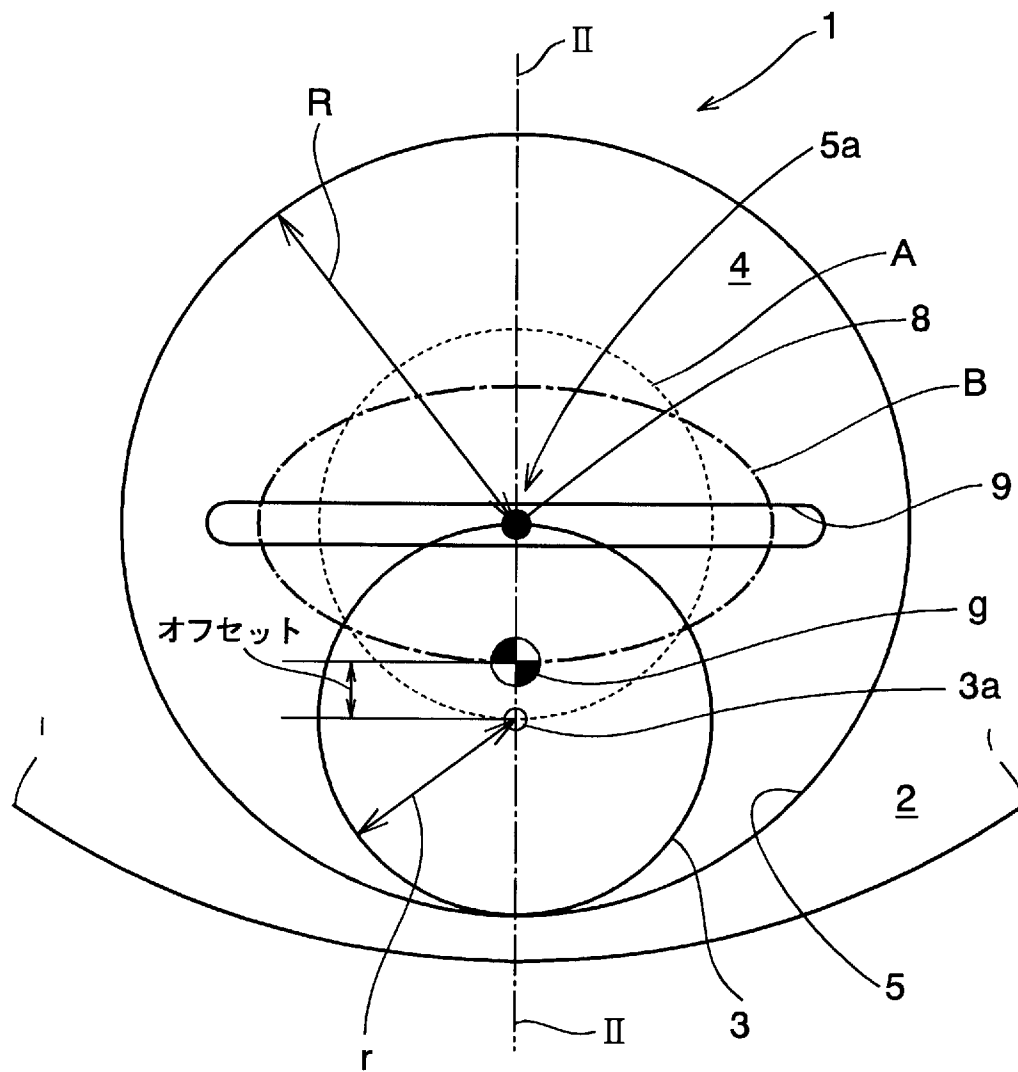
請求の範囲

- [請求項1] 回転する回転部材に設けられた転動室に、前記回転部材に作用するトルク変動に応じて転動する転動体を収容するとともに前記転動室の内周面に前記転動体が転動する転動面が形成されているダイナミックダンパにおいて、
- 前記転動面は一定曲率の円弧面として形成され、
- 前記転動体は、前記転動面よりも曲率半径が小さい円形断面を備え、るとともにその転動体の重心はその幾何学的な中心に対して偏心しており、かつ
- その転動体を前記転動面に対して転動させるガイド機構を備えている
- ことを特徴とするダイナミックダンパ。
- [請求項2] 前記転動体は、その転動にともなう前記転動面の曲率中心から前記転動体の重心までの距離が最も短くなった場合に、その重心を挟んで前記転動面の曲率中心とは反対側に前記転動体の幾何学的な中心が配置されることを特徴とする請求項1に記載のダイナミックダンパ。
- [請求項3] 前記ガイド機構は、前記転動体の外周縁と前記転動室の内部における前記回転部材の回転面に平行な面とのいずれか一方に設けられ、前記回転部材の軸線方向に突出した突部と、いずれか他方に設けられ、その突部を遊嵌するガイド溝とを備えていることを特徴とする請求項1に記載のダイナミックダンパ。
- [請求項4] 回転する回転部材に設けられた転動室に、前記回転部材に作用するトルク変動に応じて転動する転動体を収容するとともに前記転動室の内周面に前記転動体が転動する転動面が形成されているダイナミックダンパにおいて、
- 前記転動室の内径に対する前記転動体の外径の比率が $1/2$ であって、
- 前記転動体は、その重心がその幾何学的な中心に対して偏心される

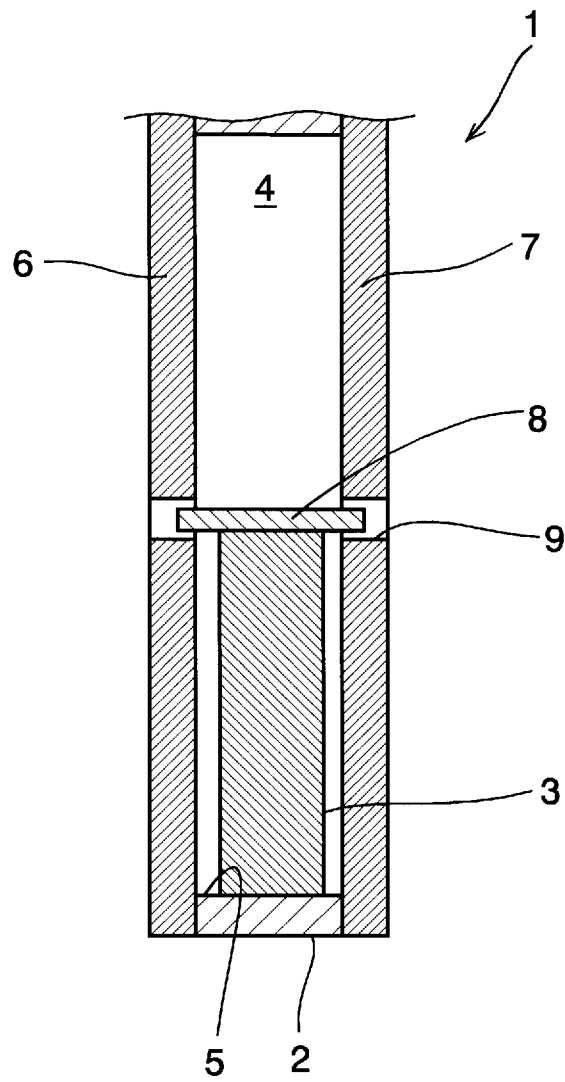
とともに、前記転動面の曲率中心から前記転動体の重心までの距離が最も短くなった場合に、その重心を挟んで前記転動面の曲率中心とは反対側に前記転動体の幾何学的な中心が配置され、かつ

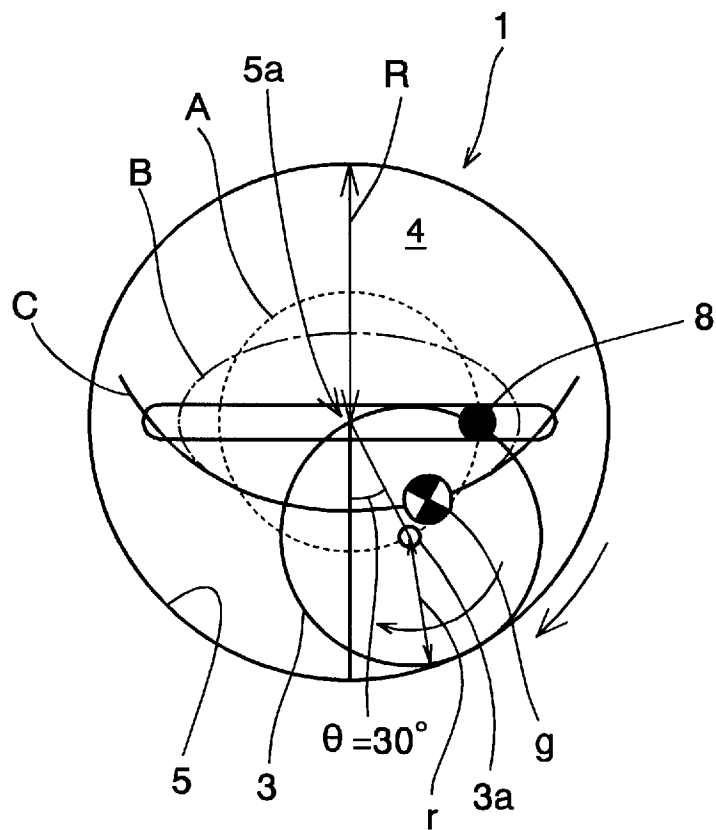
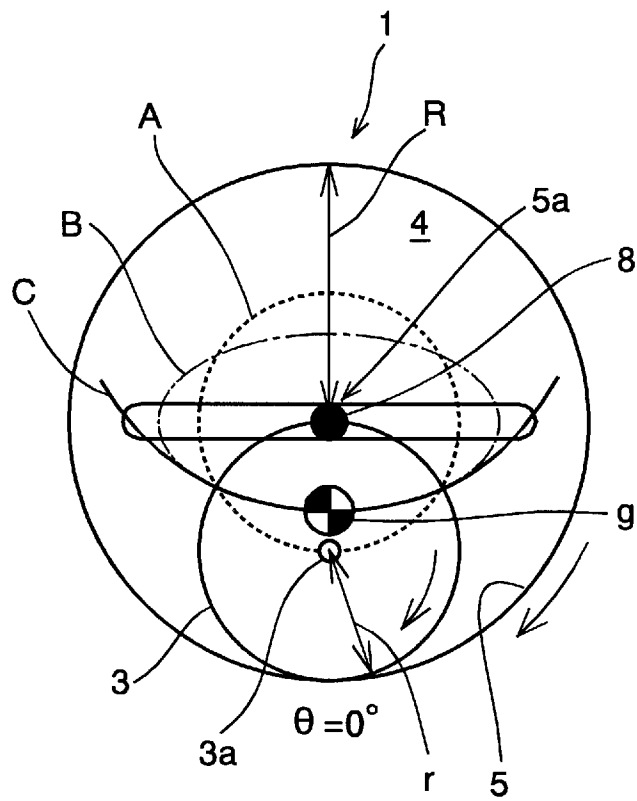
前記転動面の曲率中心から前記転動体の重心までの距離が最も短くなった場合における前記転動面の曲率中心と前記転動体の重心とを結んだ直線に対して直交する向きに、前記転動体を前記転動面に対して転動させるガイド機構を備えていることを特徴とするダイナミックダンパ。

[図1]

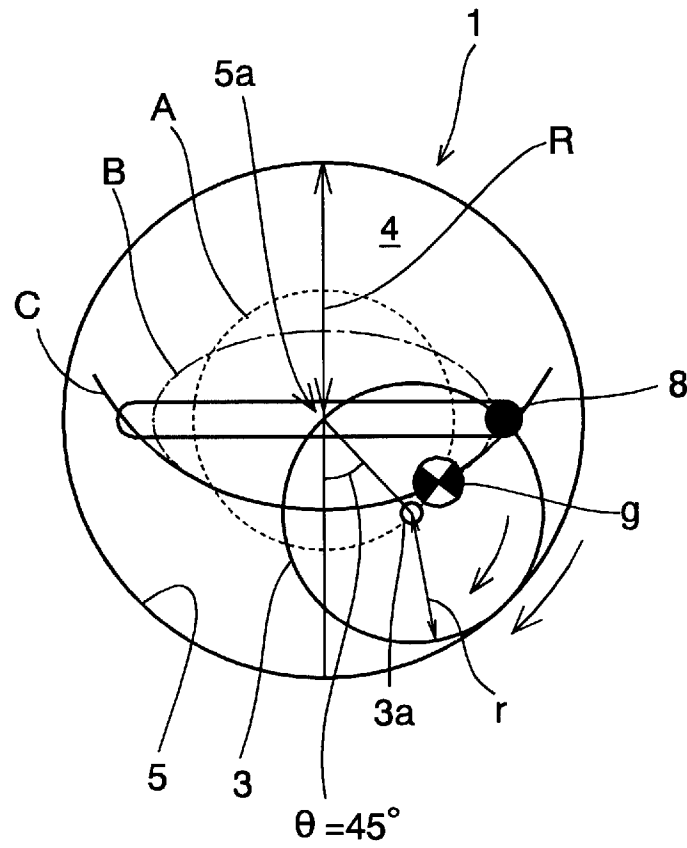


[図2]



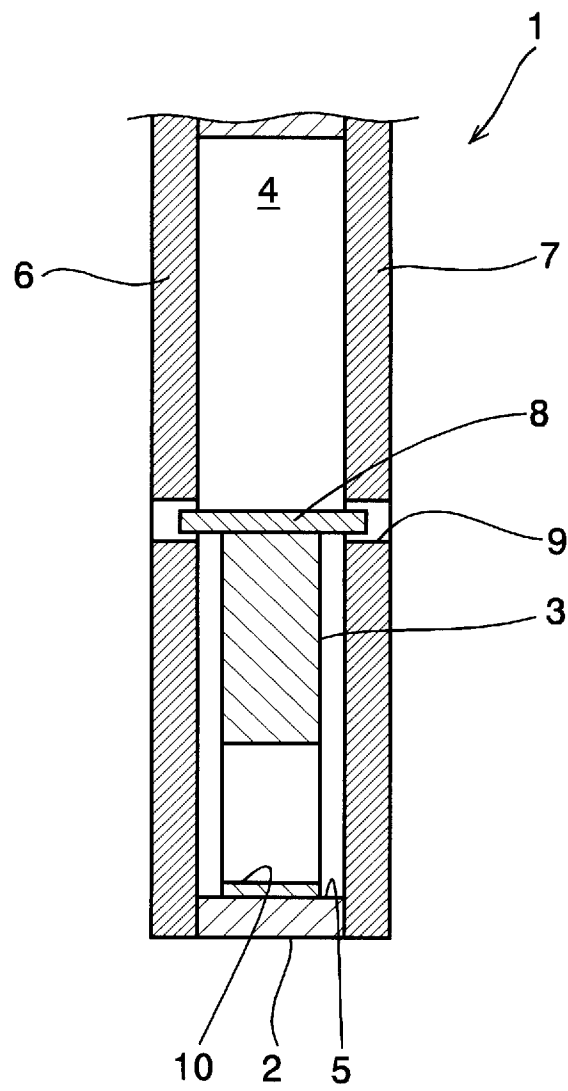


[図5]

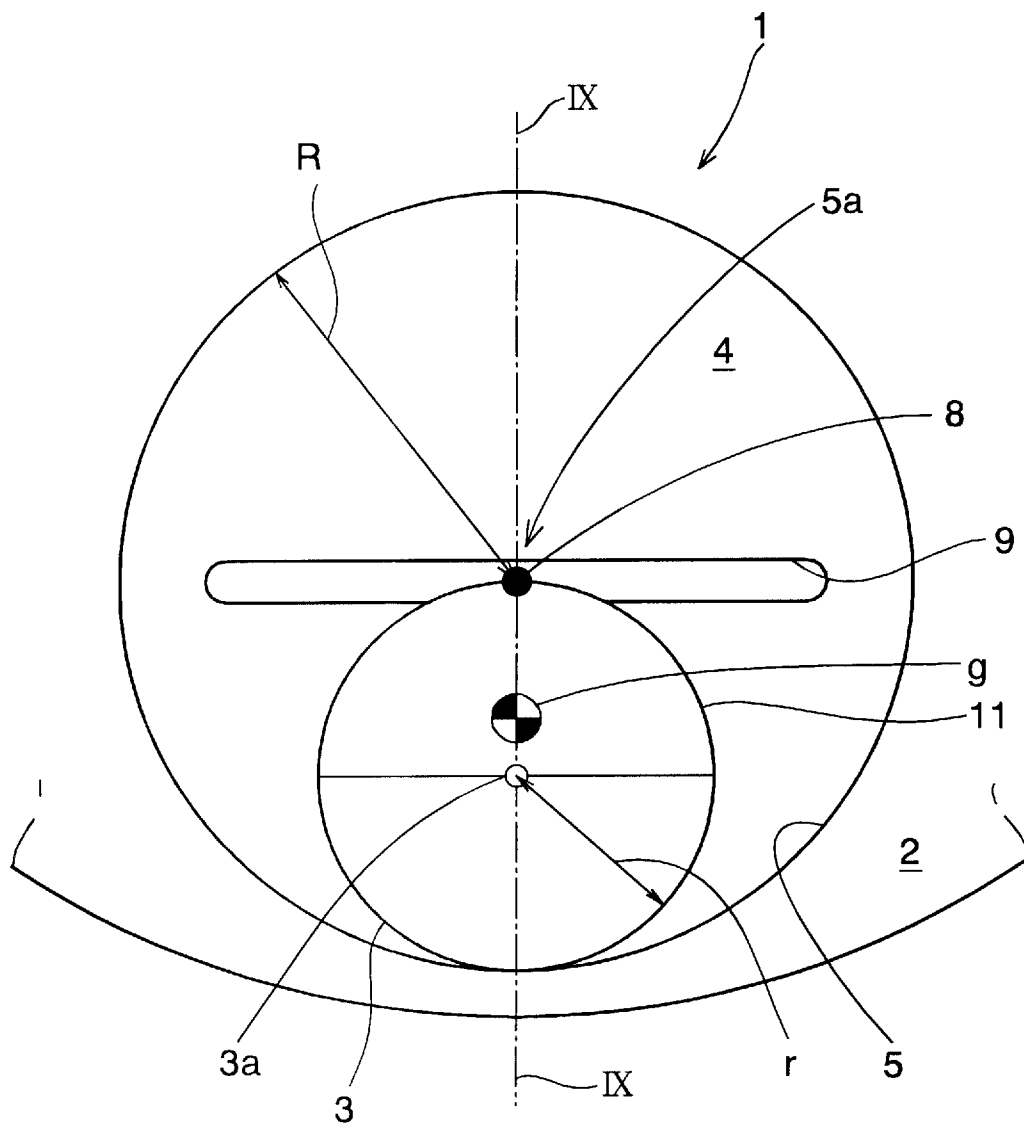


The diagram shows a large circle labeled 1. Inside it are two smaller concentric circles, 2 and 3. A horizontal bar 4 passes through the center of circle 1. A vertical dashed line VII passes through the centers of all three circles. A point 8 is at the intersection of bar 4 and line VII. Below 8 is a shaded circle 9. Further down is a small circle 10. Various other labels include R (radius), r (radius), 5, 5a, 6, 7, 9, and 10.

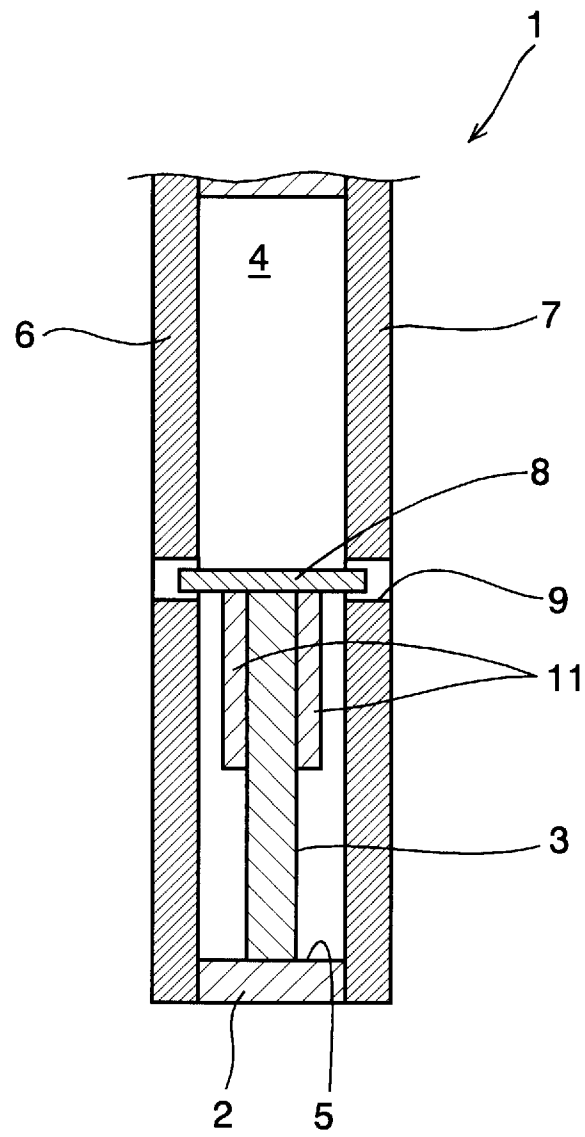
[図7]



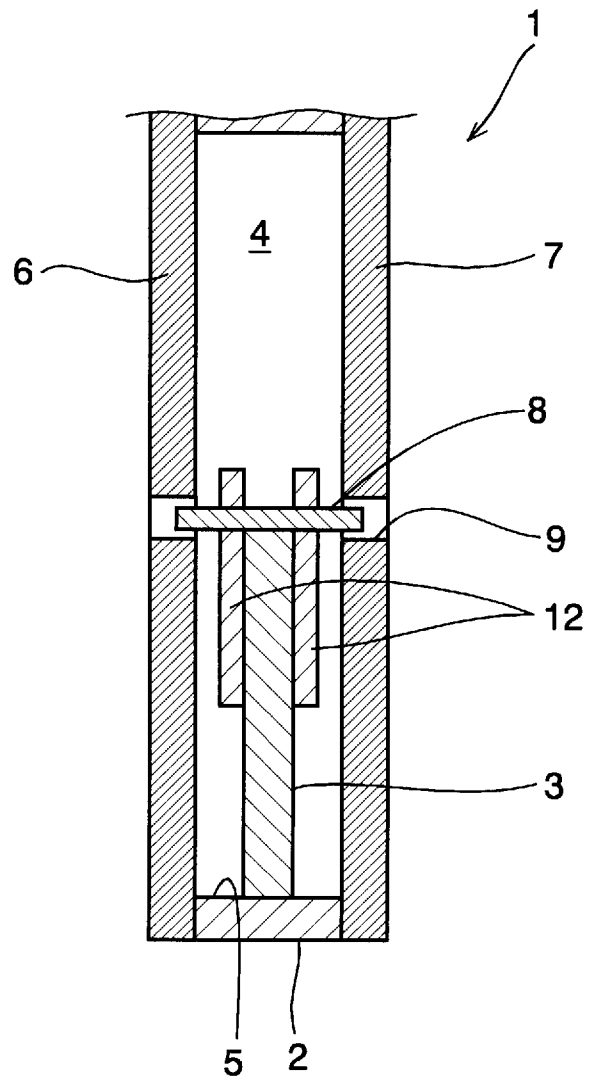
[図8]



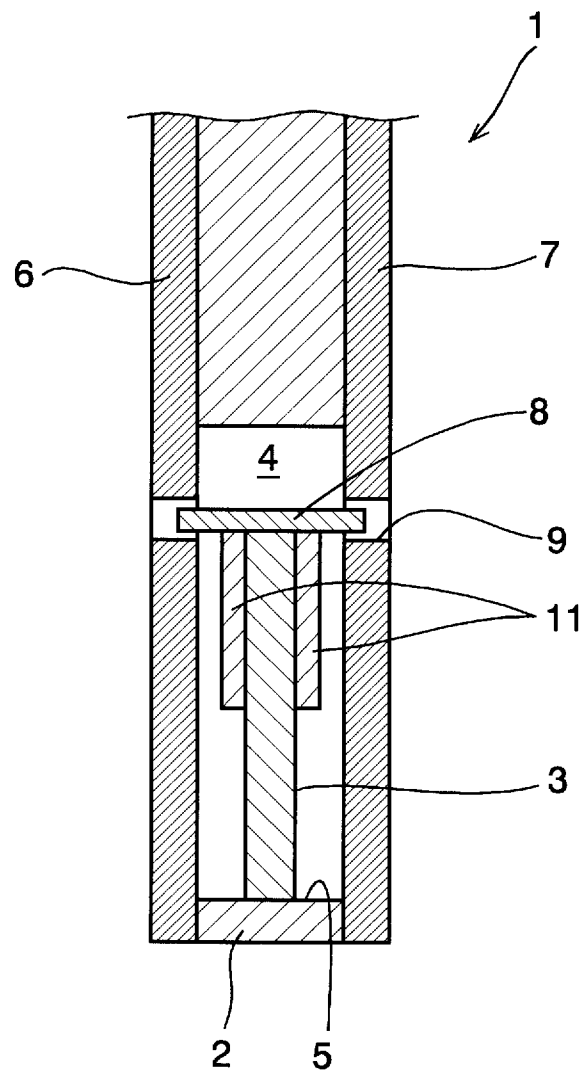
[図9]



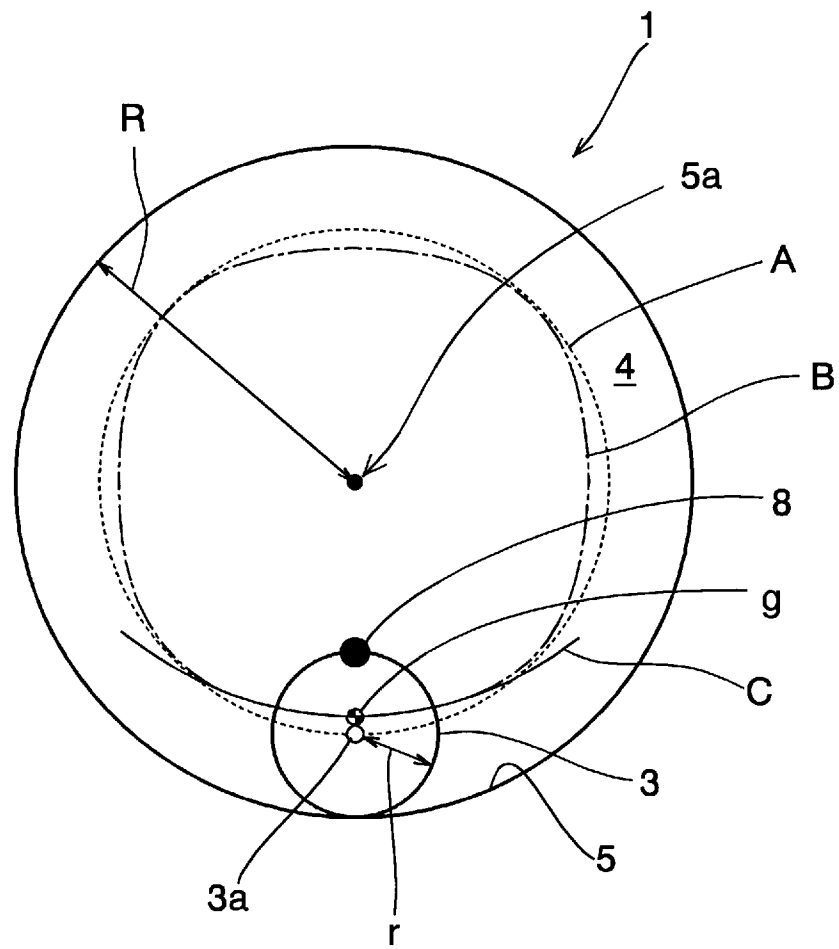
[図11]



[図13]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/056654

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16F15/14 (2006.01) i, F16F15/10 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F16F15/14, F16F15/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-297844 A (NOK Vibracoustic Co., Ltd.), 24 October 2000 (24.10.2000), fig. 3 (Family: none)	1-4
Y	JP 2000-18329 A (Unisia Jecs Corp.), 18 January 2000 (18.01.2000), fig. 1 (Family: none)	1-4
A	JP 2001-153185 A (NOK Vibracoustic Co., Ltd.), 08 June 2001 (08.06.2001), fig. 1 (Family: none)	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
28 April, 2010 (28.04.10)

Date of mailing of the international search report
18 May, 2010 (18.05.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/056654

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-372102 A (Nippon Soken, Inc.), 26 December 2002 (26.12.2002), fig. 6 (Family: none)	1-4
A	JP 2000-297843 A (NOK Vibracoustic Co., Ltd.), 24 October 2000 (24.10.2000), fig. 3 (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. F16F15/14(2006.01)i, F16F15/10(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. F16F15/14, F16F15/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2000-297844 A (エヌ・オー・ケー・ビブラコースティック株式会社) 2000.10.24, 図3 (ファミリーなし)	1 - 4
Y	JP 2000-18329 A (株式会社ユニシアジェックス) 2000.01.18, 図1 (ファミリーなし)	1 - 4
A	JP 2001-153185 A (エヌ・オー・ケー・ビブラコースティック株式会社) 2001.06.08, 図1 (ファミリーなし)	1 - 4

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 8 . 0 4 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

1 8 . 0 5 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

所村 陽一

3 W

9 7 1 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 6 8

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2002-372102 A (株式会社日本自動車部品総合研究所) 2002. 12. 26, 図 6 (ファミリーなし)	1 - 4
A	JP 2000-297843 A (エヌ・オー・ケー・ビブラコースティック株式 会社) 2000. 10. 24, 図 3 (ファミリーなし)	1 - 4