

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第6495924号  
(P6495924)

(45) 発行日 平成31年4月3日 (2019.4.3)

(24) 登録日 平成31年3月15日 (2019.3.15)

(51) Int.Cl.

F I

HO 1 L 41/053 (2006.01)

HO 1 L 41/06 (2006.01)

HO 1 L 41/12 (2006.01)

HO 1 L 41/053

HO 1 L 41/06

HO 1 L 41/12

請求項の数 15 (全 14 頁)

|               |                               |           |                               |
|---------------|-------------------------------|-----------|-------------------------------|
| (21) 出願番号     | 特願2016-543338 (P2016-543338)  | (73) 特許権者 | 509032944                     |
| (86) (22) 出願日 | 平成26年7月18日 (2014.7.18)        |           | エト・マグネティック・ゲー・エム・ペー           |
| (65) 公表番号     | 特表2016-533644 (P2016-533644A) |           | ・ハー                           |
| (43) 公表日      | 平成28年10月27日 (2016.10.27)      |           | E T O M A G N E T I C G M B H |
| (86) 国際出願番号   | PCT/EP2014/065565             |           | ドイツ国, 7 8 3 3 3 ストックアッハ,      |
| (87) 国際公開番号   | W02015/039784                 |           | ハルトリンク 8                      |
| (87) 国際公開日    | 平成27年3月26日 (2015.3.26)        | (74) 代理人  | 100087941                     |
| 審査請求日         | 平成29年3月22日 (2017.3.22)        |           | 弁理士 杉本 修司                     |
| (31) 優先権主張番号  | 102013110253.0                | (74) 代理人  | 100086793                     |
| (32) 優先日      | 平成25年9月17日 (2013.9.17)        |           | 弁理士 野田 雅士                     |
| (33) 優先権主張国   | ドイツ (DE)                      | (74) 代理人  | 100112829                     |
|               |                               |           | 弁理士 堤 健郎                      |
|               |                               | (74) 代理人  | 100144082                     |
|               |                               |           | 弁理士 林田 久美子                    |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気形状記憶要素を備えるアクチュエータ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アクチュエータ装置であって、  
磁気形状記憶合金材料 ( M S M ) を有する膨張ユニット ( 1 0 ; 1 0 a ~ 1 0 d ) であって、ラムユニット ( 1 6 ; 1 6 a ~ 1 6 d ) と相互作用するように構成され、当該膨張ユニットの作動方向に直交する方向に導入された磁束に反応して前記作動方向に膨張運動を行う膨張ユニット ( 1 0 ; 1 0 a ~ 1 0 d ) を備え、  
前記膨張ユニットは、前記ラムユニットに向かって、前記膨張方向によって定まる長手軸心に沿って方向付けられており、かつ、前記ラムユニットに駆動力を付与するように構成されており、

前記ラムユニットは、当該アクチュエータ装置の対応するハウジング部 ( 2 1 ) 内においてケーシング側で案内される、アクチュエータ装置において、

前記膨張ユニットと前記ラムユニットとの接続領域における、前記膨張ユニットの端部 ( 1 1 a ~ 1 1 d ) および / または前記ラムユニットの端部 ( 1 7 a ~ 1 7 d ) が、前記接続領域において、少なくとも前記長手軸心に沿った前記駆動力の付与時に、前記長手軸心を横切る形状嵌合および / または圧力嵌合をもたらす、遊びを許容する重なり合いが生じるように構成されていることを特徴とする、アクチュエータ装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のアクチュエータ装置において、前記膨張ユニットの前記端部が、楔形状もしくは円錐形状のテーパ状、または凹形状、扁平ドーム形状もしくは帽子形状の湾曲

状であって、前記ラムユニットの、内側円錐、楔形状、漏斗形状、ドーム形状または帽子形状を有する前記端部と相互作用するように形成されていることを特徴とする、アクチュエータ装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載のアクチュエータ装置において、前記膨張ユニットの前記端部が、前記ラムユニットの球面帽子形状を有する前記端部と相互作用するように形成されていることを特徴とする、アクチュエータ装置。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のアクチュエータ装置において、前記接続領域において前記膨張ユニットと前記ラムユニットとの間のさねはぎ連結および / または形状嵌合連結が実現している、アクチュエータ装置。

10

【請求項 5】

請求項 4 に記載のアクチュエータ装置において、両連結部分の一方が円錐形状、部分円錐形状または円筒形状の凸部を有し、両連結部分の他方が、対応する形状嵌合可能に形成された凹部を有することを特徴とする、アクチュエータ装置。

【請求項 6】

請求項 4 または 5 に記載のアクチュエータ装置において、前記凹部 ( 2 6 ) が、開口または長手方向孔として形成されていることを特徴とする、アクチュエータ装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載のアクチュエータ装置において、前記膨張ユニットにおける前記凹部 ( 2 6 ) が、開口または長手方向孔として形成されていることを特徴とする、アクチュエータ装置。

20

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載のアクチュエータ装置において、

当該アクチュエータ装置の前記ハウジング部内に保持される前記膨張ユニットが、前記ケーシング側におよび / または前記ラムユニットへの接続領域とは軸方向の反対側に位置する表面側に、対応する支持手段および / または復元手段 ( 2 8 ; 3 4 ; 3 6 ) を有している、アクチュエータ装置。

【請求項 9】

請求項 8 に記載のアクチュエータ装置において、前記支持手段および / または復元手段 ( 2 8 ; 3 4 ; 3 6 ) が、前記膨張ユニットによって前記駆動力が付与される際に当該膨張ユニットに前記長手軸心への復元モーメントが付与されるように対応付けられている、アクチュエータ装置。

30

【請求項 10】

請求項 7 または 8 に記載のアクチュエータ装置において、前記支持手段または前記復元手段が、前記膨張ユニットに対して前記ケーシング側で係合して周囲のハウジング部から当該膨張ユニットを支持する、緩衝手段および / または撓み手段および / またはばね手段を含むことを特徴とする、アクチュエータ装置。

【請求項 11】

請求項 10 に記載のアクチュエータ装置において、前記緩衝手段、前記撓み手段または前記ばね手段が、磁束伝導可能に構成されており、前記周囲のハウジング部から前記膨張ユニットへと磁束の導入を可能にしていることを特徴とする、アクチュエータ装置。

40

【請求項 12】

請求項 1 から 11 のいずれか一項に記載のアクチュエータ装置において、前記支持手段または前記復元手段が、プロファイルが形成された前記表面側と相互作用するハウジングプロファイル部を含むことを特徴とする、アクチュエータ装置。

【請求項 13】

請求項 12 に記載のアクチュエータ装置において、前記ハウジングプロファイル部が、形状嵌合可能なプロファイルおよび / または対応するプロファイルを有しているアクチュエータ装置。

50

## 【請求項 14】

請求項 1 から 13 のいずれか一項に記載のアクチュエータ装置において、前記ラムユニットが、少なくとも一部において磁氣的に導通するように実現されており、前記対応するハウジング部内において磁気軸受手段を介して案内されることを特徴とする、アクチュエータ装置。

## 【請求項 15】

請求項 1 から 14 のいずれか一項に記載のアクチュエータ装置において、前記ラムユニットが非磁性のラムユニットであるアクチュエータ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

10

## 【0001】

本発明は、主請求項の前提部に記載されているアクチュエータ装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

このような装置は、例えば、欧州特許第 1760796 号明細書（特許文献 1）等から知られており、磁気形状記憶合金材料（MSM＝磁気形状記憶のことを指し、本明細書では、独語で形状記憶合金に相当する用語の略称である FGL と同義的に扱う）からなる膨張素子を、所望のアクチュエータ装置または作動装置に用いる技術が記載されている。実際にそのような駆動を引き起こすには、典型的に NiMnGa 系合金をベースとして作製された MSM（FGL）結晶体に対し、通電コイルによって生成された磁場を作用させる。すると、上記 MSM 結晶体が、その磁束（典型的には、ケーシング側に導入される磁束）に反応して、膨張ユニットとして膨張運動を行う。通常、この膨張運動のストロークは、上記磁束を有する起磁力方向と直交する方向に延びる。そして、この膨張運動は、端部側で、隣り合うラムにその膨張方向または作動方向に沿って作用する。このようにして、ラムが、その時々駆動タスクに応じた適切な駆動対象と相互作用する。

20

## 【0003】

一般的に、MSM に基づくアクチュエータの利点として、素早い切替時間および高回数の切替サイクル（いわゆる切替動作数のことであり、4 億回を超える膨張プロセスを含み得る）が挙げられる。作動素子に用いられて、導入された磁束に反応して膨張可能な MSM 膨張ユニットは、その作動方向または膨張方向に関して典型的に（非膨張状態の）約 4%～約 6% の膨張ストロークが可能である。ここで、通常この方向に伸長する結晶体は、上記ラムユニットの反対側に位置する当該結晶体の表面側で支持されているかまたはそこで固定されており、かつ、磁束伝導手段によって導入される磁束をケーシング側で受け取る。

30

## 【0004】

図 2 には、公知と考えられる従来技術が示されている。同図には、前述した動作原理に起因する問題が示されている。膨張ユニットとしての MSM 結晶体 10 は、その基端側で適切な様式で支持されており、かつ、そのケーシング側には膨張のために対の磁束伝導体 12, 14 を介して磁束 H が（図面紙面を横切るように、つまり長手軸心と直交するように）作用するように働いている。ここで、効率的な膨張を可能にするには、その膨張体 12 を磁束伝導構造 12, 14 内においてクリアランスをもって案内しなければならないところ、実際にはこの膨張体 12 に対する磁束入力 が完全に均等となることはごく稀であるため、図 2 に示すように、膨張結晶 10 の傾斜配置または傾倒が起こる。結果として、そのような傾斜配置によってもたらされる磁束伝導要素 12, 14 との接触面において、不利な摩擦力  $F_R$  が発生する。この摩擦が後になってアクチュエータ装置の動的特性および効率に影響を及ぼすだけでなく、摩耗またはいわゆる摩擦腐食が特に膨張体の端部で発生する。MSM 素子に（局所的な）変形が生じる可能性もあり、装置の動作挙動や寿命が損なわれるという不利な結果に繋がりがねない。

40

## 【0005】

さらに不利なことに、ラム 16 への接続領域 22 で、係合側に向いた（すなわち、アク

50

チューエータハウジング 20 内において図示のように戻しばね 18 の力に抗して案内される相互作用対象のラムユニット 16 に向いた) 端面がラムに偏心係合してしまうので、ラムに対して点状に係合することとなる。これにより、有害となり得る摩擦がそこに発生するだけでなく、ラムユニット 16 が当該ラムユニット 16 の案内部材(すなわち、このラムに対応する案内部材)内において(典型的には反対向きに)傾倒することとなる。ここにも所与の遊びが要求されることから、理想的な作動方向からの膨張ユニットの不利な傾倒は、下流のラムユニットに対して不利な結果をもたらすといえる。

【0006】

また、図 2 に示された傾斜配置のさらなる不利な結果が、磁束 H を導入するうえでも起こる。すなわち、(互いに平行に延びる理想的な磁束線を有すると仮定したうえで)磁場が、MSM 膨張ユニット 10 の対応する側面と直交しなくなる。これは、MSM 膨張ユニット 10 の結晶主軸が、当該 MSM 膨張ユニット 10 の縁または側面と平行なままであるにもかかわらずである。つまり、上記磁場が、(理想的な)法線から角度方向にずれる。その結果、アクチュエータの作動運動(切替)を引き起こすのに上記磁場に必要とされる電流を、増大させなければならなくなる。また、図示の傾斜配置により、摩擦箇所または接触箇所での磁気抵抗が低下するので、膨張ユニットと周囲の磁束伝導構造との間のエアギャップに架橋が生じる。よって、傾いた磁場軌跡(すなわち、図 2 の紙面平面上の左上から右下への軌跡)が促され、傾き方向の磁場成分が助長される。この点に関しても、図示の傾斜配置には、不利な電流増大作用がある。

【0007】

特許文献 1 に記載された技術教示内容によれば、同文献の MSM 膨張ユニットは、横方向の案内部材(典型的には溝によって実現される)で案内され、その溝は、幾何学的に不変な中立面に位置するものとされる。事実、この技術構成は、前述した不利な傾倒を防ぐかまたは困難にする。しかし、この技術構成には不利な点がある。具体的に述べると、最適な寸法設定と考えられ得る最良の公差構成とにより、同文献の MSM ユニットの位置に実際に保持することができる一方、膨張ユニットと当該膨張ユニットに相互作用する磁束伝導手段との間の摩擦については防ぐことができず、むしろ、この摩擦を MSM 膨張ユニットの上記溝の領域に転移させているだけである。よって、ここで摩擦が発生することが予想されるところ、そのような摩擦はこの比較的繊細な機械的構成にとって直に致命的となるので、その寿命を著しく短縮させる。さらに、特許文献 1 に記載された技術は、傾倒または同様のつかえ挙動を防ぐために(外側の案内対象との相互作用において)上記溝の形状及び位置を精密に製作する必要があるので、公差の影響を受け易い。

【0008】

しかも、上記の既知の技術教示内容は、膨張ユニットを実現する MSM 体の微細構造にもよるが、切替プロセス時にその素子内に約 3° の屈曲が生じるという点からみても不利である。この点を踏まえると、特許文献 1 による幾何学的に一定な「中立」取付構成は、既に非実用的である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献 1】欧州特許第 1760796 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

以上に鑑みて、本発明の目的の一つは、主請求項の前提部に記載されている汎用的なアクチュエータ装置を、その膨張挙動および効率挙動に関して向上させること、具体的には、膨張ユニットの、膨張運動時に生じる対応する側方の磁束伝導手段および/またはラムユニットとの摩擦を防止するかまたは抑制し、対応する摩擦を防止するかまたは抑制することにより、向上した動的特性及び作動特性と向上した寿命、減少した消費電流及び増加

10

20

30

40

50

した切替動作数とを兼ね備えた装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記の課題は、主請求項の構成を備えたアクチュエータ装置によって解決される。本発明の有利なその他の改良形態は、従属請求項に記載されている。請求項7に記載されたさらなる他の改良形態についても、本発明の範疇での保護を請求している。なお、請求項7に記載されたさらなる他の改良形態は、独立して保護を請求することも可能である。また、独立請求項8に記載された変形例も、本発明の範疇での保護に含まれる。本発明にかかるアクチュエータ装置用のMSM膨張ユニットについても、特に、結晶製造過程および結晶分割過程（さらに、必要に応じて、少なくとも1つの膨張軸を特定するための結晶計測過程）の後、電解研磨および/または電解浴からの引上げにより、本発明にかかる機能を実行可能なプロファイルを表面側または端面に形成する製造方法によって製造されたMSM膨張ユニットについても、本発明の範疇での保護を意図している。

【0012】

本発明では有利な一構成として、膨張ユニットとラムユニットとの接続領域が、（長手軸心を横切る）形状嵌合および/または圧力嵌合をもたらし重なり合いをその長手軸心に沿って生じさせるように適切なプロファイルで構成されたそれぞれの端部によって形成される。この構成によれば、少なくとも、これらのユニット間の係合時、すなわち、前記ラムユニットへの前記膨張ユニットを介した駆動力の付与時に、前記ラムユニットから前記MSM膨張ユニットへと復元モーメントを伝えることができる。これにより、MSM結晶は、磁束が導入されても、当該MSM結晶の理想的な運動方向にまたはこの理想的な運動方向近傍に留まるので、前述した望ましくない傾きに起因する不利な摩擦作用、磁場集中作用および摩擦作用を、効果的に防ぐことができる。むしろ、少なくともこの係合状態時に存在する、前記ユニット間の、前記長手運動軸心を横切る連結により、前記ラムユニットの案内（または横方向の支持）が前記MSM膨張ユニットに伝わって、このMSM膨張ユニットが傾倒するのを防止する。本発明の範疇における好ましい一改良形態において、前記ラムユニットの案内（または横方向の支持）は、当該ラムユニットの長手方向の広がりによってまたは当該ラムユニットに対応するハウジング部内において、複数の箇所で見られるかまたは連続して実現される。

【0013】

つまり、本発明の範疇には、上記の有利な（横方向での）形状嵌合および/または圧力嵌合をどちらも一時的なものとする構成、すなわち、ユニット同士が切り離されているかまたはユニット同士が取外し可能であるとして、前記ラムユニットが前記膨張ユニットの膨張によって駆動された状態のときにのみ形状嵌合および/または圧力嵌合が達成されるものとする構成が含まれる。その一方で、本発明には、前記膨張ユニットと前記ラムユニットとの連結を取外し不能な連結とすることにより、前記対応するハウジング部内での前記ラムユニットの、本発明にかかる偏移または傾倒を防ぐ案内を、恒久的に前記膨張ユニットへと伝えてこの膨張ユニットを（理想的な）前記長手軸心に沿って固定することで、不利な傾倒を効果的に防止するという他の改良形態も含まれる。

【0014】

本発明にかかる形状嵌合または圧力嵌合を可能にする、本発明にかかるプロファイルは、様々な様式により実現することができる。具体的に述べると、本発明の有利な一改良形態では、前記接続領域における、前記膨張ユニットの前記ラムユニットに向けた前記端部が、楔形状もしくは円錐状にまたは凹状、低ドーム状もしくは帽子状に曲線で形成されている。そして、好ましくは、前記ラムユニットの対向して相互作用する前記端部は、横方向にわたる圧力嵌合を少なくとも可能にする、内側円錐、漏斗形状または帽子形状を有している。すなわち、ここでの接続は、あらゆる場合において形状嵌合可能なものである必要はない。具体的に述べると、ここでの接続は、遊びを許容するように構成されてもよく、つまり、（著しく抑えられた）傾き角度を取ることを許容するものであってもよい。

【0015】

本発明の好ましい他の実施形態では、特に前記ユニット間の前記接続領域での有利な形状嵌合に関して、さねはぎ構造を実現する構成が提供されるか、あるいは、両連結部の一方における端部側に、他方における適切な受け部で受け入れられる、円錐形状、部分円錐形状または円筒状の凸部が対応付けられる。この構成によって達成され得る形状嵌合は、極めて安定した接続を提供することが可能なので、前記膨張ユニットの傾倒を防ぐ案内力を、前記ラムユニットから極めて効果的に伝えることができる。製造の観点からみて極めて望ましくは、前記凸部が、筒体（好ましくは、中央の筒体）として構成される。好ましくは、対応する前記受け部は、孔または同様の開口（より好ましくは、貫通開口）として設けられる。製造がより簡単になるので、前記孔または同様の開口は、前記膨張ユニットに設けられるのが好ましい。しかし、本発明の有利な改良形態は、この場合に限定されない。

10

## 【0016】

本発明の好ましいその他の改良形態の範疇において、前記膨張ユニットと前記ラムユニットとの前記接続領域は、直接接続するのではなく、一改良形態に従って設けられる連結要素を介在させてまたは当該連結要素の並列的な連結を介して接続するものとされる。好ましくは、前記連結要素は、両連結部の一方に設けられる。より好ましくは、前記連結要素は、取外し不能に設けられる。前記連結要素は、本発明にかかる復元力を伝えるために適切な収容部を提供する。好ましくは、この収容部は、スリーブまたは部分スリーブとして構成されている。

## 【0017】

20

有利なことに、本発明のこのような改良形態によれば、前記ラムユニットまたは前記膨張ユニットをより簡単に製造することが可能となる。一具体例を述べると、（理想的には、円筒状または直方体形状の輪郭を有する）前記膨張ユニットを、前述した連結要素により提供される前記収容部内へと係合させることによって本発明にかかる接続を実現することで、前記接続領域における前記膨張ユニットの（脆弱であり得るので、機械的に取り扱いにくい）係合端部を加工せずともよくなる。

## 【0018】

本発明の有利な他の改良形態の範疇では、特に上記のような連結要素を使用した場合に、隣接する磁束伝導部の長手方向断面輪郭が、前記接続領域における磁束状態を適合させるようにまたは最適化させるように適切に適合される（例えば、形成される）。この構成に加えて、あるいは、この構成に代えて、前記磁束伝導部による前記MSM膨張ユニットへの磁束入力、前記連結要素を省略して実現されるものであってもよい（あるいは、前記連結要素が、磁束伝導可能に形成されていてもよい）。

30

## 【0019】

本発明のうち、前記膨張ユニットと前記ラムユニットとの前記接続領域を堅固（特に、傾倒に対して堅固）な且つ取外し不能なものとする構成では、基本的に、所望のあらゆる接続技術を用いることが可能であり、なかでも、それらユニット同士の接着、半田または溶接（融着）が好ましい構成である。すなわち、本発明では、プロファイルが形成された形態によって前記接続領域を実現するという発明思想の改良形態の範疇に、前記ユニットの（対応するプロファイルが形成された）端部同士を互いに取外し不能に接続するという構成も含まれる。しかしながら、変形例（本発明の範疇で、独立して請求することが可能な構成）として、膨張ユニットまたはラムユニットの、互いに平行なまたは扁平な端面同士を、一改良形態に従って上記のように取外し不能に適切に接続することで、本発明にかかる利点を得るという構成も考えられる。そのような互いに平行なまたは扁平な端面同士は、取外し不能な接続なしでは、この接続において横方向の力を全く伝達することができない。

40

## 【0020】

本発明の範疇での独立した保護となるが、それ以前の請求項についての想定され得る一改良形態として、前記膨張ユニットに対して、前記ケーシング側にまたは（前記ラムユニットとは反対側に位置する）端部側に、支持手段および／または復元手段を対応付けるこ

50

とが考えられる。前記支持手段または前記復元手段は、例えば、端部支持領域において基端側でアクチュエータハウジングに設けられて前記ラムユニットと適切に相互作用することにより、少なくとも、当該ラムユニットに対する膨張・力付与動作時に、前記膨張ユニットを傾倒していない理想的な長手軸心へと復元する。上記の構成に加えて、あるいは、上記の構成に代えて、前記ケーシング側における前記支持手段または前記復元手段は、前記膨張ユニットに対して前記ケーシング側で係合して当該膨張ユニットを前記理想的な長手軸心方向へと支持する、緩衝手段、撓み手段またはばね手段として適宜設けることも可能であり、これにより、先の構成と類似した効果を達成することができる。また、点状に係合する（金属製またはポリマー製の）ばね手段やその他のエラストマー体であっても、このような有利な効果を実現することができる。また、一改良形態では、これらのような有利な装置内に例えば発泡体等を含めることも可能である。また、有利な一改良形態において、任意の所望の形態の、前記緩衝手段、前記撓み手段および前記ばね手段は、磁氣的に導通するように実現される。その場合の前記緩衝手段、前記撓み手段および前記ばね手段は、前記M S M膨張ユニットへの前記ケーシング側での磁束入力を容易にし、且つ最適化する（事実、この点に関して述べると、前記膨張ユニットを前記ケーシング側で前記磁束伝導手段と向かい合わせに支持することになるのであるが、ここでのエアギャップが大きくなり過ぎると、前記磁束入力が増えすぎてしまい、不利なことに装置全体としての効率も損なわれてしまう）。

10

#### 【0021】

結果として本発明により、側方のまたはケーシング側の磁束伝導構造体内において（必然的に遊びを伴って）保持されるM S Mユニットを、当該M S Mユニットの膨張方向及び長手方向外へと傾倒しないようにするという実用上の重大な課題が、一方の部材であるラムユニットによって提供される案内を接続領域において膨張ユニットへと伝える様々な構成により、驚くほど簡単に洗練された好適な様式で解決される。これにより、簡単に且つ少ない手間で、所望の安定化を達成することができる。有利な構成または代替的な実施形態として、前記ケーシング側にまたは対向する表面側に適切に係合させる構成も考えられ、使用目的に応じて適宜選択することが可能である。

20

#### 【0022】

本発明のさらなる利点、特徴および詳細は、図面を参照しながら行う、あくまでも例示に過ぎない好適な実施形態についての以下の説明から明らかになる。

30

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0023】

【図1】本発明の第1の実施形態を示す長手方向概略断面図である。

【図2】図1と同様の視点で描かれた、従来技術の初期位置およびこれに関連した短所を示すための図である。

【図3】図1の一変形例である、例示的な第2の実施形態を示す図である。

【図4】図1の一変形例である、例示的な第3の実施形態を示す図である。

【図5】上記の例示的な実施形態についての変形例である、例示的な第4の実施形態を示す図である。

【図6】上記の例示的な実施形態についての変形例である、例示的な第4の実施形態を示す他の図である。

40

【図7】本発明の例示的な第5の実施形態を示す図である。

【図8】本発明の第6の実施形態を示す図である。

【図9】本発明の第7の実施形態を示す図である。

【図10】本発明の第8の実施形態を示す図である。

【図11】本発明の第9の実施形態を示す図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0024】

後述する全ての例示的な実施形態では、同一の符号を、同一のまたは機能的に等価な構成／構成要素に付している。よって、それぞれの例示的な実施形態において、詳細に説明

50

されていない構成／構成要素がある場合には、その構成／構成要素を、それ以前に説明した例示的な実施形態と同一または同様の作用／効果を奏するものであるか、あるいは、従来技術と同一または同様の作用／効果を奏するものであると理解されたい。また、本発明の各種変形例を分かり易く示すために、一貫して同様の長手方向断面図を図面として選択した。専門家であれば、径方向に非対称な変形例も、必要に応じて実施可能であることを理解するであろう。

#### 【 0 0 2 5 】

図 1 には、まず、接続領域 2 2 における M S M 膨張ユニット 1 0 またはラムユニット 1 6 のそれぞれの端部にプロファイルが形成されていることにより、長手方向／延在方向を横切る本発明にかかる圧力嵌合が生じている様子が示されている（符号については、図 2 で選択されている従来技術に関する本明細書の冒頭部を参照されたい）。図 1 に示す膨張ユニット 1 0 a（図 1 においても基端側、すなわち、図面紙面上の下側で支持されている）は、ラムユニット 1 6 a への接続領域 2 2 において、帽子形状または断面視で曲線状の端部領域 1 1 a を形成している。端部領域 1 1 a は、ラムユニット 1 6 a の、中空円錐の形状の端部 1 7 a 内へと図示の様式で係合している。図 1 には、さらに、ラムユニット 1 6 a が、従来技術のように一つの端部または端部側のみで支持されているのではなく（図 2 では、ハウジング 2 0 の箇所で支持されている）、磁束伝導部 1 0 , 1 2 と軸方向に隣接する（固定された）ハウジング支柱等の形態の第 2 の支持部材 2 1 を備えている様子が示されている。第 2 の支持部材 2 1 は、ラムユニット 1 6 a の係合端部 1 7 a を案内する開口を有している。

#### 【 0 0 2 6 】

図 1 の膨張ユニット 1 0 a の膨張動作時に、ラムユニット 1 6 a による横方向の案内がラムユニット 1 0 a へと効果的に伝わって、図 2 の従来技術に関して述べた不利な傾倒が生じなくなるかまたは著しく軽減されることは、容易に見て取れる。

#### 【 0 0 2 7 】

図 3 の例示的な実施形態は、図 1 の一変形例として、M S M 膨張体における係合領域の、代替的な一構成を示すものである。図 3 の膨張ユニット 1 0 b は、円錐台の形状の部位 1 1 b を有していることにより、ラムユニット 1 6 a の係合側の端部における中空円錐 1 7 a 内へと、改良された形状嵌合で係合することが可能である。有利なことに、図 3 の例示的な実施形態も、復元モーメントまたは横方向の案内モーメントを膨張ユニット 1 0 a へと伝えることができる。

#### 【 0 0 2 8 】

図 4 ～図 6 の例示的な実施形態は、接続領域におけるラムユニットと M S M 膨張ユニットとの形状嵌合を実現するための、他の変形例を示すものである。具体的に述べると、図 4 には、鋭い溝形状を有する、横方向にわたるさねはぎ連結構造が示されている（その一方で、図 5 には、断面視で長形状を有する、対応するさねはぎ構造が示されている）。引き続き径方向に対称である場合を前提として述べるが、図 4 の構成および図 5 の構成の変形例として、それぞれに対応する合致形状の凹部（図 4 の場合には中央の中空円錐、図 5 の場合には中央の中空円筒）へと中央で軸方向に係合する、円錐状の凸部（図 4 の変形例）および円筒状の凸部（図 5 の変形例）を有していてもよい。図 6 には、M S M 膨張体 1 0 c とラムユニット 1 6 c との接続領域における形状嵌合及び（横切る）圧力嵌合が、上側のラムよりも小径である係合ラム付属部によって実現される変形例が示されている。この係合ラム付属部は、ラムにおける長寸の凸部 2 4 として、M S M 結晶側における開口としての中央の孔 2 6 内へと係合する。この構成によれば、簡単に実現できるにもかかわらず大きな荷重にも耐えられる（しかも、所与の限度内で可撓な）連結が可能となる。

#### 【 0 0 2 9 】

これまでに述べた例示的な実施形態の全てに共通することであるが、それぞれの図に示されたプロファイルを、それぞれの図内で入れ替えることも可能である。具体的に述べると、例えば、図面ではラム構造体に設けられているものとして示された係合側の凸部を、M S M 結晶側の凸部として実現することも同様に可能であり、その場合、M S M 結晶側の



凸部はラムユニット内またはラムユニット外の対応するネガ形状部内へと係合可能なものとされる。

【 0 0 3 0 】

図 7 には、本発明の例示的な一実施形態として、扁平に横方向に延びる表面 1 7 d を有するラムユニット 1 6 d が、対応する M S M 膨張ユニット 1 0 d の、対応する扁平な且つ平行に延びている端面 1 1 d 上に、堅固に且つ取外し不能に載っている一変形例が示されている。さらに、M S M 膨張ユニット 1 0 d は、プロファイル遷移部 2 8 によって基端側で（すなわち、基端側でハウジング部 2 6 に対して）プロファイルを介して支持されている。図示の例示的な実施形態において、プロファイル遷移部 2 8 は、（少なくとも、長手軸心方向の膨張または力荷重に対して）長手軸心との整合を達成する。変形例として、基端部 2 8 への遷移形態（基本的には、プロファイルが形成されていなくてもよく、すなわち、扁平であってもよい）しだいでは、扁平な M S M 結晶部 1 1 d とラム部 1 7 d との接続領域を固定連結なしで構成することにより、これらのユニット同士を、取外し自在に相互作用するものとするのが可能である。

10

【 0 0 3 1 】

図 8 の例示的な実施形態は、ラムユニット 1 6 または膨張ユニット 1 0 をプロファイル未形成の形態としたまま、膨張ユニットの傾倒を防ぐという本発明にかかる有利な効果を、連結要素 3 0 によって実現する本発明の例示的な他の実施形態を示すものである。図示の例示的な実施形態において、連結要素 3 0 は、ラムユニットの表面側に取外し不能に（例えば、接着等によって）取り付けられており、かつ、M S M 膨張ユニット 1 0 の接続側の端部のための収容部を、図 8 の長手方向断面図に示すように一对の長手方向ウェブ 3 2 によって提供している。変形例として、連結要素 3 0 は、ラムユニット 1 6 の組立体における一部となるように、当該ラムユニット 1 6 との一体品として実現されたものであってもよい。この構成によれば、有利なことに、これらのユニット（特に、膨張ユニット）の接続側の端部のプロファイル形成処理（特に、切削）を不要とすることができる。有利な一改良形態として、側方に形成された磁束伝導部 1 2 , 1 4 を、例えば当該磁束伝導部 1 2 , 1 4 が側方においてアセンブリ 3 2 を軸方向（延在方向）で超えて延出しないように適宜適合させることも可能である。変形例として、例えばこの領域における磁束伝導部 1 2 , 1 4 内または外に、M S M 膨張ユニットに対する均等な磁束入力が入力全長にわたって得られるように適切な形状部を形成することも可能である（よって、例えば、連結アセンブリ 3 2 を、磁氣的に適切に導通するように構成することも考えられる）。

20

30

【 0 0 3 2 】

図 9 ~ 図 1 1 は、M S M 膨張ユニット 1 0 に対して側方から係合する手段により、当該 M S M 膨張ユニット 1 0 が支持されると共に不利な傾倒（図 2 ）を起こさないようにもされる、本発明の各種変形例を示すものである。これらの変形例は、本発明のこれまでに述べた変形例または例示的な実施形態についての有利な改良形態として実施可能であるが、本発明における独立した実施形態としても同じく実施可能である。具体的に述べると、図 9 には、膨張ユニットをケーシング側で磁束伝導ユニット 1 2 , 1 4 に対して支持するばね 3 4 が示されている。このようなばねは、例えばばね鋼、ベリリウム銅等から適切な様式により実現可能である。図 9 のばね形態の一変形例が、断面視で波状となるように構成された代替的なばね輪郭 3 6 を有する、図 1 0 の例示的な実施形態によって示されている。他の変形例として、図 1 1 の例示的な実施形態には、エラストマー 3 8 が示されている。エラストマー 3 8 は、延在長に沿って外周に適切に分布しているかまたはケーシング側で向かい合っている磁束伝導アセンブリ 1 2 , 1 4 に適切に分布しており、本発明にかかる支持効果を実現している（なお、上記のどの例示的な実施形態においても、膨張ユニット 1 0 とラムユニット 1 6 との間の繋がりとして隙間嵌めを用いることが基本的に可能であるが、接着、溶接等によって取外し不能に固定して接続する変形例も考えられる）。好ましくは、エラストマー 3 8 は、磁氣的に導通するように実現されている。有利な他の改良形態（図示せず）として、例えば、（M S M 素子の局所的な伸長または M S M 素子におけるそのような形状をした要素によって引き起こされる）撓み運動を許容することが可能

40

50

なように構成された、エラストマー製の支持要素（例えば、図 11 の構成要素 38 等）が設けられてもよい。また、局所的な相対運動を適切な緩衝および／または撓みによって許容することが可能な発泡状材料を設けることも考えられる（有利な一改良形態において、そのような発泡状材料は、磁氣的に適切に導通するように構成される）。

#### 【0033】

本発明は、これらの例示的な実施形態に限定されず、むしろ、その時々の使用環境、必要とされる幾何学的形状等に応じて、本発明にかかる前述した支持や、接続領域での力伝達による膨張ユニットへのラムユニットの横方向の支持の伝達を、実質上あらゆる所望の形態で実現することができる。

なお、本発明は、実施の態様として以下の内容を含む。

#### 〔態様 1〕

アクチュエータ装置であって、

磁気形状記憶合金材料（MSM）を有する膨張ユニット（10；10a～10d）であって、ラムユニット（16；16a～16d）、好ましくは非磁性のラムユニット（16；16a～16d）と相互作用するように構成され、導入された磁束に反応して作動方向に膨張運動を行う膨張ユニット（10；10a～10d）を備え、

前記膨張ユニットは、前記ラムユニットに向かって、前記膨張方向によって定まる長手軸心に沿って方向付けられており、かつ、前記ラムユニットに駆動力を付与するように構成されており、

前記ラムユニットは、当該アクチュエータユニットの対応するハウジング部（21）内においてケーシング側で案内される、アクチュエータ装置において、

前記膨張ユニットと前記ラムユニットとの接続領域における、前記膨張ユニットの端部（11a～11d）および／または前記ラムユニットの端部（17a～17d）が、前記接続領域において、少なくとも前記長手軸心に沿った前記駆動力の付与時に、前記長手軸心を横切る形状嵌合および／または圧力嵌合をもたらす重なり合いが生じるように構成されていることを特徴とする、アクチュエータ装置。

#### 〔態様 2〕

態様 1 に記載のアクチュエータ装置において、前記膨張ユニットの前記端部が、楔形状もしくは円錐形状のテーパ状、または凹形状、扁平ドーム形状もしくは帽子形状の湾曲状であって、前記ラムユニットの、内側円錐、楔形状、漏斗形状、ドーム形状または帽子形状、特に球面帽子形状を有する前記端部と相互作用するように形成されていることを特徴とする、アクチュエータ装置。

#### 〔態様 3〕

態様 1 または 2 に記載のアクチュエータ装置において、前記接続領域において前記膨張ユニットと前記ラムユニットとの間のさねはぎ連結および／または形状嵌合連結が実現しており、特に、両連結部分の一方が円錐形状、部分円錐形状または円筒形状の凸部を有し、両連結部分の他方が、対応する形状嵌合可能に形成された凹部を有することを特徴とする、アクチュエータ装置。

#### 〔態様 4〕

態様 3 に記載のアクチュエータ装置において、前記凹部（26）、特に、前記膨張ユニットにおける前記凹部（26）が、開口または長手方向孔として形成されていることを特徴とする、アクチュエータ装置。

#### 〔態様 5〕

態様 1 から 4 のいずれか一態様に記載のアクチュエータ装置において、前記接続領域が、前記重なり合いを実現する連結要素（30）を有しており、前記連結要素（30）は、前記膨張ユニット若しくは前記ラムユニットの前記端部領域に固定、好ましくは取外し不能に固定されているか、または前記膨張ユニット若しくは前記ラムユニットとの単一物として繋がっており、前記連結要素（30）が、他方のユニットの前記端部領域を少なくとも部分的に取り囲む収容部（32）、特に、スリーブ部を形成することを特徴とする、アクチュエータ装置。

[ 態様 6 ]

態様 5 に記載のアクチュエータ装置において、前記膨張ユニットに磁束を導入するように当該膨張ユニットに隣接して設けられた磁束伝導部が、長手方向断面視で、前記連結要素および／または前記収容部の長手方向断面輪郭に適合した形状を有しているか、あるいは、前記連結要素または前記収容部の軸方向寸法分、軸方向に短いことを特徴とする、アクチュエータ装置。

[ 態様 7 ]

アクチュエータ装置であって、特に、態様 1 から 6 のいずれか一態様に記載のアクチュエータ装置であって、

磁気形状記憶合金材料 (MSM) を有する膨張ユニットであって、ラムユニット、好ましくは非磁性のラムユニットと相互作用するように構成され、導入された磁束に反応して作動方向に膨張運動を行う膨張ユニットを備え、

前記膨張ユニットは、前記ラムユニットに向かって、前記膨張方向により定まる長手軸心に沿って方向付けられており、かつ、前記ラムユニットに駆動力を付与するように構成されており、

前記ラムユニットは、当該アクチュエータ装置の対応するハウジング部内において前記ケーシング側で案内される、アクチュエータ装置において、

前記膨張ユニットと前記ラムユニットとの接続領域において、これらのユニットが、取外し不能に互いに接続されており、特に、接着接続、半田接続または溶接接続によって互いに取外し不能に接続されていることを特徴とする、アクチュエータ装置。

[ 態様 8 ]

アクチュエータ装置であって、

磁気形状記憶合金材料 (MSM) を有する膨張ユニットであって、ラムユニット、好ましくは非磁性のラムユニットと相互作用するように構成され、導入された磁束に反応して作動方向に膨張運動を行う膨張ユニットを備え、

前記膨張ユニットは、前記ラムユニットに向かって、前記膨張方向により定まる長手軸心に沿って方向付けられており、かつ、前記ラムユニットに駆動力を付与するように構成されており、

前記ラムユニットは、当該アクチュエータ装置の対応するハウジング部内において前記ケーシング側で案内され、

当該アクチュエータ装置の MSM ハウジング部内に保持される前記膨張ユニットが、前記ケーシング側におよび／または前記ラムユニットへの接続領域とは軸方向の反対側に位置する表面側に、対応する支持手段および／または復元手段 (28 ; 34 ; 36) を有しており、特に、当該支持手段および／または復元手段 (28 ; 34 ; 36) が、前記膨張ユニットによって前記駆動力が付与される際に当該膨張ユニットに前記長手軸心への復元モーメントが付与されるように対応付けられている、アクチュエータ装置。

[ 態様 9 ]

態様 8 に記載のアクチュエータ装置において、前記支持手段または前記復元手段が、前記膨張ユニットに対して前記ケーシング側で係合して周囲のハウジング部から当該膨張ユニットを支持する、緩衝手段および／または撓み手段および／またはばね手段を含むことを特徴とする、アクチュエータ装置。

[ 態様 10 ]

態様 9 に記載のアクチュエータ装置において、前記緩衝手段、前記撓み手段または前記ばね手段が、磁束伝導可能に構成されており、前記周囲のハウジング部から前記膨張ユニットへと磁束の導入を可能にしていることを特徴とする、アクチュエータ装置。

[ 態様 11 ]

態様 1 から 10 のいずれか一態様に記載のアクチュエータ装置において、前記支持手段または前記復元手段が、プロファイルが形成された前記表面側と相互作用するハウジングプロファイル部を含み、好ましくは、当該ハウジングプロファイル部が、形状嵌合可能なプロファイルおよび／または対応するプロファイルを有していることを特徴とする、アク

10

20

30

40

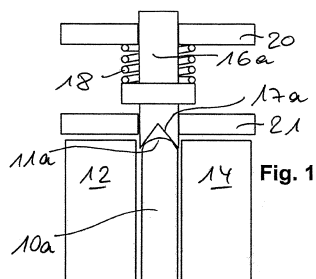
50

チュエータ装置。

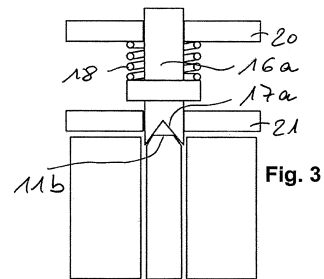
[ 態様 1 2 ]

態様 1 から 1 2 のいずれか一態様に記載のアクチュエータ装置において、前記ラムユニットが、少なくとも一部において磁氣的に導通するように実現されており、前記対応するハウジング部内において磁気軸受手段を介して案内されることを特徴とする、アクチュエータ装置。

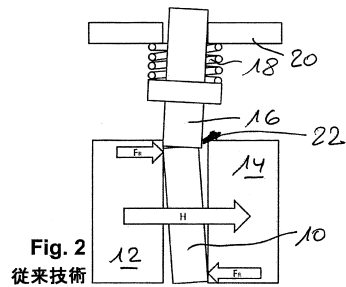
【 図 1 】



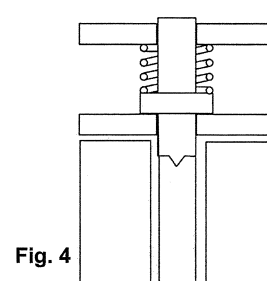
【 図 3 】



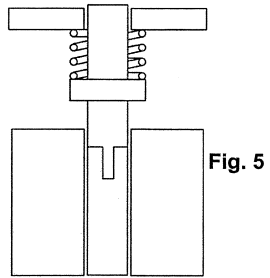
【 図 2 】



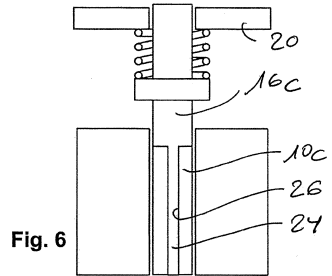
【 図 4 】



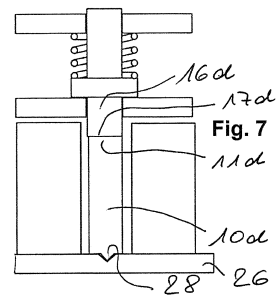
【図 5】



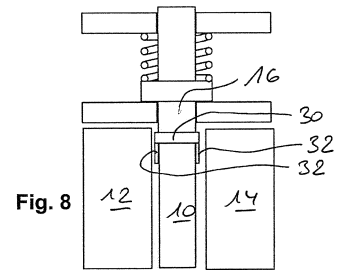
【図 6】



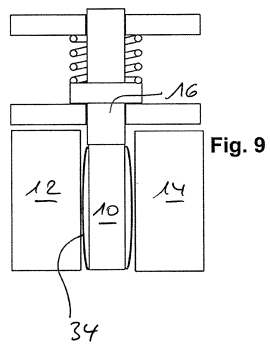
【図 7】



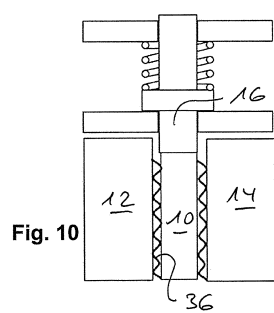
【図 8】



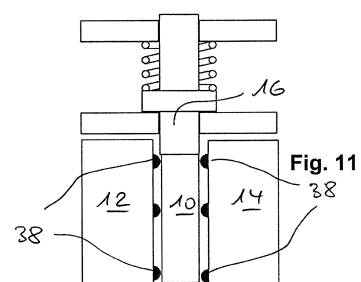
【図 9】



【図 10】



【図 11】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100154771

弁理士 中田 健一

(74)代理人 100155963

弁理士 金子 大輔

(72)発明者 シープ・トーマス

ドイツ国, 7 8 6 0 6 ザイティンゲン - オーベルフラクト, クリンゲンストラーセ 1 1

(72)発明者 ラウフェンベルク・マルクス

ドイツ国, 7 8 3 3 3 シュトックアハ, リリエンヴェーク 3 1

審査官 上田 智志

(56)参考文献 特表平10 - 503727 (JP, A)

米国特許出願公開第2013 / 0038414 (US, A1)

特開平05 - 130786 (JP, A)

特開2005 - 253123 (JP, A)

特開2006 - 186659 (JP, A)

特開平10 - 145892 (JP, A)

特開2006 - 165483 (JP, A)

特開2005 - 094448 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 41 / 053, 41 / 06, 41 / 12, 41 / 23

H02N 2 / 00