

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 4 区分

【発行日】平成 18 年 8 月 24 日 (2006.8.24)

【公表番号】特表 2002-525007(P2002-525007A)

【公表日】平成 14 年 8 月 6 日 (2002.8.6)

【出願番号】特願 2000-568169(P2000-568169)

【国際特許分類】

H 0 2 K 33/18 (2006.01)

H 0 2 K 33/16 (2006.01)

【F I】

H 0 2 K 33/18 A

H 0 2 K 33/16 A

【手続補正書】

【提出日】平成 18 年 7 月 4 日 (2006.7.4)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】振動するバネ質量体システムを備えた電磁アクチュエータ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】以下の構成要素、

- 所定の磁化方向を有する少なくとも一つの磁石 (4 a , 4 b) と、
 - コイル (6) と磁石 (4 a , 4 b) の間に空隙 (8) が残り、アクチュエータ (2) の静的な状態で磁石 (4 a , 4 b) が、コイル (6) の長手方向に見て、コイル (6) の両端部から突出するように、コイル (6) が磁石 (4 a , 4 b) に対して配置されていて、長手軸が磁石 (4 a , 4 b) の磁化方向に対して大部分垂直に向き、電流を通電できる導電性のコイル (6) と、
 - コイル (6) が巻装されていて、コイル (6) の長手方向に見て、コイル (6) の上と下に高透磁率の強磁性材料のカラー状の突起 (12 a , 12 b) で終わる高透磁率の強磁性磁芯 (10) と、
- を有するアクチュエータ (2) において、
- 磁石 (4 a , 4 b) を高透磁率の強磁性カバー (14) の中に埋め込み、このカバーが少なくともコイル (6) とは反対の磁石 (4 a , 4 b) の面 (16) と、コイル (6) の長手方向に見て、磁石 (4 a , 4 b) の上面 (18) と下面 (20) を完全に覆い、
 - 埋め込まれた磁石 (4 a , 4 b) を静的に支持し、コイル (6) に交流を通電した時にコイル (6) が磁芯 (10) を含めてコイルの長手方向に振動を完全に行うように、コイル (6) が磁芯 (10) を含めてバネ付勢されて支持されているか、
 - あるいは磁芯 (10) を含めてコイル (6) を静的に支持し、コイル (6) に交流を通電した時に埋め込まれた磁石 (4 a , 4 b) が振動を完全に行うようにバネ付勢されて支持されている、
- ことを特徴とするアクチュエータ (2)。

【請求項 2】以下の構成要素、

- 半径方向に磁化されたリング状の磁石 (4) ,
- 長手軸が磁化の半径方向に対して垂直に配置され、磁石 (4) とコイル (6) の間に空隙 (8) が残るように、リング状の磁石 (4) により同心状に取り囲まれている導電性のコイル (6) ,

を含むことを特徴とする請求項 1 に記載のアクチエータ (2)。

【請求項 3】 以下の構成要素、

- 一方の磁石 (4 a) の磁化が正の y 方向に向き、他方の磁石 (4 b) の磁化が負の y 方向に向き、磁石 (4 a , 4 b) の各々を高透磁率の強磁性カバー (1 4) の中に埋め込み、このカバーがコイルとは反対の磁石 (4 a , 4 b) の端面 (1 6) と、面の法線が正または負の z 方向を向いている磁石 (4 a , 4 b) の面 (1 8 , 2 0) を少なくとも部分的に覆い、面の法線が正または負の y 方向を向く端面を有する互いに間隔を保って配置された大部分直方体の磁石 (4 a , 4 b) および、

- 長手軸が z 方向を向き、電流を通電でき、コイル (6) と磁石 (4 a , 4 b) の各々の間に空隙 (8 a , 8 b) が残るように磁石 (4 a , 4 b) の間に配置されている導電性のコイル (6) ,

を有することを特徴とする請求項 1 に記載のアクチエータ (2)。

【請求項 4】 コイル (6) は調整可能な電気消費体 (7 2) , 特に可変抵抗 (7 2) により短絡されていることを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項に記載のアクチエータ (2)。

【請求項 5】

- 埋め込まれた磁石 (4 a , 4 b) は静的に支持され、コイル (6) が磁芯 (1 0) を含めてエラストマー軸受 (6 6) によりバネ付勢されて支持されているか、

- あるいはコイル (6) が磁芯 (1 0) を含めて静的に支持され、埋め込まれた磁石がエラストマー軸受 (6 6) によりバネ付勢されて支持されている、

ことを特徴とする請求項 4 に記載のアクチエータ (2)。

【請求項 6】 磁石 (4 a , 4 b) は静的に支持され、コイル (6) が磁芯 (1 0) を含めて長手軸がコイル (6) の長手軸に延びているコイルバネ (2 2 a , 2 2 b) によりバネ付勢されて支持されていることを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項に記載のアクチエータ (2)。

【請求項 7】 磁石 (4 a , 4 b) は静的に支持され、コイル (6) が磁芯 (1 0) を含めて板バネ (2 6 , 2 8) によりバネ付勢されて支持されていることを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項に記載のアクチエータ (2)。

【請求項 8】 コイル (6) の長手方向に見て、磁芯 (1 0) の上と下に少なくとも一つの板バネ (2 6 , 2 8) を配置し、この板バネが一方で磁芯 (1 0) に機械的に接続し、他方でハウジング (2 4) の静的な軸受の中に動かないように挟持されていることを特徴とする請求項 7 に記載のアクチエータ (2)。

【請求項 9】 コイル (6) の長手方向に見て、磁芯 (1 0) の上と下に少なくとも一つの板バネ (2 6 , 2 8) を配置し、この板バネが中間領域で磁芯 (1 0) に機械的に接続し、端部で挟持されていることを特徴とする請求項 7 に記載のアクチエータ (2)。

【請求項 10】 板バネ (2 6 , 2 8) の各々は端部でそれぞれ可動軸受 (4 4 a , 4 4 b) の中に挟持されていることを特徴とする請求項 9 に記載のアクチエータ (2)。

【請求項 11】 板バネ (2 6 , 2 8) の各々は端部で動かないように挟持され、その長手方向に回転することを特徴とする請求項 9 に記載のアクチエータ (2)。

【請求項 12】 コイル (6) の長手方向に見て、磁芯 (1 0) の上と下にそれぞれ一つの板バネ・システムを配置し、この板バネ・システムが少なくとも二つの板バネ (2 6 , 2 8) で構成され、これ等の板バネが端部で互いに機械的に接続し、板バネ・システムの一方の板バネ (2 8) が磁芯 (1 0) に、また板バネ・システムの他方の板バネ (2 6) がアクチエータのハウジング (2 4) に機械的に動作接続していることを特徴とする請求項 7 に記載のアクチエータ (2)。

【請求項 13】 磁芯 (1 0) の上下両方に配置されている板バネ (2 6 , 2 8) は一方でコイル (6) に、また他方でコイルを流れる電流を発生させる電圧源に接続していることを特徴とする請求項 8 ~ 12 の何れか 1 項に記載のアクチエータ (2)。

【請求項 14】 コイル (6) は磁芯 (1 0) を含めて静的に支持され、埋め込まれた磁石 (4 a , 4 b) は板バネ (2 6 , 2 8) によりバネ付勢されて支持されていること

を特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項に記載のアクチエータ (2)。

【請求項 1 5】 コイル (6) の長手方向に見て、磁芯 (1 0) の上と下に少なくとも一つの板バネ (2 6 , 2 8) が配置され、その一端が埋め込まれた第一磁石 (4 a) に機械的に接続し、その他端が埋め込まれた第二磁石 (4 a) に機械的に接続し、その中間領域で固定されていることを特徴とする請求項 3 に記載のアクチエータ (2)。

【請求項 1 6】 強磁性の磁芯 (1 0) と強磁性のカバー (1 4) は絶縁層で互いに分離された高透磁性の強磁性の板で構成されていることを特徴とする請求項 1 ~ 1 5 の何れか 1 項に記載のアクチエータ (2)。

【請求項 1 7】 板は電磁鋼板であることを特徴とする請求項 1 5 に記載のアクチエータ (2)。

【請求項 1 8】 磁石 (4) あるいは磁石 (4 a , 4 b) は永久磁石で構成されていることを特徴とする請求項 1 ~ 1 6 に記載のアクチエータ (2)。

【請求項 1 9】 永久磁石の少なくとも一つは希土類磁石で構成されていることを特徴とする請求項 1 8 に記載のアクチエータ (2)。

【請求項 2 0】 磁石 (4) あるいは磁石 (4 a , 4 b) は電磁石で構成されていることを特徴とする請求項 1 ~ 1 7 に記載のアクチエータ (2)。

【請求項 2 1】 磁芯 (1 0) は二重 T 字型の磁芯 (1 0) として形成され、その長手軸はコイル (6) の長手軸に一致していることを特徴とする請求項 3 ~ 2 0 の何れか 1 項に記載のアクチエータ (2)。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

この発明は、以下の構成要素、

- 所定の磁化方向を有する少なくとも一つの磁石と、
 - コイルと磁石の間に空隙が残り、アクチエータの静的な状態で磁石が、コイルの長手方向に見て、コイルの両端部から突出するように、コイルが磁石の磁化方向にずらして磁石と並んで配置されていて、長手軸が磁石の磁化方向に対して大部分垂直に向き、電流を通電できる導電性のコイルと、
 - コイルが巻装されていて、コイルの長手方向に見て、コイルの上と下に高透磁率の強磁性材料のカラー状の突起で終わる高透磁率の強磁性磁芯と、
- を有するアクチエータに関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

冒頭に述べた種類のアクチエータには、導電性コイルに交流を流すと励起されて振動する振動性の質量体バネシステムがある。これ等のアクチエータは種々の目的のために、例えばポンプ内のリニヤーモータとして、振動発生器として、あるいは振動減衰器として使用される。最後に述べた場合では、冒頭に述べた種類のアクチエータが振動部材と機械的に動作連結し、アクチエータの中で部品の振動に重畳する振動が生じる。アクチエータ内で発生する振動の振幅、周波数および位相を適当に選ぶと、部材の振動は低減または減衰する。

【 0 0 0 3 】

ドイツ特許第 43 01 845 号明細書により、往復運動している機械部品に対して能動的な振動減衰器として使用されるアクチエータが知られている。この能動的な振動減衰器には機械部品に固定された支持板があり、この支持板には導電性の浸漬コイルが動かないように配置されている。この浸漬コイルはポット磁石により半径方向に内側と半径方向に外側に同心状に取り囲まれている。このポット磁石はバネ部材により能動的な振動減衰器の支持板にバネ付勢されて接続され、浸漬コイルの軸に平行に向いた案内体により案内される。導電性の浸漬コイルに交流を流すと、ポット磁石は振動を始める。ポット磁石の振動は機械部品の振動に重畳するので、この振動を低減もしくは減衰させる。

【 0 0 0 4 】

ドイツ特許第 43 01 845号明細書により周知の能動的な振動減衰器は比較的簡単な構造であり、ポット磁石の案内体により保証される常時一定にされる空隙の間隔幅により充分直線状の駆動特性を有する。しかし、ポット磁石で生じる減衰力は構造の大きさに比べて比較的小さいことが確認できる。何故なら、能動的な振動減衰器内では比較的小さい周期的な励起力が生じ、減衰力が励起力の振幅に比例するからである。つまり、振動減衰器内では専ら電気力学的な力が励起力として働き、この力は浸漬コイルに電流が流れると浸漬コイルとポット磁石の間に生じる。振動減衰器内で発生する減衰力も振動質量の大きさに比例するので、この問題は基本的にポット磁石を大きくして解決できる。しかし、このためには能動的な振動減衰器を使用するどの場合でも、充分大きな構造空間を使用できない。この問題も、基本的には、振動するバネ質量体システムの固有周波数を減衰させるべき周波数範囲内に置くことにより解決できる。何故なら、この場合には慣性質量の振幅が適当に小さく減衰した時に非常に大きな値を占めるからである。しかし、減衰が少なければ、それに応じて望む共鳴の上昇の帯域幅も小さくなるので、狭い周波数範囲内でのみ大きな慣性力を得る。要約すれば、ドイツ特許第 43 01 845号明細書による周知の能動的な振動減衰器により振動システムの構造容積が予め指定されている場合(つまり、ポット磁石の質量が予め与えられている場合)ただ比較的小さい減衰力しか生じないことが確認できる。こうして、比較的小さな力だけで減衰させることができる。

【 0 0 0 5 】

論文 Modeling and Analysis of a new Linear Actuator by Renato Carlson, Nelson Sadowski, Alberto M. Beckert, Nelson J. Batistela (Industry Applications Conference 1995, 30. IAS Meeting IAS '95, Conference Record of the 1995 IEEE, 8 12, 10, 19 95, Orlando, Floridaで公開)により冒頭に述べた種類のリニヤーアクチュエータが知られている。このアクチュエータは二つの直方体の永久磁石を有し、これ等の永久磁石の間に導電性コイルが配置されていて、このコイルは二重のT字型の鉄心に巻き付けてある。永久磁石の磁化はこれ等の永久磁石の間に配置されている導電性コイルの方に向き、コイルの長手方向に見て永久磁石の上面と下面が鉄で覆われている。両方の直方体の永久磁石は二つの直方体の鉄ブロックの間に配置されている。更に、永久磁石とこれ等の永久磁石を上端と下端で覆う磁束案内片がコイルパネによりパネ付勢されて保持されているが、リニヤーアクチュエータの残りの部材は静的に保持されている。導電性コイルに交流を流すと、パネ付勢されて支持されている永久磁石が励起されて振動する。

【 0 0 0 6 】

上記論文のリニヤーアクチュエータでは大きな外部励起力が発生する。何故なら、静的に支持されているアクチュエータの部分とパネ付勢されて支持されているアクチュエータの部分の間に、電気力学的な力の外に、更に磁気リラクタンس力が作用する。その場合、上記の二つの力は全て同じ方向に作用し、加算されて大きな合成力となる。従って、上記論文のリニヤーアクチュエータでは比較的小さな構造形状でも大きな励起力が発生する。しかし、上記論文で知られているリニヤーアクチュエータは構造が複雑であることを確認できる。何故なら、このアクチュエータは多数の部材を含み、これ等の部材が空隙により互いに離されているからである。

【 0 0 0 7 】

この発明の課題は単純な構造で、大きな励起力を発生させることのできるアクチュエータを提供することにある。

【 0 0 0 8 】

請求項 1 の特徴構成によれば、冒頭に述べた種類のアクチュエータを前提として、上記の課題は、

- 磁石を高透磁率の強磁性カバーの中に埋め込み、このカバーが少なくともコイルとは反対の磁石の面と、コイルの長手方向に見て、磁石の上面と下面を少なくとも部分的に覆い、
- 埋め込まれた磁石を静的に支持し、コイルが磁芯を含めてコイルの長手方向に振動を完全に行うように、コイルが磁芯を含めてパネ付勢されて支持されているか、

- あるいは磁芯を含めてコイルを静的に支持し、埋め込まれた磁石がコイルの長手方向に振動を完全に行うようにバネ付勢されて支持されている、
ことにより解決されている。

【 0 0 0 9 】

アクチエータのコイルに交流を流すと、アクチエータの振動可能に支持されている部材が振動でずれる。

【 0 0 1 0 】

このアクチエータは、冒頭に述べた応用の外に、自動車にバネ付勢して支持されている質量体を励起して振動させ、この振動を自動車内の乱れた振動をできる限り減衰させるように乱れた振動に重ねるという目的をもって使用される。この場合、アクチエータの振動する質量体を励起する力とは他のバネ質量システムの励起力として利用される。この発明によるアクチエータの振動する質量体により大きな励起力が発生するので、自動車の中で大きな質量体が励起されて振動する。例えば、自動車のバッテリーをバネ付勢して支持でき、アクチエータで励起して振動させることができる。

【 0 0 1 1 】

この発明により得られる利点はアクチエータの構造が単純である点にある。何故なら、このアクチエータの部品数が少ないからである。アクチエータは、最も単純な場合、二つの部材だけで構成されている。つまり磁芯の周りに巻装されたコイルと磁石で構成され、アクチエータの両方の部材の一方がバネ付勢されて支持されている。この単純な構造にも係わらず、アクチエータの内部に大きな励起力が生じる。何故なら、アクチエータの中で電気力学的な力の外に、導電性コイルに交流を流すと、同じ向きのリラクタンس力も作用するからである（詳しくは図面の説明を参照）。この発明の他の利点はアクチエータで磁石と導電性コイルの間にただ一つの空隙しかない点にある。空隙の個数は論文 "Modeling and Analysis of a new Linear Actuator" で知られているアクチエータに比べて減らされている。空隙の個数が少ないため、アクチエータでは磁束損失が少なくなるので、発生する磁場をより良く利用できる。

【 0 0 1 2 】

請求項 2 によるこの発明の第一実施例では、アクチエータが以下の構成要素、

- 半径方向に磁化されたリング状の磁石、
 - 長手軸が磁化の半径方向に対して垂直に配置され、磁石とコイルの間に空隙が残るように、リング状の磁石により同心状に取り囲まれている導電性のコイル、
- を有する。

【 0 0 1 3 】

この実施例の利点は、アクチエータがコイルの長手方向に対して回転対称な構造となり、磁石とコイルの間にただ一つのリング状の空隙が生じるため、アクチエータの構造容積が最適に利用される点にある。更に、コイルに半径方向で作用する力は全て相互に相殺されて磁場損失が少なくなるだけである。それに加えて、このアクチエータには磁石あるいは磁芯の周りに巻装されたコイルを適当に支持した場合、充分直線的な動作特性がある。何故なら、リング磁石とコイルの間の空隙の幅が変化しないからである。適当に形成された支持に関しては図面の説明を参照されたい。

【 0 0 1 4 】

請求項 3 のこの発明の第二実施例によれば、アクチエータが以下の構成要素、

- 一方の磁石の磁化が正の y 方向に向き、他方の磁石の磁化が負の y 方向に向き、磁石の各々を高透磁率の強磁性カバーの中に埋め込み、このカバーがコイルとは反対の磁石の端面と、面の法線が正または負の z 方向を向いている磁石の面を少なくとも部分的に覆い、面の法線が正または負の y 方向を向く端面を有し、互いに間隔を保って配置された大部分直方体の磁石および、
 - 長手軸が z 方向を向き、電流を通電でき、コイルと磁石の各々の間に空隙が残るように磁石の間に配置されている導電性のコイル、
- を有する。

【 0 0 1 5 】

この第二実施例を記述するため、アクチエータの個別部材の向きを明確にする直交座標系を導入する。この場合、磁石の磁化方向を y 方向であることを前提とする。

【 0 0 1 6 】

この第二実施例の利点は、アクチエータの磁石が簡単な直方体構造であるため、簡単に作製できる点にある。この実施例の他の利点は、アクチエータがコイルの長手軸となる $x-z$ 面に対して対称な構造であるため、この実施例でも、磁石の各々とコイルの間の両方の空隙が等しい幅を有するなら y 方向でコイルに作用する全ての力が互いに相殺される点にある。更に、このアクチエータは、磁石または磁芯の周りに巻装されたコイルを適当に支持した場合、広い直線状の駆動特性を有する。何故なら、磁石とコイルの間の空隙幅が変化しないからである。適当に形成された支持に関しては、ここでも図面の説明を参照されたい。

【 0 0 1 7 】

請求項 4 の発明の他の構成によれば、アクチエータのコイルは調整可能な電力消費体、特に可変抵抗で短絡されている。この構成によるアクチエータのパネ付勢されて支持されている部材のところに負荷が固定されていると、このアクチエータはこの負荷に対する可変減衰部を有する能動的な軸受として働く。負荷とそれに伴いパネ付勢されて支持されているアクチエータの部品が外部の影響によりコイルの長手方向に振動すると、磁石が動き、それによりコイルを貫通する磁場が時間的に絶えず変化するので、コイルの電圧が誘起し、この電圧がコイルに電流を流す。この電気エネルギーは、コイルを短絡している電力消費体の中で他のエネルギー形態に変換される。電力消費体としては電気エネルギーを熱に変換する可変抵抗を使用すると有利である。負荷の振動エネルギーを他のエネルギー形態、特に熱に変換することにより、負荷の振動が減衰する。この場合、減衰の程度は調整可能な電力消費体により調整できる。この減衰は、例えば電気抵抗を大きくすればそれに応じて大きくなる。負荷としては、例えば自動車のエンジンが考えられる。

【 0 0 1 8 】

請求項 4 のアクチエータでは、このアクチエータの可動部材が、請求項 5 で指定しているようなエラストマー軸受でパネ付勢されて支持されていると有利である。この代わりに、例えばスチールもしくはガラス繊維強化された合成樹脂による他の支持パネも使用できる。

【 0 0 1 9 】

請求項 6 の発明の他の構成によれば、磁石は静的に支持され、長手方向がコイルの長手方向に一致しているコイルパネで磁芯を含めてコイルはパネ付勢されて支持されている。これ等のコイルパネはコイルの長手軸に同心状に配置されていると有利である。

【 0 0 2 0 】

請求項 7 の発明の他の構成によれば、磁石は静的に支持され、板パネで磁芯を含めてコイルがパネ付勢されて支持されている。この構成の利点は板パネがコイルパネと同じように一方の方向に「柔軟」であるが、コイルパネと異なりこの方向に垂直に力を受け止め、大きく変形しない点にある。これ等の板パネは変形することなく力を受け止める板パネが空隙を補償する（あるいはその柔軟な方向がコイル、の長手軸の方向に一致する）ようにアクチエータの中に並べてあるので、アクチエータが動作する時に空隙の幅が充分一定に維持される。

【 0 0 2 1 】

請求項 8 の発明の他の構成によれば、コイルの長手方向に見て磁芯の上と下に少なくとも一つの板パネが配置されている。この板パネは一方で磁芯に機械的に接続し、他方で静的な軸受の中に動かないように挟持されている。板パネの長手方向はコイルの長手軸に対して大体垂直に向いていて、それ以外では任意の方向に向く。しかし、請求項 3 の第二実施例のアクチエータでは、板パネはその長手方向が x 方向に進むように好ましくは揃えてある。板パネをこのように配置することにより、その間にコイルを配置している磁石とコイルの間の空隙の幅はコイルの振動の全過程で一定に維持されることが保証される。

【 0 0 2 2 】

請求項9の発明の他の構成によれば、コイルの長手方向に見て磁芯の上と下に少なくとも一つの板バネが配置されている。この板バネは中間領域で磁芯に機械的に接続し、両端で挟持されている。この構成の利点は、アクチュエータが動作する時に合成トルクが生じることがない点にある。請求項10の構成の第一実施例によれば、板バネの各々がその端部でそれぞれ一つの可動軸受に挟持されている。請求項11の構成の他の実施例によれば、板バネの各々がその端部で動かないように挟持されその長手方向に延びる。

【 0 0 2 3 】

請求項12の発明の他の構成によれば、コイルの長手方向に見て磁芯の上と下にそれぞれ一つの板バネシステムが配置されている。このシステムは端部で機械的に互いに接続された少なくとも二つの板バネ26, 28から成り、板バネシステムのそれぞれ一方の板バネ28は磁芯10に、また板バネシステムのそれぞれ他方の板バネ26はアクチュエータのハウジング24に機械的に接続している。板バネシステムの各々はコイルバネと同じようにコイルの長手方向に作用するが、この方向に対して垂直には剛であるので、動作中でも空隙の幅を一定に保持することが保証される。

【 0 0 2 4 】

この構成の利点は、板バネシステムが単純な構造であり、アクチュエータが動作する時でも合成トルクが発生しない点にある。

【 0 0 2 5 】

請求項13の発明の他の構成によれば、磁芯の上や下に配置されている板バネが一方でコイルに、また他方でコイルを流れる電流を発生させる電圧源に電気接続している。この構成の利点は電圧源を動かないように挟持されている板バネの端部に接続できる点にある。この例では、コイルが振動でずれた時でも、電圧源から板バネへの導電接続部が動的に負荷を受けない。板バネとコイルの導線接続部もコイルが振動した時に動的に負荷を受けない。何故なら、導電接続部の両端が振動過程でも相対的に移動しないからである。

【 0 0 2 6 】

請求項14の発明の他の構成によれば、磁芯と共にコイルが静的に支持され、埋め込まれた磁石が板バネによりバネ付勢して支持されている。

【 0 0 2 7 】

請求項15の発明の他の構成によれば、請求項3のアクチュエータの場合、コイルの長手方向に見て、磁芯の上と下に少なくとも一つの板バネが配置されている。この板バネの一端は第一磁石に機械的に接続し、他端は第二磁石に機械的に接続していて、中心領域で固定されている。

【 0 0 2 8 】

請求項16の発明の他の構成によれば、強磁性の磁芯と強磁性のカバーが高透磁性を有する強磁性の板で形成され、両者は絶縁層で互いに分離されている。この構成の利点は強磁性の磁芯や強磁性のカバーを時間的に変化する磁束が通過する時に強磁性の磁芯の内部や強磁性のカバーの内部に強い渦電流が生じることがない点にある。むしろ、渦電流は板の「厚さ」に限定されるのでそれに応じて減衰する。従って、強磁性の板内の抵抗損失とそれにより生じる強磁性の板の加熱が無視できる。この構成の他の利点は、コイルで生じる磁場の渦電流による減衰も無視できる点にある。請求項17の発明の他の構成によれば、板は電磁鋼板あるいは鉄である。

【 0 0 2 9 】

請求項18の発明の他の構成によれば、磁石は永久磁石で構成されている。この構成の利点は、磁場を発生させるため磁石に電流を供給する必要がない点にある。請求項19の発明の他の構成によれば、永久磁石の少なくとも一つを希土類磁石で形成している。この構成の利点は、希土類磁石は磁石の容積当たり大きな磁場を発生する、つまりエネルギー密度が高い点にある。

【 0 0 3 0 】

請求項20の発明の他の構成によれば、磁石は電磁石で構成されている。この構成の利

点は電磁石により特に強い磁場を発生させることができる点にある。

【0031】

請求項21の発明の他の構成によれば、コイルを巻装して磁芯が二重T字型磁芯で形成されている。この磁芯の長手軸はコイルの長手方向に一致する。この構成の利点は、そのような二重T字型磁芯を特に簡単に作製できる点にある。特にこの種の磁芯を絶縁層で互いに分離された高透磁性を有する強磁性の板で作製することが特に簡単に可能となる。

【0032】

この発明の実施例および他の利点を以下の図面に関連して説明する。

【0033】

図1はアクチエータ2を縦断面図にして示す。このアクチエータ2には正のy方向を向いた所定の磁化を示す磁石4がある。更に、このアクチエータ2には導電性コイル6がある。そのコイルの長手軸がz方向に向いているので、磁石4の磁化方向に大体垂直である。コイル6は高透磁率の強磁性磁芯10の周りに巻装されている。この磁芯はコイルの長手方向(即ちz方向)に見て、コイルの上と下で高透磁率の強磁性材料のカラー状の突起12aと12bで終わっている。このコイル6はアクチエータ2の前記構成部品の中に狭い空隙8を残すように磁石4に対して配置されている。磁石4は、図1の実施例の場合、アクチエータの静的な状態でコイル6の長手方向に見て上端や下端でコイル6から突き出ている。これは以下に説明する他の実施例の全ての磁石にも当てはまる。

【0034】

磁石4は高透磁率の強磁性カバー14の中に埋め込まれている。このカバーは磁石4のコイル6とは反対の面16と、コイルの長手方向に見て、磁石の上面18と下面20を少なくとも部分的に、好ましくは完全に覆う。強磁性のカバー14は、図示する実施例の場合およびこの発明の図示する他の全ての実施例の場合、カバー14の横端面62a, 62bが平坦(つまり突起なし)に磁石4の横端面64に移行しているように好ましくは形成されている。図示する実施例では、コイル6は磁芯10を含めてコイルバネ22aと22bによりアクチエータ2のハウジング24の中にバネ付勢して支持されている。これに反して、カバー14の中に埋め込まれている磁石4はハウジング24の中に静的に支持されている。

【0035】

カラー状の突起12aと12bは、図1に示す実施例の場合、この突起の横端面60a, 60bと強磁性カバー14の対向する横端面62a, 62bの間に幅が好ましくは0.2mm ~ 5mmの狭い空隙を残すように形成されている。この狭い空隙により、磁束がカラー状の突起12a, 12bから強磁性カバーへ流れるかあるいはその逆に流れる時に磁場損失が少なくなるだけである。コイル6はこのコイル6と磁石4の間に空隙が残るように巻装すると好ましい。この空隙は前記端面60a, 60bと62a, 62bの間の空隙と同じ幅である。この発明の他の全ての実施例でも、カラー状の突起12a, 12bはその横端面とカバー14の対向する側面の間に狭い空隙が残るように形成されている。更に、コイル6は上に説明したように磁芯10に巻装されている。

【0036】

強磁性のカバー14と、特に磁石4の上面18または下面20を覆う強磁性のカバーの部分は、厚さがDである。磁芯のカラー状の突起12a, 12bの厚さは強磁性のカバー14の厚さDより薄いと同じであると有利である。磁石4の長さはコイルの長手方向(つまりz方向)に約 $L = l + d$ である。この長さはカラー状の突起12a, 12bの厚さdに加えたコイルの長さlに相当する。コイル6と磁石4はアクチエータ2の静的な状態で磁石4が、コイル6の長手方向に見て、それぞれコイル6の上端や下端を長さd/2だけ突き出ているように互いに支持されている。上に述べた寸法は他の全ての実施例のアクチエータ2にも当てはまる。

【0037】

以下では、コイル6に交流を流した時にアクチエータ2がどのように振る舞うかを説明する。その場合、先ずコイル6を流れ電流が磁芯10の左側で紙面の中に流入するが、磁

芯の右側で紙面から流出するように向いている。この場合、コイル 6 に電流が流れて磁場が発生する。この磁場の磁力線は磁芯 10 の内部で負の z 方向に向いている。磁束はカラー状の突起 12a, 12b を通して、また磁石 4 が埋め込まれたカバー 14 を通して流れる。磁力線は図 1 に示す向きである。コイル 6 で生じる磁場によりアクチエータ 2 に種々の力が生じる。領域 A では負の z 方向に向いた力が生じ、この力は磁芯 10 とコイル 6 に作用する。この磁氣的なリラクタンس力は電流の流れるコイル 6 により生じる磁場の磁力線が領域 A で磁石 4 を貫通するか、あるいは磁石 4 を閉ざすように努めさせる。何故なら、領域 A では磁石 4 により発生する磁力線が電流の流れるコイル 6 で生じる磁力線と同じ方向に向くからである。

【0038】

領域 B では、コイル 6 に負の z 方向に向いたローレンツ力が働く。何故なら、そこではコイル 6 を流れる電流のベクトルが負の x 方向に、また磁石 4 で生じる磁場が正の y 方向に、従って、この両方のベクトルの外積が負の z 方向に向くからである。

【0039】

領域 C では、負の z 方向に向いた力が磁芯 10 とコイル 6 に働く。何故なら、この領域でコイル 6 により発生した磁力線が磁石 4 により発生した磁力線と反対の方向に向くからである。磁力線はこの領域で互いに押し合うようになり、これはコイル 6 が下に逃れることにより行われる。

【0040】

負の z 方向でコイル 6 に作用する三つの力の全てを加算すると負の z 方向に向く全ての力となる。この力はコイルを下の方に動かすためにある。電流をコイルを通して他の方向に流すと、それに応じて正の z 方向に向いた全体の力がコイルに作用し、従ってコイル 6 が正の z 方向、つまり上に移動する。結局、交流をコイル 6 に流すと、コイル 6 には、コイル 6、磁芯 10 およびコイルバネ 22a と 22b から成る質量体バネシステムを励起して振動させる周期的な合成力が作用する。

【0041】

振動する質量体バネシステム（図 1 の実施例、つまり磁芯 10 を備えたコイル 6）は静的な質量体に対して（図 1 の実施例、つまりカバー 14 を備えた磁石 4 に対して）好ましくは休止位置（図 1 参照）から最大で区間 $d/2$ だけ上または下に（ z 方向に見て）出るように支持され、最大突出から他の最大突出までの振動の全距離はカラー状の突起 12a, 12b の厚さ d に丁度一致する。アクチエータ 2 はこの領域でリニヤーに振る舞うので、簡単に制御または調整できる。突き出しは、例えばバネ付勢された軸受で（図 1 の実施例でコイルバネ 22a, 22b の対応する剛性による）制限される。全てのアクチエータ 2 は他の実施例の全てでそのように支持されている。

【0042】

この代わりに図 1 に示すアクチエータ 2 の機能は磁石 4 の磁場が正の y の方向にあるいは負の y の方向に向いているか否かに関係ないことがハッキリと強調されている。磁石 4 の磁場が負の y 方向に向いているなら、コイルを流れる所定の電流方向でのみ、コイル 6 に作用する力の方向が逆転する。更に、この代わりに図 1 に示すアクチエータ 2 の機能はコイル 6 または磁石 4 がバネ付勢されて支持されているか否かに無関係であることが明らかになる。コイル 6 の代わりに磁石 4 がバネ付勢された支持されると、対応する電流方向でバネ付勢されたコイル 6 が下に移動し、その逆なると、バネ付勢されて支持されている磁石 4 は上に移動する。この種の動的な逆転は図示する他の全ての実施例でも考えられる。

【0043】

図 2 はアクチエータ 2 を示し、この場合には図 2a はアクチエータ 2 の縦断面を示し、図 2b は図 2a に示す直線に沿った横断面を示す。図 2 のアクチエータ 2 にはリング状の磁石 4 がある。この磁石の磁化は半径方向に内側に向いている。導電性コイル 6 の長手軸は磁石 4 の磁化の半径方向に垂直に配置されている。つまり、この長手軸は z 方向に向いている。コイル 6 はリング状の磁石 4 により、コイル 6 とリング状の磁石 4 の間に空隙

8が残るように同心状に取り囲まれる。その外、図2に示すアクチエータ2は図1に示すアクチエータと同じ構造を有する。つまり、コイル6はカラー状の突起12aと12bを有する磁芯10に巻装され、リング状の磁石4はカバー14に埋め込まれ、このカバーは磁石のコイルとは反対の面16および、コイルの長手方向に見て、磁石の上面18と下面20を覆う。カラー状の突起12aと12bを有する磁芯10はコイル6を巻き付けたダンベルあるいはケーブルドラムの形である。

【0044】

図2に示すアクチエータ2の機能原理は図1に示すアクチエータ2の機能原理と同一であるので、この点には再度立ち入らない。図2に示すアクチエータ2では、図1に示すアクチエータ2の場合と全く同じに、磁芯10に巻装されがコイル6が板バネ26と28によりバネ付勢された支持されている。この場合、板バネ26はコイル6の長手方向に見て、磁芯10の上に、また板バネ28はコイル6の長手方向に見て磁芯10の下に配置されている。板バネ26と28の一端はそれぞれ間隔保持体30または32を介して磁芯10のカラー状の突起12aまたは12bに機械的に接続している。その場合、間隔保持体30または32は、中央の長手軸が、図2にも示すように、コイルの延長した長手軸に一致するように好ましくは配置されている（同じことは以下の実施例で示されている間隔保持体にも当てはまり、この間隔保持体は磁芯のカラー状の突起に機械的に接続している）。板バネ26や板バネ28のそれぞれ他端はリング状の磁石4も固定されているハウジング24に挟持されている。

【0045】

図2に示すアクチエータ2の機能に対しても、リング状の磁石4により発生する磁場が半径内側方向（つまりコイルに）へ向くか半径外側方向（つまりコイルから離れる）へ向くかは重要でない。

【0046】

図3aと3bは面の方線が正または負のy方向に向いた端面を有する互いに間隔を保った二つのほぼ長方形の磁石4aと4bを備えたアクチエータ2を示す。磁石4aの磁化は正のy方向に向いているが、磁石4bの磁化は負のy方向に向いている。二つの長方形の磁石4aと4bの間の中心に導電性コイルが配置されている。このコイルの長手軸はz方向に向いている。磁石4a、4bとコイル6の間にはそれぞれ空隙8aと8bがある。コイル6は二重T字型の磁芯10の周りに巻装されている。この磁芯はコイル6の長手方向（つまりz方向）に見て、コイルの上と下でカラー状の突起12aと12bで終わっている。磁石4aと4bの各々は、図3aと3bに示すアクチエータ2の場合、高透磁率の強磁性カバー14の中に埋め込まれている。このカバーはそれぞれコイル6とは反対の面16aや16bおよびコイルの長手方向に見て磁石の上面18と下面20を覆っている。

【0047】

図3aと3bに示すアクチエータ2では、磁芯10の周りに巻装されているコイル6は板バネ26と28でバネ付勢されて支持されているが、取り囲まれている磁石4aと4bは静的に支持されている。板バネ26と28は、それぞれコイルの長手方向に見て、磁芯10の上と下に配置され、間隔保持体30と32を介して磁芯10に機械的に接続している。

【0048】

図3aに示すアクチエータ2の線分IV/IVの断面を示す図4から、板バネ26と28がアクチエータ2またはアクチエータ2のハウジング24のところにどのように固定されているかが読み取れる。板バネ26または板バネ28の一端は間隔保持体30または32のところに固定されている。この間隔保持体はコイル6を巻装している磁芯10に機械的に接続している。板バネ26または板バネ28の他端はハウジング24の中に動かないように挟持されている。板バネ26および板バネ28はその長手軸がx方向に沿って延びるように向けてある。板バネ26および板バネ28のこのような整列の向きは図3aを見ると分かる。つまり、コイル6に交流を流すと、コイル6はz方向に振動を始める。その場合、板バネ26と28はそれに合わせて曲がるので、磁芯10の周りに巻装されている

コイル 6 は振動時に弱く曲がった円弧上を移動する。しかし、この円弧は主に $x - z$ 面内にあるので、板バネ 2 6 と 2 8 の長手方向を x 方向に向けることにより、磁芯 1 0 の周りに巻装され、ているコイル 6 が振動時に磁石 4 a にも磁石 4 b にも近接しないことを確実にする（これは、明らかに板バネ 2 6 または 2 8 の長手方向が y 方向に向く場合である）。板バネ 2 6 と 2 8 の長手方向を主に x 方向に向けることにより、コイルの振動時に空隙 8 a と 8 b が必ず同じ幅となり、コイル 6 が磁石 4 a や 4 b に接触する恐れが生じないことが保証される。

【 0 0 4 9 】

図 4 から上の説明により導電性コイルへ特に有利に電流を導入できることが読み取れる。これには導線 3 4 が電圧源 3 6 からハウジング 2 4 に対向する板バネ 2 6 の端部に通じる。他の導線 3 8 は間隔保持体 3 0 と接続する板バネ 2 6 の他端から導電性コイル 6 に通じる。これにより両方の導線 4 0 と 4 2 は電圧源 3 6 から板バネ 2 8 を介して導電性コイル 6 に通じるので、電流回路はコイルで閉ざされている。コイル 6 に通電したため、磁芯 1 0 の周りに巻装されているコイル 6 が z 方向に振動を始めると、板バネ 2 6 または 2 8 で終わる両方の導線 3 4 と 4 0 の端部はただ無視できる程度に負荷を受ける。何故なら、導線 3 4 と 4 0 が終わる板バネ 2 6 と 2 8 の領域はコイル 6 の振動する時に実際には変形しない。更に、板バネ 2 6 と 2 8 からコイル 6 に通じる導線 3 8 と 4 2 も動的に負荷を受けない。何故なら、これ等の導線の両方の終点はコイルが z 方向に振動する時に必ず等間隔を示す。図 4 に関連して導線性コイル 6 への電流供給は、振動して支持されているコイル 6 が板バネ 2 6、2 8 を介してハウジングに接続し、当然、板バネ 2 6 と 2 8 が導線性でハウジング 2 4 や間隔保持体 3 0 と 3 2 に対して電気絶縁されている時のみに機能するところにはどこにでも使用できる。もちろん、電流供給は実施例に示す他の全てのバネでもそれ等が導電性である限り可能である。

【 0 0 5 0 】

図 5 は図 3 に示すアクチエータ 2 の磁芯 1 0 の周りに巻装されたコイル 6 を保持部の代わりの実施例を示す。コイル 6 の長手方向に見て、磁芯 1 0 の上と下にそれぞれ一つの板バネ 2 6 と 2 8 が再び配置されている。しかし、この実施例の場合、板バネ 2 6 と 2 8 はその中間領域で磁芯 1 0 に固定されている間隔保持体 3 0 または 3 2 に機械的に接続し、端部でそれぞれアクチエータ 2 のハウジング 2 4 に嵌め込まれている。板バネ 2 6 または 2 8 の端部の間にある板バネ 2 6 または 2 8 の一部は、板バネの長手方向（つまり x 方向）に延びるように形成されている。これは、板バネ 2 6 の場合、この板バネ 2 6 が両端でハウジング 2 4 の中に可動軸受 4 4 a または 4 4 b により挟持されることにより達成される。可動軸受 4 4 は弾性的に延びるゴム軸受である。板バネ 2 8 の場合、これは、板バネの前記領域に折れ曲がり 4 6 a または 4 6 b があり、これ等の折れ曲がり板バネ 2 8 にも同じ力が働くなら板バネ 2 8 の x 方向の伸長を可能にすることにより達成される。

【 0 0 5 1 】

図 5 に示す磁芯 1 0 の周りに巻装されたコイル 6 の保持の利点は、コイル 6 が z 方向に振動する時に合成トルクを発生させない点にある。

【 0 0 5 2 】

図 6 は図 2 に示すリング状の磁石 4 を備えたアクチエータとほぼ同じ構成であるか、あるいは図 3 に示す二つの長方形の磁石 4 a, 4 b を備えたアクチエータ 2 とほぼ同じ構成であるアクチエータ 2 を示す。図 6 に示すアクチエータ 2 はただ磁芯 1 0 の周りに巻装されたコイル 6 をバネ付勢して保持することで相違する。カラー状の突起 1 2 a と 1 2 b の中心に、他端がアクチエータ 2 のハウジング 2 4 にそれぞれ機械的に接続している間隔保持体 3 0 と 3 2 がある。両方の間隔保持体 3 0 と 3 2 の各々は対向している板バネ 2 6 a, 2 8 a または 2 6 b, 2 8 b から成る板バネ・システムにより止められている。両方の板バネ 2 6 と 2 8 はその端部でそれぞれ間隔保持体 4 8 により互いに間隔を保ち、この間隔保持体を介して互いに接続している。更に、上の板バネ 2 6 は中間領域でハウジング 2 4 に対向する各間隔保持体の一部に接続している。これに反して、下の板バネ 2 8 は中間領域で磁芯 1 0 に対向する各間隔保持体の一部に接続している。両方の板バネ 2 6 と 2 8 は板バ

ネの長手方向がコイル 6 の長手方向に垂直か、あるいはコイル 6 の振動方向に垂直に延びるように向けられている。

【 0 0 5 3 】

コイル 6 に交流を流し、これによりコイル 6 が励起されて振動すると、間隔保持体 3 0 と 3 2 に組み込まれている板バネ 2 6 と 2 8 がコイルバネと同じように働くが、磁芯 1 0 の周りに巻装されたコイル 6 が振動方向に垂直にずれないため、空隙 8 (図 2 も参照) あるいは空隙 8 a, 8 b (図 3 も参照) の幅が一定に維持されるという利点を有する。更に、図 6 に示されている磁芯 1 0 の周りに巻装されたコイル 6 のバネ付勢した保持部には、コイル 6 を z 方向に振動する時にトルクを発生しないという利点がある。

【 0 0 5 4 】

図 7 も図 2 に示すリング状の磁石 4 を備えたアクチエータとほぼ同じ構成であるか、あるいは図 3 に示す二つの長方形の磁石 4 a, 4 b を備えたアクチエータ 2 とほぼ同じ構成であるアクチエータ 2 を示す。図 7 に示す実施例では、相違はコイル 6 が磁芯 1 0 を含めて静的に保持され、埋め込んだ磁石 4 または埋め込んだ磁石 4 a と 4 b がコイルに交流を流した時に z 方向に充分振動するようにバネ付勢されて支持されている点にある。磁石 4 a と 4 b のバネ付勢された保持は板バネで行われる。これ等の板バネの一つがそれぞれコイル 6 の長手方向に見て磁芯 1 0 の上と下に配置されている。この場合、板バネの各々は中間の領域で間隔保持体 3 0 を介して磁芯 1 0 に、また端部でそれぞれ間隔保持体を介してカバーされている磁石 4 a, 4 b に、図 7 の板バネ 2 6 に対しても示してあるように、機械的に接続している。

【 0 0 5 5 】

この代わりに、磁芯 1 0 の周りに巻装されたコイルは間隔保持体 3 2 を介して直接ハウジング 2 4 に機械的に接続している。この場合、埋め込まれた磁石 4 a と 4 b の各々が磁芯 1 0 の上にも下にも間隔保持体 5 0 と 5 2 により振動するように支持されている。これ等の間隔保持体はそれぞれ重なっている板バネ 2 6 と 2 8 により止まっている。間隔保持体 5 0 と 5 2 は図 6 と関連して説明した間隔保持体 3 0 と同じ構造を有するので、この点について間隔保持体 5 0 と 5 2 の構造についてもう一度詳しく立ち入らない。

【 0 0 5 6 】

図 1 ~ 7 に示す全ての実施例では、磁石 4 または磁石 4 a と 4 b が対応する磁化方向の永久磁石として、あるいは電流を流した時に対応する磁化方向を決める電磁石として形成される。アクチエータ内に永久磁石を使用すれば、これ等の永久磁石を希土類磁石で形成すると有利である。

【 0 0 5 7 】

更に、図面に示す全ての実施例では強磁性の磁芯 1 0 と強磁性のカバー 1 4 は高透磁率の強磁性板、好ましくは絶縁層で互いに分離されている電磁鋼板または鉄から成る。その場合、板は導電性コイル 6 で生じた磁束を特に良く通し、渦電流は板の「厚さ」の中でのみ生じるように互いに積層されている。これは図 3 に示すアクチエータ 2 について例示的に説明されている。つまり、カラー状の突起 1 2 a と 1 2 b で終わる磁芯 1 0 は電磁鋼板または鉄板であり、そのうちの一つは図 3 a に示してある。この板の上には他の板が接続する絶縁層がある。磁芯 1 0 のこの構造は x 方向に続くので、結局図 3 に示す磁芯 1 0 が生じる。

【 0 0 5 8 】

カバー 1 4 も「 c 型」の電磁鋼板や鉄板で形成されている。そのうちの一つは図 3 a に図示されている。図 3 a に示す板の上には絶縁層があり、この絶縁層は図 3 a に示す板を次に続く鉄板から切り離す。説明した構造は x 方向に続くので、結局磁石 4 a と 4 b の全カバー 1 4 が生じる。

【 0 0 5 9 】

図 8 a は図 2 b に示すアクチエータと同じ構成にされているアクチエータ 2 を示す。従って、構造に関して付属する図面の説明を参照されたい。相違はただ図 8 a に示すアクチエータ 2 の場合、磁芯 1 0 やカバー 1 4 もそれぞれ絶縁塗料層 5 6 で互いに分離されてい

る隣り合わせにした個々の電磁鋼板または鉄板 5 4 a または 5 4 b から成る点にある。板 5 4 a は円弧状の横断面を有し、板 5 4 b はリングセグメント状の横断面を有する。円弧状の板 5 4 a およびリングセグメント状の板 5 4 b は、前記部材の外面上で絶縁塗料層が外に付属している二つの部材の場合、同じ半径になるように配置されている。

【 0 0 6 0 】

図 8 b は付属するリングセグメント状の板 5 4 b を備えた円形セグメント状の板 5 4 a を斜視図にして示す。磁芯 1 0 の円形セグメント状の板 5 4 a はコイル 6 を包囲する「c」形を側面図でしている。リングセグメント状の板 5 4 b も側面図で磁石 4 を包囲する「c」の形をしている。板 5 4 a や板 5 4 b の「c」形の側面は電気絶縁の塗料層で覆われている。円形セグメント状の板 5 4 a の円弧長 5 8 はできる限り短く形成されている。この場合、板 5 4 a の中で生じる渦電流が無視できる。従って、同じことはリングセグメント状の板 5 4 b の内側と外側の円弧長に当てはまる。

【 0 0 6 1 】

図 9 は図 2 に示すアクチエータとほぼ同じに形成されたアクチエータ 2 を縦断面にして示す。従って、これに関しては図 2 の説明を参照されたい。アクチエータ 2 の埋め込まれたリング状カバー 4 はリング状のエラストマー軸受 6 6 の形のバネ部材により支持板 6 8 に対してバネ付勢されて支持されている。この場合、エラストマー軸受は半径方向に外にカバー 1 4 を取り囲み、カバー 1 4 の下側と支持板 6 8 の間に空隙が残るように形成されている。磁芯 1 0 の周りに巻装されたコイル 6 は間隔保持体 3 2 により支持板 6 8 に静的に固定されている。カバー 1 4 の上側には支持板 7 0 が固定されている。その場合、支持板と磁芯 1 0 の間の間隔、そしてそれにより z 方向の「振動距離」を広げるため、場合によって、カバー 1 4 と支持板の間に間隔保持体が存在する。エラストマー軸受 6 6 の硬さは、アクチエータが図 9 に示す位置を占めるように選択される。この位置では支持板が周知（図示せず）負荷で、例えばエンジンで静的に負荷されるなら、磁石 4 がコイル 6 の長手方向に見て支持板の上端部と下端部から同じ距離だけ突き出る。

【 0 0 6 2 】

コイル 6 の両端部は可変抵抗 7 2 または可変電力源の形の可変電力消費体により短絡される。支持板 7 0 のところで支持される負荷が外力により z 方向に沿って振動するなら、この振動はアクチエータ 2 に移り、バネ付勢されてカバーされている磁石 4 がコイルの長手方向に振動を始める。こうして、コイル 6 により取り囲まれている磁場が時間的に常時変化するので、コイル 6 には電圧が誘起し、それ故にそこに電流が流れる。電流の電気エネルギーは抵抗 7 2 の中で熱に変換される。このエネルギー変換により負荷の振動は減衰する。この減衰は電気抵抗 7 2 が大きければそれだけ大きくなる。

【 0 0 6 3 】

【 図面の簡単な説明 】

- 【 図 1 】 アクチエータの縦断面図、
- 【 図 2 】 a : アクチエータの縦断面図、
b ; アクチエータの横断面図、
- 【 図 3 】 a ; アクチエータの縦断面図、
b ; アクチエータの横断面図、
- 【 図 4 】 アクチエータの縦断面図、
- 【 図 5 】 アクチエータの縦断面図、
- 【 図 6 】 アクチエータの縦断面図、
- 【 図 7 】 アクチエータの縦断面図、
- 【 図 8 】 a ; アクチエータの縦断面図、
b ; アクチエータの一部の斜視図、
- 【 図 9 】 アクチエータの縦断面図。

【 符号の説明 】

- 2 アクチエータ
- 4 磁石

6	コイル
8	空隙
1 0	磁芯
1 2 a, b	カラー状の突起
1 4	カバー
1 6	磁石のコイルとは反対の面
1 8	磁石の上面
2 0	磁石の下面
2 2 a, b	コイルバネ
2 4	ハウジング
2 6 , 2 8	板バネ
3 0 , 3 2	間隔保持体
3 4	導線
3 6	電圧源
3 8 , 4 0 , 4 2	導線
4 4	可動軸受
4 6	折り目
4 8 , 5 0 , 5 2	間隔保持体
5 4 a, b	鉄板
5 6	塗布層
5 8	円弧の長さ
6 0 a, b	カラー状の突起の横端面
6 2 a, b	強磁性カバーの横端面
6 4	磁石の横端面
6 6	エラストマー軸受
6 8 , 7 0	支持板
7 2	可変抵抗