

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号

特表2023-535879

(P2023-535879A)

(43)公表日 令和5年8月22日(2023.8.22)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
F 0 3 G 1/02 (2006.01)	F 0 3 G 1/02	3 C 0 8 1
A 6 1 B 34/00 (2016.01)	A 6 1 B 34/00	
B 8 1 B 3/00 (2006.01)	B 8 1 B 3/00	
F 0 3 G 1/00 (2006.01)	F 0 3 G 1/00	A
F 0 3 G 1/06 (2006.01)	F 0 3 G 1/06	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全18頁)

(21)出願番号	特願2023-501085(P2023-501085)	(71)出願人	521440482 ロビューテ
(86)(22)出願日	令和3年7月9日(2021.7.9)		フランス国, 7 5 0 0 2 パリ, モンマルトル, 9 ブルバード
(85)翻訳文提出日	令和5年2月20日(2023.2.20)	(74)代理人	100114775 弁理士 高岡 亮一
(86)国際出願番号	PCT/EP2021/069196	(74)代理人	100121511 弁理士 小田 直
(87)国際公開番号	WO2022/008729	(74)代理人	100202751 弁理士 岩堀 明代
(87)国際公開日	令和4年1月13日(2022.1.13)	(74)代理人	100208580 弁理士 三好 玲奈
(31)優先権主張番号	20305797.1	(74)代理人	100191086 弁理士 高橋 香元
(32)優先日	令和2年7月10日(2020.7.10)	(72)発明者	ドゥブラット, ベルトランド
(33)優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁(EP)		
(81)指定国・地域	AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,A T,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,)		

最終頁に続く

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 回転式マイクロモーター

(57)【要約】

本発明は、回転構造体(12)を備えるマイクロエンジンに関し、前述の回転構造体(12)は、頭部(12A)、後部(12B)、および両方の部分を接続する変形可能部(14)を備える。変形可能部(14)は、主軸(X)に沿って伸長または圧縮変形可能であり、自由端(22)を示すばね要素(16)を備える。ばね要素(16)の自由端(22)は、少なくとも1つの当接部材(23)を備える。変形可能部(14)は、少なくとも1つのばね要素(16)の往復運動をホイール台(26)の回転運動に変換するために、ばね要素(16)の自由端(22)と連動するように構成される第1の面および第2の面(26A、26B)を示す、ホイール台(26)をさらに備える。

【選択図】図8

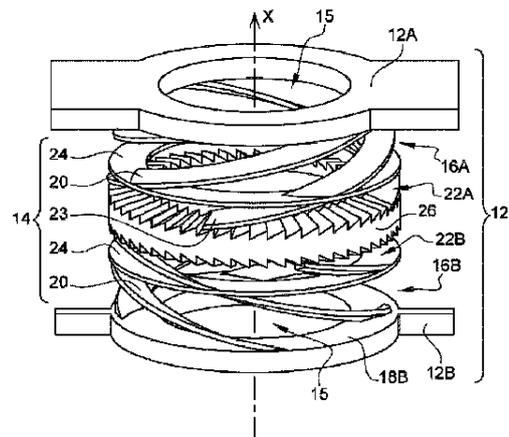


FIG. 8

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

微細構造体を移動させるように構成されたマイクロエンジン（10）であって、前記マイクロエンジンは、回転構造体（12）を備え、前記回転構造体（12）は、頭部（12A）、後部（12B）、および前記頭部（12A）と前記後部（12B）とを接続する変形可能部（14）を備え、

- 前記変形可能部（14）は、前記頭部（12A）から前記後部（12B）に伸びる主軸（X）に沿って伸長または圧縮変形可能であり、

- 前記変形可能部（14）は、少なくとも1つのばね要素（16）を備え、前記少なくとも1つのばね要素（16）は、前記後部（12B）に取り付けられた後端（18B）を有し、前記少なくとも1つのばね要素（16）は、自由端（22）を示し、

- 前記少なくとも1つのばね要素（16）の自由端（22）は、少なくとも1つの当接部材（23）を備え、

- 前記回転構造体（12）は、前記主軸（X）に沿って前記変形可能部（14）と整列し、前記変形可能部（14）の伸长相および圧縮相を連続的に作動させるように構成されたアクチュエータ（34）をさらに備え、

- 前記変形可能部（14）は、第1の面および第2の面（26A、26B）を示すホイール台（26）をさらに備え、前記第2の面（26B）は、前記少なくとも1つのばね要素（16）の往復運動を前記ホイール台（26）の回転運動に変換するために、前記少なくとも1つのばね要素（16）の自由端（22）と連動するように構成される、

マイクロエンジン（10）。

【請求項 2】

- 前記変形可能部（14）は、第1のばね要素（16A）および第2のばね要素（16B）を備え、前記第1のばね要素（16A）は、前記頭部（12A）に取り付けられた前端（18A）を有し、前記第2のばね要素（16B）は、前記後部（12B）に取り付けられた後端（18B）を有し、各ばね要素（16A、16B）は、自由端（22A、22B）を示し、

- 各ばね要素（16A、16B）の自由端（22A、22B）は、少なくとも1つの当接部材（23）を備え、

- 両ばね要素（16A、16B）の往復運動を前記ホイール台（26）の回転運動に変換するために、前記ホイール台（26）の第1の面（26A）は、前記第1のばね要素（16A）の自由端（22A）と連動するように構成され、前記第2の面（26B）は、前記第2のばね要素（16B）の自由端（22B）と連動するように構成される、

先行する請求項に記載のマイクロエンジン（10）。

【請求項 3】

第1および第2のばね要素（16A、16B）は、前記主軸（X）に沿って整列する、先行する請求項に記載のマイクロエンジン（10）。

【請求項 4】

前記アクチュエータ（34）は、前記主軸（X）に沿って伸びる電磁コイル（C）および永久磁石（M）を備える電磁アクチュエータである、先行する請求項のいずれか一項に記載のマイクロエンジン（10）。

【請求項 5】

前記永久磁石（M）は、各ばね要素（16、16A、16B）の圧縮および伸長時に、前後に平行移動する、先行する請求項に記載のマイクロエンジン（10）。

【請求項 6】

前記第1のばね要素（16A）は、前記第2のばね要素（16B）と反対の相で動く、請求項2～4のいずれか一項に記載のマイクロエンジン（10）。

【請求項 7】

各ばね要素（16、16A、16B）は、前記主軸（X）の周りに互いに対して螺旋状に配置された少なくとも3つのばね脚（20）を備える、先行する請求項のいずれか一項

10

20

30

40

50

に記載のマイクロエンジン（１０）。

【請求項 ８】

各ばね要素（１６、１６Ａ、１６Ｂ）は、前記少なくとも３つのばね脚（２０）を接合するように構成されたばねリング（２４）を備え、前記ばねリング（２４）は、前記ホイール台（２６）と連動するための少なくとも３つの当接部材（２３）を示す、先行する請求項に記載のマイクロエンジン（１０）。

【請求項 ９】

各当接部材（２３）は、弾性ストリップである、先行する請求項のいずれか一項に記載のマイクロエンジン（１０）。

【請求項 １０】

各当接部材（２３）は、先の尖った歯（Ｔ）である、請求項 １～８のいずれか一項に記載のマイクロエンジン（１０）。

【請求項 １１】

前記ホイール台（２６）は、ノッチ付きホイールであり、前記第 １の面および前記第 ２の面（２６Ａ、２６Ｂ）の各々は、少なくとも３つのノッチ（２８）を示し、各ノッチ（２８）は、対応するばね要素（１６Ａ、１６Ｂ）の当接部材（２３）と連動するように構成される、先行する請求項のいずれか一項に記載のマイクロエンジン（１０）。

【請求項 １２】

各ばね要素（１６Ａ、１６Ｂ）の伸長は、前記ホイール台（２６）の回転をもたらす、回転角は、前記ホイール台（２６）の面（２６Ａ、２６Ｂ）のノッチ（２８）の数に依存する、先行する請求項に記載のマイクロエンジン（１０）。

【請求項 １３】

前記ホイール台（２６）の ２つのノッチ（２８）間の距離は、ばね要素（１６Ａ、１６Ｂ）の伸長相中の １つの当接要素（２３）のコースより短い、請求項 １１または １２のいずれか一項に記載のマイクロエンジン（１０）。

【請求項 １４】

前記ホイール台（２６）の各ノッチ（２８）は、
 - 前記ホイール台（２６）の半径（Ｒ）に実質的に垂直な第 １の表面（３０）であって、前記第 １の表面（３０）は、第 １および第 ２のばね要素（１６Ａ、１６Ｂ）の当接部材（２３）と当接することによって連動するように構成される、第 １の表面（３０）と、
 - 第 １のノッチ（２８）の第 １の表面（３０）と、第 ２のノッチ（２８）の第 １の表面（３０）との間に伸びる第 ２の表面（３２）であって、前記第 ２のノッチ（２８）は、前記ホイール台（２６）の円周に沿って前記第 １のノッチ（２８）の後に続き、前記第 ２の表面（３２）は、前記第 １および第 ２のばね要素（１６Ａ、１６Ｂ）の当接部材（２３）と摺動することによって連動するように構成される、第 ２の表面（３２）と、
 を示す、請求項 １１～１３のいずれか一項に記載のマイクロエンジン（１０）。

【請求項 １５】

各ノッチ（２８）の各第 ２の表面（３２）は、前記ホイール台（２６）の中心に向かって傾斜している、先行する請求項に記載のマイクロエンジン（１０）。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、微細構造体または微細装置が、粘性物質中、特に脳などの被験者の臓器中を移動することを可能とする回転式マイクロモーターに関する。

【背景技術】

【０００２】

損傷を伴わずに深部構造および機能性構造に到達することができることは、低侵襲性手術、特に脳神経外科手術における主要な課題である。マイクロテクノロジーのおかげで、微細構造体または微細装置を脳などの被験者の臓器の内部に送ることが可能になる。しかしながら、脳のように、低レイノルズ数の環境中の微細構造体の推進は、慣性がなく、微

10

20

30

40

50

細構造体のサイズが小さいことによって引き起こされる比較的高い抗力が存在するため、課題である。

【0003】

微細構造体または微細装置が、例えば脳などの粘性物質中を移動するための最も有効な方法は、前進しながら回転することである。前述の微細構造体は、したがって、この最も有効な移動方法を可能とするために、回転式マイクロモーター（またはマイクロエンジン）を必要とする。

【0004】

今日では、回転式マイクロエンジンは、典型的には、円形に配置された3つのコイルを使用している。それら3つのコイルは、あまりに多くの場所を取り、したがって、マイクロエンジンに必要なサブミリメートルの直径に到達する可能性を制限する。

10

【0005】

出願CN108964514が知られており、それは、圧電形状記憶合金によって駆動される回転マイクロモーターおよびその駆動方法を開示している。回転マイクロモーターは、上から下に連続的に積層される、上部カバー、ハウジング、弾性シート、ベース、軸受エンドカバー、回転子、圧縮ばね、支持フレーム、回転シャフト、深溝玉軸受、アダプター、圧電スタック、調整ねじ、形状記憶合金ワイヤ、摩擦ブロック、ゴム製摩擦パッド、一方向転がり軸受、弾性止め輪、変位増幅ロッド、および回転体を備える。軸受エンドカバーは、上部カバーの上面およびベースの下面の中央の位置に設置される。駆動方法は、三角波信号によって圧電スタックの変形を変化させ、それにより、変位増幅ロッドが支持フレームを回転させるように回転体を回転させる。さらに、形状記憶合金ワイヤの変形は、半三角波信号によって変化し、摩擦ブロックは、ばねによって押されて回転子と接触し、それにより回転子の回転動作を実現する。この発明は、粘性物質中の移動を可能としない。

20

【0006】

これに関連して、本発明は、微細構造体が高効率な方法で低レイノルズ数の流体環境中を前進することを可能とする回転式マイクロエンジンを提案することを目的とする。

【発明の概要】

【0007】

本発明は、したがって、微細構造体を移動させるように構成されたマイクロエンジンに関し、マイクロエンジンは、回転構造体を備え、前述の回転構造体は、頭部、後部、および頭部と後部とを接続する変形可能部を備え、

30

- 変形可能部は、頭部から後部に伸びる主軸に沿って伸長または圧縮変形可能であり、
- 変形可能部は、少なくとも1つのばね要素を備え、少なくとも1つのばね要素は、後部に取り付けられた後端を有し、少なくとも1つのばね要素は、自由端を示し、
- 少なくとも1つのばね要素の自由端は、少なくとも1つの当接部材を備え、
- 回転構造体は、主軸に沿って変形可能部と整列し、変形可能部の伸长相および圧縮相を連続的に作動させるように構成されたアクチュエータをさらに備え、
- 変形可能部は、第1の面および第2の面を示すホイール台をさらに備え、第2の面は、少なくとも1つのばね要素の往復運動をホイール台の回転運動に変換するために、少なくとも1つのばね要素の自由端と連動するように構成される。

40

【0008】

本発明は、したがって、ばねのほぼ直線的な運動を回転に変換する、ミリメートル、さらにはサブミリメートルであり得る小さい回転式マイクロエンジンを作り出すことを可能とする。

【0009】

本発明に係る装置はまた、別々に、または互いに組み合わせて取り入れられる、以下の特徴：

- 変形可能部は、第1のばね要素および第2のばね要素を備え得、第1のばね要素は、頭部に取り付けられた前端を有し、第2のばね要素は、後部に取り付けられた後端を有し

50

- 、各ばね要素は、自由端を示し、
- 各ばね要素の自由端は、少なくとも1つの当接部材を備え得、
 - 両ばね要素の往復運動をホイール台の回転運動に変換するために、ホイール台の第1の面は、第1のばね要素の自由端と連動するように構成され得、第2の面は、第2のばね要素の自由端と連動するように構成され得、
 - 第1および第2のばね要素は、主軸に沿って整列し得、
 - アクチュエータは、主軸に沿って伸びる電磁コイルおよび永久磁石を備える電磁アクチュエータであり得、
 - 永久磁石は、各ばね要素の圧縮および伸長時に、前後に平行移動し得、
 - 第1のばね要素は、第2のばね要素と反対の相で動き得、
 - 各ばね要素は、主軸の周りに互いに対して螺旋状に配置された少なくとも3つのばね脚を備え得、
 - 各ばね要素は、少なくとも3つのばね脚を接合するように構成されたばねリングを備え得、前述のばねリングは、ホイール台と連動するための少なくとも3つの当接部材を示し、
 - 各当接部材は、弾性ストリップであり得、
 - 各当接部材は、先の尖った歯であり得、
 - ホイール台は、ノッチ付きホイールであり得、第1の面および第2の面の各々は、少なくとも3つのノッチを示し、各ノッチは、対応するばね要素の当接部材と連動するように構成され、
 - 各ばね要素の伸長は、ホイール台の回転をもたらし得、回転角は、ホイール台の面のノッチの数に依存し、
 - ホイール台の2つのノッチ間の距離は、ばね要素の伸長相中の1つの当接要素のコースより短いものであり得、
 - ホイール台の各ノッチは、ホイール台の半径に実質的に垂直な第1の表面であって、前述の第1の表面は、第1および第2のばね要素の当接部材と当接することによって連動するように構成される、第1の表面と、第1のノッチの第1の表面と第2のノッチの第1の表面との間に伸びる第2の表面であって、第2のノッチは、ホイール台の円周に沿って第1のノッチの後に続き、前述の第2の表面は、第1および第2のばね要素の当接部材と摺動することによって連動するように構成される、第2の表面とを示し得、
 - 各ノッチの各第2の表面は、ホイール台の中心に向かって傾斜し得る、
- の1つまたはいくつかを含み得る。

10

20

30

【0010】

本発明の特徴および利点は、本発明に係るマイクロロボットのいくつかの実施形態の以下の説明から明らかになり、この説明は、単なる例として添付図面を参照しながら与えられる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の第1の実施形態に係るマイクロエンジンの概略軸方向断面図である。

【図2】本発明に係るマイクロエンジンに結合することができる要素の実施形態を示す、本発明に係る装置に取り付けられたプロペラを備える本発明の第2の実施形態に係るマイクロエンジンの概略軸方向断面図である。

40

【図3】本発明の実施形態に係るばね要素の斜視図である。

【図4】図3に示されるばね要素の側面図である。

【図5】本発明の実施形態に係るばね要素の斜視図である。

【図6a】本発明の第3の実施形態に係るばね要素の側面図である。

【図6b】図6aのばね要素の当接部の詳細な図である。

【図7a】本発明の第2の実施形態に係るホイール台の斜視図である。

【図7b】磁石に取り付けられた、図7aのホイール台の側面図である。

【図8】本発明の第2の実施形態に係る回転構造体の斜視図である。

50

【図 9 a】本発明に係るばね要素の圧縮相の最中の、ホイール台に対するばね脚の動きの概略図である。

【図 9 b】本発明に係るばね要素の伸長相の最中の、ホイール台に対するばね脚の動きの概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

本明細書の第 1 部では、本発明に係るマイクロエンジン 10 の異なる要素を説明する。第 2 部では、前述のマイクロエンジン 10 の機能を説明する。

【0013】

本発明に係るマイクロエンジン 10 は、被験者の脳脊髄液または脳の細胞外マトリックスなどの粘性物質中で、微細構造体または任意の種類マイクロエンジニアリング装置を主軸 X (図 1 参照) に沿って移動させることを目的とする。粘性流体は、低レイノルズ数を示す流体物質と明確に定義される。

10

【0014】

本出願では、マイクロエンジンまたはマイクロモーターは、自力で動くことができる、典型的にはミクロンで測定される非常に小さい部品のアセンブリであると見なされる。この定義によれば、マイクロモーターは、微細装置に結合されると、水または化学溶液、しばしば粘性流体物質中に置かれた時に、所与の方向に自律的に前述の微細装置を推進することができる。マイクロエンジンは、任意の種類形状および構造を取り得、異なる機構で動作する多くの異なるマイクロエンジンのタイプが存在する。マイクロエンジンの最も重要な例は、例えば、自己推進細胞の鞭毛を動かす生物エンジンなどの、生物エンジンである。

20

【0015】

本出願に関して、マイクロエンジン 10 は、主軸 X に沿って伸びる回転構造体 12 を備える。回転構造体 12 は、頭部 12 A、後部 12 B、および変形可能部 14 を備える。変形可能部 14 は、頭部 12 A と後部 12 B とを接続する。頭部 12 A および後部 12 B は、したがって、主軸 X に沿って接続される。図 2 および図 8 に示される実施形態では、各部分 12 A、12 B は、中央円形開口部 15 (図 8 参照) および外部取り付けストリップを示すフランジ台である。

【0016】

図 1 では、頭部 12 A は、回転構造体 12 の回転を可能としかつ摩擦を制限しながら、変形可能部 14 を主軸 X と整列させて維持するための軸受、例えば玉軸受である。後部 12 B は、外部取り付けストリップを示すフランジ台である。

30

【0017】

図 1 および図 2 では、各取り付けストリップが、回転構造体 12 を囲む剛性ハウジング H に取り付けられているのが見られる。このハウジング H は、回転構造体 12 を支持し、図 2 の実施形態では、主軸 X に沿ったその正確な位置合わせを可能とする。図 2 の実施形態に関して、前述のハウジング H は、主軸 X に沿って伸び、前述の主軸 X の周りに回転する。いくつかの実施形態では、このハウジング H はまた、回転構造体 12 が任意の流体侵入から保護されることも可能とする。このように、マイクロエンジン 10 の回転構造体 12 の回転運動は、微細構造体がマイクロエンジン 10 によって前方に押されている間の粘性環境の (主軸 X に沿った) 直線運動に干渉しない。

40

【0018】

第 1 の実施形態では、図 1 に示されるように、変形可能部 14 は、1 つのばね要素 16 を備える。

【0019】

第 2 の実施形態では、図 2 および図 8 に示されるように、変形可能部 14 は、2 つのばね要素 16 A および 16 B を備える。

【0020】

図 1 に示される実施形態に関して、変形可能部 14 は、主軸 X に沿って伸びる 1 つのば

50

ね要素 16 を備える。変形可能部 14 は、したがって、主軸 X に沿って伸長または圧縮変形可能である。ばね要素 16 は、所定の位置に維持されるようにハウジング H に固定される。

【0021】

図 2 および図 8 の実施形態に示されるように、変形可能部 14 は、主軸 X に沿って各々伸びる第 1 のばね要素 16 A および第 2 のばね要素 16 B を備える。より正確には、第 1 および第 2 のばね要素 16 A、16 B は、ハウジング H により、主軸 X に沿って互いに整列する。変形可能部 14 は、したがって、主軸 X に沿って伸長または圧縮変形可能である。2 つのばね要素 16 A、16 B は、ハウジング H に固定され、ハウジング H は、2 つのばね要素 16 A、16 B が互いから正しい距離に固定されることを確実にする。

10

【0022】

図 1 に関して、ばね要素 16 は、回転構造体 12 の後部 12 B に取り付けられた後端 18 B を有する。図 2 の実施形態に関して、第 1 のばね要素 16 A は、回転構造体 12 の頭部 12 A に取り付けられた前端 18 A を有する。第 2 のばね要素 16 B は、回転構造体 12 の後部 12 B に取り付けられた後端 18 B を有する。各ばね要素 16 A、16 B は、少なくとも 3 つのばね脚 20 を備える。図 5 に示されるばね要素 16、16 A、16 B (16 および 16 B は 16 A と同一であるため示されていない) は、主軸 X の周りに互いに対して螺旋状に配置された 3 つのばね脚 20 を正確に示す。

【0023】

図 1 および図 3 の実施形態に関して、ばね要素 16 は、主軸 X の周りに互いに対して螺旋状に配置された 4 つのばね脚 20 を有する。図 3 からわかるように、ばね要素 16 の前端 18 A において、ばね脚 20 は、後部 12 B の中央円形開口部 15 の周りに規則的に配置される。図 3 および図 4 に示される実施形態に関して、ばね要素 16 A、16 B は、主軸 X の周りに互いに対して螺旋状に配置された 4 つのばね脚 20 を有する。図 3 および図 8 からわかるように、第 1 のばね要素 16 A の前端 18 A において、ばね脚 20 は、頭部 12 A の中央円形開口部 15 の周りに規則的に配置される。第 2 のばね要素 16 B の後端 18 B において、ばね脚 20 は、後部 12 B の中央円形開口部 15 の周りに規則的に配置される。好ましくは、各ばね 16、16 A、16 B の各脚 20 は、60 ~ 300 μm 、より好ましくは 120 ~ 160 μm の幅、および 5 ~ 80 μm 、より好ましくは 20 ~ 40 μm の高さを有する長方形断面を示す。代替の実施形態では、脚 20 は、斜角断面を示し、前述の斜角断面は、変形可能部 14 の内側に向かって傾斜している。

20

30

【0024】

好ましくは、脚 20 は、300 ~ 600 μm 、より好ましくは 450 ~ 500 μm の全長を示す。いくつかの実施形態では、脚 20 は、0.001 ~ 10 Gpa のヤング率を示す、例えば OrmoClear (登録商標) などの UV 硬化性ハイブリッド無機 - 有機ポリマーを含む材料で作られる。

【0025】

各ばね要素 16、16 A、16 B は、自由端 22、22 A、22 B をさらに示す (図 1 および図 8 参照)。したがって、ばね要素 16 (図 1 に関して) または第 2 のばね要素 16 B (図 2 に関して) の各ばね脚 20 は、後部 12 B から頭部 12 A に向かって伸び、図 2 の実施形態に関して、第 1 のばね要素 16 A の各ばね脚 20 は、頭部 12 A から後部 12 B に向かって伸びる。したがって、図 2 および図 8 からわかるように、第 1 のばね要素 16 A の自由端 22 A は、第 2 のばね要素 16 B の自由端 22 B に面する。

40

【0026】

各ばね要素 16、16 A、16 B の自由端 22、22 A、22 B は、少なくとも 1 つの当接部材 23 を備える。図 3、図 4、図 6 a、および図 8 に示される実施形態では、ばね要素 16、16 A、16 B の各ばね脚 20 は、その先端に、当接部材 23 を示す。図 3、図 4、および図 8 の実施形態では、各ばね脚 20 は、真っすぐな縁部で終端し、それらの縁部の各々が、当接部材 23 を形成する。図 6 a および図 6 b に示される実施形態では、各ばね要素 16、16 A、16 B の各ばね脚 20 は、その自由端に、ラグ要素 L を備える

50

。この実施形態では、各ラグ要素 L が、当接部材 23 を形成する。そのようなラグ要素 L の利点は、ホイール台 26 の相補的ノッチ 28 とのより容易な接触を可能とすることである。得られる当接接触は、したがって改善される。

【0027】

図 3 および図 4 からわかるように、ばね要素 16、16A、16B（要素 16 および 16B は示されていないが、示されている要素 16A と同様である）は、そのばね脚 20 を接続するばねリング 24 を備え得る。ばねリング 24 は、ばね要素 16、16A、16B のばね脚 20 を接合する。ばねリング 24 は、ばね要素 16、16A、16B の半径方向の抵抗性を強化し、ばね脚 20 が互いに離れることを回避する。このばねリング 24 は、すべてのばね脚 20 の動きを良好に同期させることも可能とする。いくつかの実施形態、例えば図 5 に示される例では、ばねリング 24 は、ばね要素 16、16A、16B の自由端 22、22A、22B に当接する場合、各ばね脚 20 は、その先端でばねリング 24 に接続され、ばねリング 24 は、ばね要素 16、16A、16B の自由端 22、22A、22B の一部になる。この種の実施形態では、ばねリング 24 は、少なくとも 3 つの当接部材 23 を示す。図 2、図 3、図 4、および図 6a に示される実施形態では、ばねリング 24 は、4 つの当接部材 23 を示す。図 5 に示される実施形態では、ばねリング 24 は、8 つの当接部材 23 を示す。いくつかの実施形態では、ばねリング 24 から伸びる各当接部材 23 は、弾性ストリップである。弾性ストリップがばね脚 20 と同じ数であり、ばね脚 20 との連続性を示す方法でばねリング 24 に取り付けられる場合、この実施形態は、図 3 および図 4 に示される実施形態と同様に見えることがある。

10

20

【0028】

その一方で、図 5 は、各当接部材 23 が先の尖った歯 T である実施形態を示す。

【0029】

図 2 および図 8 に示される実施形態では、ばね要素 16A、16B は、形状および構造が実質的によく似ており、それらの各々は、4 つのばね脚 20 を示す。

【0030】

図 1、図 2、および図 8 からわかるように、変形可能部 14 は、中央円形凹部 25（図 7a 参照）、第 1 の面 26A、および第 2 の面 26B を示すホイール台 26 をさらに備える。回転構造体 12 が取り付けられ、機能する場合、ホイール台の中央円形凹部 25 は、頭部および後部 12A、12B の中央円形開口部 15 と整列する。

30

【0031】

図 1 に関して、回転構造体 12 が取り付けられ、機能すると、ホイール台の第 1 の面 26A は、頭部 12A の軸受によって維持され、ホイール台 26 の第 2 の面 26B は、ばね要素 16 の自由端 22 と連動する。図 2 に関して、第 1 のばね要素 16A の自由端 22A は、ホイール台 26 の第 1 の面 26A と連動し、ホイール台 26 の第 2 の面 26B は、第 2 のばね要素 16B の自由端 22B と連動する。

【0032】

図 7a からわかるように、ホイール台 26 は、ノッチ付きホイールであり、第 1 の面および第 2 の面 26A、26B の各々は、少なくとも 3 つのノッチ 28 を示す。図 1 に示される実施形態では、ホイール台 26 は非対称形状を示し、第 1 の面 26A が平面であり、第 2 の面 26B が少なくとも 3 つのノッチ 28 を示す。図 7a および図 7b に示される例では、ノッチ付きホイールは、各面 26A、26B に 4 つ以上のノッチ 28 を示し、数が多いほど、あるノッチから別のノッチへのステップは短くなり、逆もまた同様である。各面 26A、26B は、同じ数のノッチ 28 を備え、第 1 の面 26A の各ノッチ 28 は、主軸 X に実質的に垂直な横断面 P に従った横方向の対称性をホイール台 26 に与えるような方法で、第 2 の面 26B のノッチ 28 に対応する。好ましくは、ホイール台 26 は、100 ~ 1500 μm 、より好ましくは 500 ~ 1300 μm の半径 R を示す。各ノッチ 28 は、30 ~ 50 μm の高さを有し得る。さらに、ホイール台 26 の各ノッチ 28 は、第 1 および第 2 の表面 30、32 を示す（図 7b 参照）。第 1 の表面 30 は、図 7a に示されるように、ホイール台の半径 R およびホイール台 26 の横断面 P に実質的に垂直であり、前

40

50

述の第1の表面30はまた、主軸Xに沿って伸びる。平面Pは、凹部25の表面を含み、この平面は、ホイール台26の軸に垂直な平面と定義される。第2の表面32は、第1のノッチ28の第1の表面30と、第2のノッチ28の第1の表面30との間に伸び、第2のノッチ28は、ホイール台26の円周に沿って第1のノッチ28の後に続く。さらに、各ノッチ28の各第2の表面32は、ホイール台26の中心に向かって傾斜している。この傾斜は、凹部25の表面に対して $1^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 、好ましくは約 10° である。用語「約」は、許容測定誤差を指す。これは、ホイール台26の各面26A、26Bに、ホイール中心に向かって収束する倒立円錐底部の一般形状を与える。このように、図7aからわかるように、その外周におけるホイール台26の厚さ e_1 は、その内周におけるその厚さ e_2 より大きい。これは、ホイール台26と自由端22A、22Bとの間のより良好な結合を可能とし、ホイール離脱のリスクを著しく下げる。 10

【0033】

各ノッチ28は、対応するばね要素16A、16Bの自由端22A、22Bの当接部材23と連動するように構成される、

【0034】

したがって、図1に関して、回転構造体12が取り付けられ、機能すると、図9aおよび図9bに詳細に示されるように、ばね要素16の各当接部材23は、ホイール台26の第2の面26Bのノッチ28と連動する。図2に関して、図9aおよび図9bに詳細に示されるように、第1のばね要素16Aの各当接部材23は、ホイール台26の第1の面26Aのノッチ28と連動し、第2のばね要素16Bの各当接部材23は、ホイール台26の第2の面26Bと連動する。 20

【0035】

より正確には、各第1の表面30は、各ばね要素16、16A、16Bの当接部材23と当接することによって連動するように構成され、各第2の表面32は、各ばね要素16、16A、16Bの当接部材23と摺動することによって連動するように構成される。したがって、当接部材23に、第1の表面30への当接および第2の表面32上での摺動(図9aおよび図9b参照)の改善を可能とする特定の形状を与えることが重要である。

【0036】

図1および図2からわかるように、回転構造体12は、ばね要素16、16A、16Bを作動させるように構成されたアクチュエータ34をさらに備える。したがって、アクチュエータ34は、変形可能部14の伸長相および圧縮相を連続的に引き起こす。図1および図2からわかるように、アクチュエータ34は、主軸Xに沿って回転構造体12と整列する。 30

【0037】

いくつかの実施形態(図1および図2参照)では、アクチュエータ34は、電磁コイルCおよび永久磁石Mを備える電磁アクチュエータである。

【0038】

他の実施形態(図示せず)では、アクチュエータ34は、流体ポンプであってよい。別の実施形態では、ばね要素16、16A、16Bは、マイクロ感光性アレイを備えてよく、光源、例えばレーザーによって直接活性化されてよい。さらなる実施形態では、ばね脚20は、一部の電気活性ポリマーを含んでよく、したがって、電場に反応し得、刺激時にサイズまたは形状を変化させ得る。 40

【0039】

図1の実施形態では、永久磁石Mは、主軸Xに沿って後部12Bからばね要素16の反対方向に伸びる。永久磁石Mは、筐体Hの内部にある。コイルCは、永久磁石Mの周りに伸びる。この実施形態では、永久磁石Mは、ばね要素16の後端18Bに固定され、コイルCに流れる電流に応じて、磁石Mは後方または前方のいずれかに動き、ばね要素16はそれとともに動く。永久磁石Mの前後の平行移動は、相に応じてばね要素16の伸長または圧縮を引き起こす。相は、以下でさらに定義される。

【0040】

主軸 X に沿ってばね要素 16 と整列したアクチュエータ 34 を含めて、より具体的には、電磁コイル C および永久磁石 M を備える電磁アクチュエータの場合、永久磁石 M を中心としてその周りにある 1 つだけのコイル C を含めて、マイクロエンジン 10 の直径は、サブミリメートルサイズに低減され得、したがってマイクロエンジニアリングプロセスに組み込まれ得る。

【0041】

ばね要素 16 が活性化され、動き出すと、ノッチ 28 の表面 30、32 と、ばね要素 16 の当接部材 23 との間の連動は、ばね要素 16 の往復運動をホイール台 26 の回転運動に変換することを可能とする。

【0042】

図 2 の実施形態では、永久磁石 M は、主軸 X に沿って、後部 12 B と中央凹部 25 との間に、後部 12 B の中央円形開口部 15 を通って伸びる。永久磁石 M は、各ばね要素 16 A、16 B に向かって、それらのそれぞれの圧縮および伸長相中に、前後に平行移動する。より正確には、永久磁石 M は、ホイール台 26 に固定され、ホイール台 26 は、永久磁石 M とともに動く。電磁コイル C に流れる電流に応じて、磁石 M は、後方または前方のいずれかに動く。ホイール台 26 の前後の平行移動は、相に応じてばね要素 16 A、16 B の伸長または圧縮を引き起こす。相は、以下でさらに定義される。

【0043】

主軸 X に沿ってばね要素 16 A、16 B と整列したアクチュエータ 34 を含めて、マイクロエンジン 10 の直径は、図 1 の実施形態と同様に、サブミリメートルサイズに低減され得、したがってマイクロエンジニアリングプロセスに組み込まれ得る。これは、具体的には、主軸 X を中心としてその周りに 1 つだけのコイル C を含む、電磁コイル C および永久磁石 M を備える電磁アクチュエータ 34 の場合である。

【0044】

ばね要素 16 A、16 B が活性化され、動き出すと、ノッチ 28 の表面 30、32 と、ばね要素 16 A、16 B の当接部材 23 との間の連動は、両ばね要素 16 A、16 B の往復運動をホイール台 26 の回転運動に変換することを可能とする。永久磁石 M は、ホイール台 26 とともに回転する。ホイール台 26 のこの回転運動は、マイクロエンジン 10 に接続された微細構造体を回転させることをさらに可能とする。

【0045】

例えば、図 2 において、プロペラ P は、ホイール台 26 に取り付けられる。ホイール台 26 が動き出すと、プロペラ P は回転に追従し、これもまた動き出す。

【0046】

より正確には、アクチュエータ 34 が電磁アクチュエータである場合（図 1 および図 2 の例）、マイクロエンジン 10 がオンになると、永久磁石 M は、主軸 X に沿って上下に平行移動を開始する。この並進運動は、ばね要素 16、16 A、16 B に、より具体的にはばね脚 20 に伝達される。各ばね脚 20 の先端も、したがって上下に平行移動する。しかしながら、それらの螺旋形状により、前述のばね脚 20 はまた、主軸 X の周りにわずかな回転を受ける。この回転は、当接部材 23 によってホイール台 26 のノッチ 28 に伝達され、したがって、ホイール台 26 全体に伝達される。さらに、図 2 の実施形態は、ホイール台 26 の連続回転を可能とし、第 1 のばね要素 16 A は、第 2 のばね要素 16 B と反対の相で動く。

【0047】

古典力学では、ばね要素は、理論上、調和振動子として理解され得る。本発明に関して、多くの他の要素がばね要素 16 A、16 B の運動方程式の定義に干渉することは明らかである。しかしながら、相を定義するために、この単純な理論モデルは十分である。調和振動子は、その平衡位置から変位した時に、変位

【数 1】

10

20

30

40

50

$$\vec{x}$$

に比例する復元力

【数 2】

$$\vec{F}$$

を経験する系である：

【数 3】

$$\vec{F} = -k\vec{x}$$

式中、 k は正の定数である。

【0048】

図 1 の場合、定数 k を示す 1 つのばね要素 1 6 のみが存在する。図 2 の場合、ばね要素 1 6 A、1 6 B は、主軸 X に沿って直列に配置される。したがって、定数 k は、両ばね要素 1 6 A、1 6 B の等価剛性であり、 k は、両ばね要素 1 6 A、1 6 B の定数 k_A および k_B の和： $k = k_A + k_B$ である。ばね要素 1 6 A、1 6 B の変位は、主軸 X に沿ったものであり、したがって、

【数 4】

$$\vec{x}$$

は、主軸 X に対する各ばね要素 1 6、1 6 A、1 6 B の運動の方向に関して正もしくは負（0 超もしくは 0 未満）であり得、ばね要素 1 6、1 6 A、1 6 B の自由端 2 2 A、2 2 B は、ホイール台 2 6 に向かって動く（図 1 の実施形態の場合の圧縮相、および図 2 の実施形態の場合の伸長相）か、または自由端 2 2 A、2 2 B は、ホイール台 2 6 から離れるように動く（図 1 の実施形態の場合の伸長相、および図 2 の実施形態の場合の圧縮相）。1 つの相は、本出願では、

【数 5】

$$\vec{x}$$

が符号を変化させる前のばね要素 1 6、1 6 A、1 6 B の運動全体と定義される。各ばね要素 1 6、1 6 A、1 6 B は、主軸 X に沿って動くが、図 2 に関しては、それらの自由端 2 2 A、2 2 B が互いに向かい合っているため、反対方向に動く。図 1 に関しては、ばね要素 1 6 は、したがって、その変位が負（0 未満）である場合に伸長相にあり、その変位が正（0 超）である場合に圧縮相にあると見なされる。図 2 に関しては、第 1 のばね要素 1 6 A は、したがって、その変位

【数 6】

$$\vec{x}$$

が正（0 超）である場合に伸長相にあり、その変位

【数 7】

$$\vec{x}$$

10

20

30

40

50

が負（0未満）である場合に圧縮相にあると見なされる。第2のばね要素16Bは、反対側にあり、その変位

【数8】

$$\vec{x}$$

が負である場合に伸長相にあり、その変位

【数9】

$$\vec{x}$$

10

が正である場合に圧縮相にあると見なされる。このように、第1のばね要素16Aは、第2のばね要素16Bが伸長相に入る時に圧縮相に入る。

【0049】

明らかに、実施形態に関係なく、ばね要素16、16A、16Bは、組み立て中に予め拘束された状態にある。

【0050】

各ばね要素16、16A、16Bの伸長は、ホイール台26の回転をもたらすので、ホイール台26は、したがって、変形可能部14の各圧縮/伸長相で回転するが、これはばね要素16、16A、16Bの1つが必然的に伸長相にあるためである。変形可能部14の各圧縮/伸長相中のホイール台26の回転角は、ホイール台26の面26A、26Bのノッチ28の数に依存する。2つのノッチ28間の距離が、ばね要素16、16A、16Bの圧縮/伸長中の1つの当接要素23のコースより短い実施形態では、ホイール台26は、連続的に回転する。ホイール台26上のノッチ28が多いほど、前述のホイール台26の回転は滑らかになる。

20

【0051】

ばね要素16、16A、16Bの各圧縮/伸長が、1つの単一のノッチ28の前進を可能とするため、連続的であっても、ホイール台26の回転は遅い。しかしながら、それらの小さな増分のため、回転のトルクは強い。それは、ギヤボックスのような働きをする。ホイール台16上のノッチ28が多いほど、回転のトルクは大きくなる。設計および作製中にノッチ28の数をいじることによって、受動ギヤボックス化が達成され得る。

30

40

50

【 図面 】

【 図 1 】

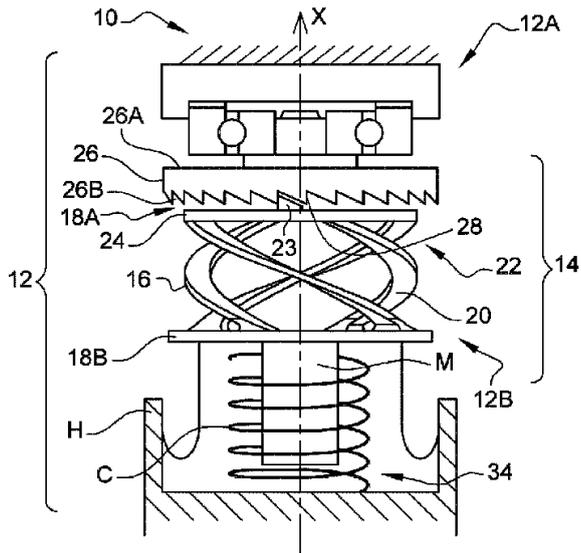


FIG. 1

【 図 2 】

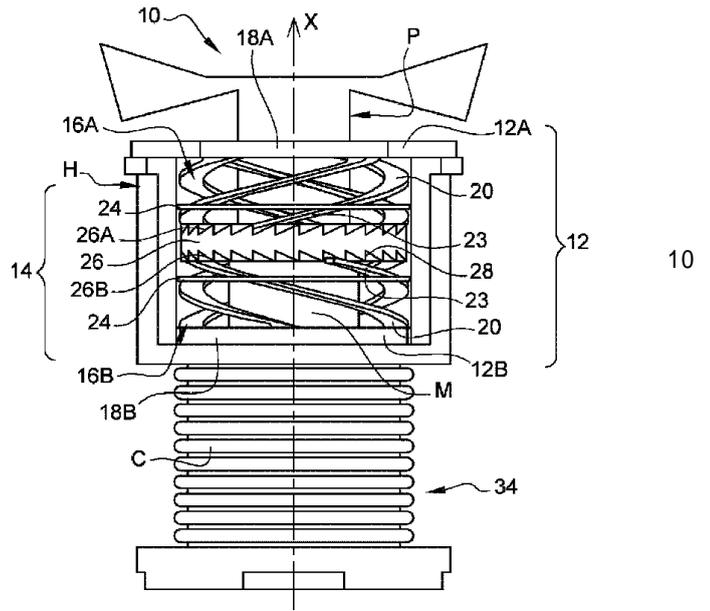


FIG. 2

【 図 3 】

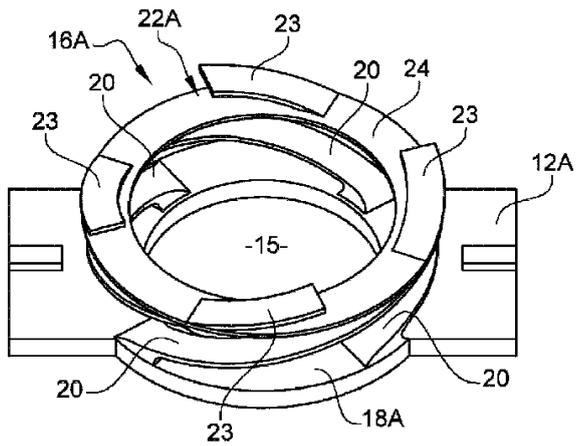


FIG. 3

【 図 4 】

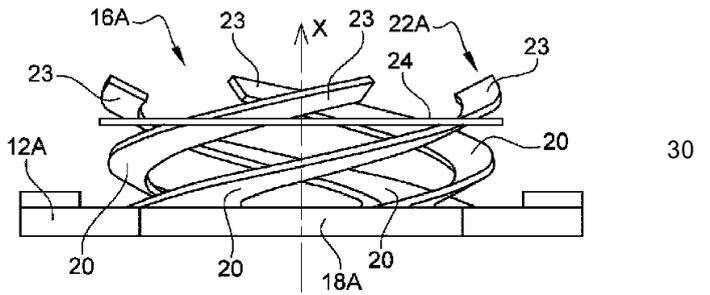


FIG. 4

10

20

30

40

50

【 図 5 】

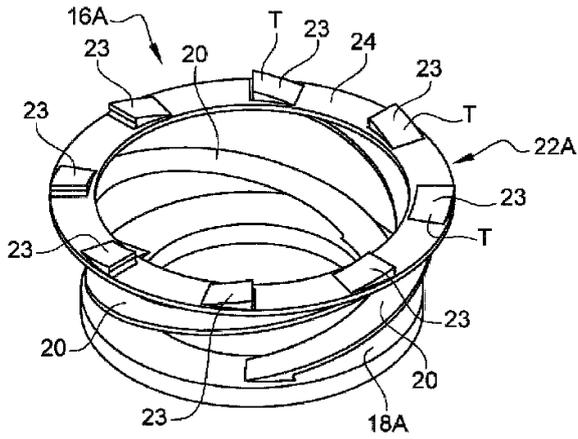


FIG. 5

【 図 6 a 】

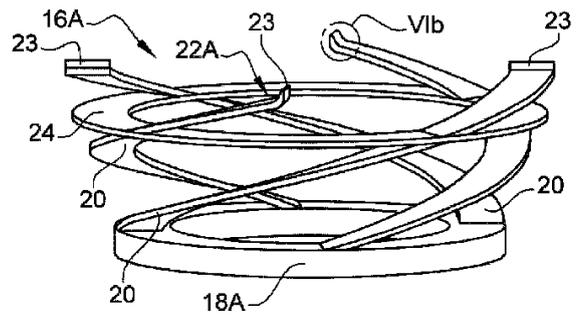


FIG. 6a

10

【 図 6 b 】

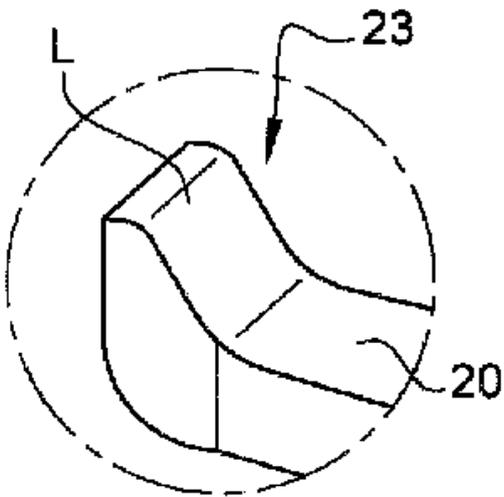


FIG. 6b

【 図 7 a 】

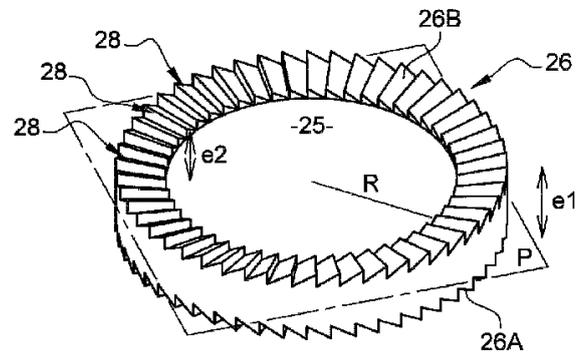


FIG. 7a

20

30

40

50

【 図 7 b 】

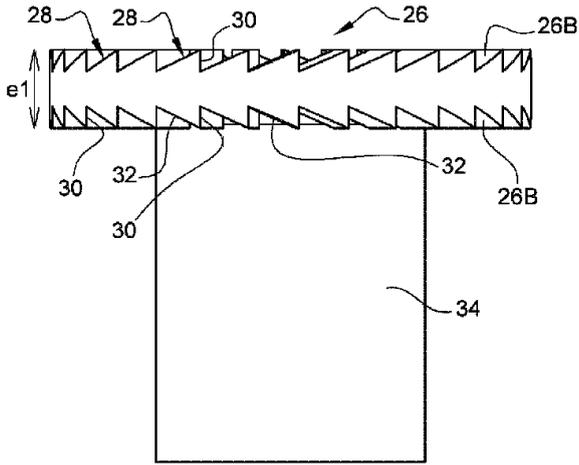


FIG. 7b

【 図 8 】

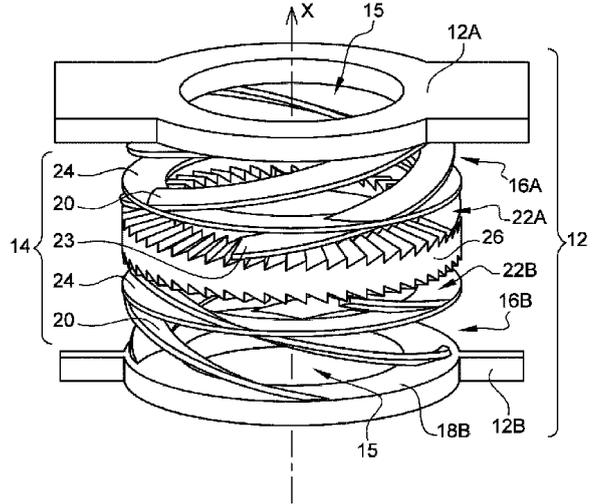


FIG. 8

10

20

30

40

50

【 図 9 a 】

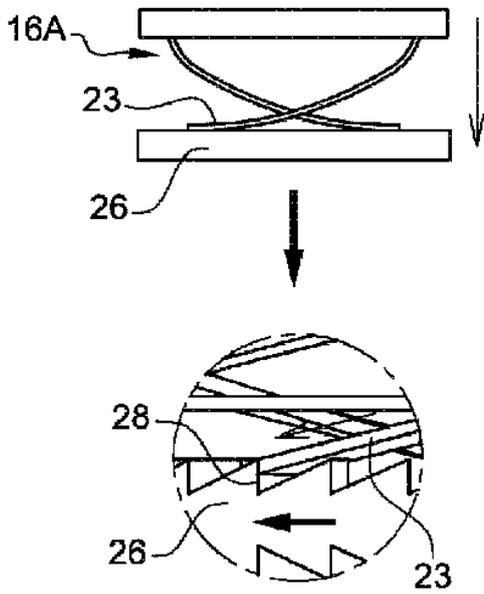


FIG. 9a

【 図 9 b 】

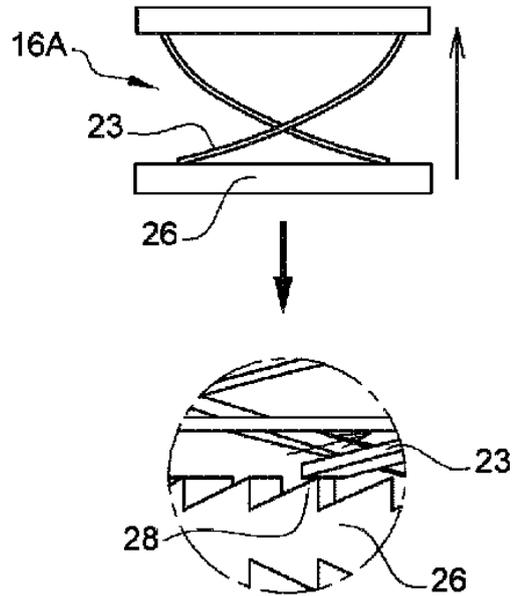


FIG. 9b

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2021/069196

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. A61B34/00 F16F1/373 F16H25/12 ADD. A61B17/00 F16F1/36												
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) A61B F16F F16H B25J H02N B81B												
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched												
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data												
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT												
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.										
A	PRISACARIU I ET AL: "A general view on the classification and operating principle of piezoelectric ultrasonic motors", ELECTRICAL AND POWER ENGINEERING (EPE), 2012 INTERNATIONAL CONFERENCE AND EXPOSITION ON, IEEE, 25 October 2012 (2012-10-25), pages 409-414, XP032425256, DOI: 10.1109/ICEPE.2012.6463862 ISBN: 978-1-4673-1173-1 abstract page 409, right column, 2nd paragraph; figure 1 page 411, left column, 2nd and 3rd paragraphs; figure 7 ----- -/--	1										
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.												
* Special categories of cited documents : <table border="0"> <tr> <td>*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>*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</td> </tr> <tr> <td>*E* earlier application or patent but published on or after the international filing date</td> <td>*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</td> </tr> <tr> <td>*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)</td> <td>*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</td> </tr> <tr> <td>*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td></td> </tr> <tr> <td>*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td>*Z* document member of the same patent family</td> </tr> </table>			*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	*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	*E* earlier application or patent but published on or after the international filing date	*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	*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)	*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	*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	*Z* document member of the same patent family
A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	*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											
E earlier application or patent but published on or after the international filing date	*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											
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)	*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											
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	*Z* document member of the same patent family											
Date of the actual completion of the international search 7 October 2021		Date of mailing of the international search report 20/10/2021										
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Maroño Martínez, J										

3

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

page 1 of 2

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2021/069196

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	LIU LEJIE ET AL: "A Review of Locomotion Systems for Capsule Endoscopy", IEEE REVIEWS IN BIOMEDICAL ENGINEERING, vol. 8, 17 August 2015 (2015-08-17), pages 138-151, XP011666734, ISSN: 1937-3333, DOI: 10.1109/RBME.2015.2451031 [retrieved on 2015-08-17] the whole document	1
A	QIANG FU ET AL: "Characteristic Evaluation of a Shrouded Propeller Mechanism for a Magnetic Actuated Microrobot", MICROMACHINES, vol. 6, no. 9, 3 September 2015 (2015-09-03), pages 1272-1288, XP055762567, DOI: 10.3390/mi6091272 abstract figures 1, 2, 4-6	1
A	HUDA M NAZMUL ET AL: "Robots for minimally invasive diagnosis and intervention", ROBOTICS AND COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS BV., BARKING, GB, vol. 41, 6 April 2016 (2016-04-06), pages 127-144, XP029541151, ISSN: 0736-5845, DOI: 10.1016/J.RCIM.2016.03.003 abstract figures 1-9 tables 1-6	1
A	PHAM PHUC HONG ET AL: "Micro cam system driven by electrostatic comb-drive actuators based on SOI-MEMS technology", MICROSYSTEM TECHNOLOGIES, BERLIN, DE, vol. 21, no. 3, 29 January 2014 (2014-01-29), pages 699-706, XP035447889, ISSN: 0946-7076, DOI: 10.1007/S00542-014-2086-Y [retrieved on 2014-01-29] abstract figures 1, 2 section 2	1

10

20

30

40

3

 フロントページの続き

MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,N
 E,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,
 CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,IT,JO,JP,K
 E,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,N
 G,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,
 TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 オウルマス, アリ
 フランス国, 7 5 0 0 2 パリ, 9 ブールヴァード モンマルトル, ロビユーテ

(72)発明者 ブラナード, フィリップ
 フランス国, 7 5 0 0 2 パリ, 9 ブールヴァード モンマルトル, ロビユーテ

F ターム (参考) 3C081 AA11 BA29 BA44 BA46 BA48 BA51 BA54 DA32 EA39 EA41

EA45