

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5718321号
(P5718321)

(45) 発行日 平成27年5月13日(2015.5.13)

(24) 登録日 平成27年3月27日(2015.3.27)

(51) Int.Cl.	F 1
F 01 C 1/02 (2006.01)	F 01 C 1/02
B 81 B 3/00 (2006.01)	B 81 B 3/00
B 81 C 3/00 (2006.01)	B 81 C 3/00

請求項の数 19 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2012-512346 (P2012-512346)
(86) (22) 出願日	平成22年5月25日 (2010.5.25)
(65) 公表番号	特表2012-528264 (P2012-528264A)
(43) 公表日	平成24年11月12日 (2012.11.12)
(86) 国際出願番号	PCT/EP2010/057190
(87) 国際公開番号	W02010/136472
(87) 国際公開日	平成22年12月2日 (2010.12.2)
審査請求日	平成25年5月1日 (2013.5.1)
(31) 優先権主張番号	0953412
(32) 優先日	平成21年5月25日 (2009.5.25)
(33) 優先権主張国	フランス (FR)

(73) 特許権者	510132347 コミサリア ア レネルジ アトミク エ オウ エネルジ アルタナティヴ フランス国 75015 パリ リュ ル ブラン 25 バティマン ル ポナン デ
(74) 代理人	100060759 弁理士 竹沢 荘一
(74) 代理人	100087893 弁理士 中馬 典嗣
(74) 代理人	100086726 弁理士 森 浩之
(72) 発明者	ティエリ イルト フランス国 エフ-38530 バロー アレ ドゥ ラ フレット 213 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】圧力を変換するためのマイクロシステム、および圧縮用のマイクロシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

- 圧縮された流体が注入される入口ノズル(6)と、膨張した前記流体が排出される出口ノズル(8)と、

- 少なくとも1つが変位可能である、少なくとも2つのアーム(12、14)であって、それらのアームの間を、前記流体が、前記入口ノズルから前記出口ノズルまで通過して流れることによって、互いに相対的に変位し、その変位中、体積を増しながら、前記入口ノズルから遠ざかって、前記出口ノズルに到達する、前記流体のための少なくとも1つのポケット(50)を画定するように作られており、互いに対して相対的に変位することができる少なくとも2つのアーム(12、14)と、

- 前記少なくとも2つのアーム(12、14)の間を流れる前記流体を、これらの間に閉じ込められるように、前記少なくとも2つのアーム(12、14)を挟持する上側及び下側の平面(20)とを備えており、

前記少なくとも2つのアーム(12、14)は、各々前記上側又は下側の同一の平面(20)に機械的に接続されており、前記少なくとも1つの変位可能なアーム(12、14)は、前記上側及び下側の各々の平面(20)に対して相対的に変位することができるようになっていることを特徴とする、圧力差を機械的運動に変換するためのマイクロシステム。

【請求項 2】

前記アーム(12、14)の変位によって生じる機械エネルギーを別のエネルギーに変

10

20

換することができる、少なくとも 1 つのトランスデューサ (22、24) を備えている、請求項 1 に記載のマイクロシステム。

【請求項 3】

- 膨張した流体が注入される入口ノズル (8) と、圧縮された前記流体が排出される出口ノズル (6) と、

- 少なくとも 1 つが変位可能である、少なくとも 2 つのアーム (12、14) であって、それらのアームの間を、それらのアーム同士の相対的な機械的運動の作用によって、前記流体が、前記入口ノズルから前記出口ノズルまで通過するように流れ、前記機械的運動中、体積を減らしながら、前記入口ノズルから遠ざかって、前記出口ノズルに到達する、前記流体のための少なくとも 1 つのポケットを画定するように作られており、かつ駆動される、少なくとも 2 つのアーム (12、14) と、10

- 前記アーム (12、14) を変位させることができる少なくとも 1 つのアクチュエータ (22、24) と、

- 前記少なくとも 2 つのアーム (12、14) の間を流れる前記流体を、これらの間に閉じ込められるように、前記少なくとも 2 つのアーム (12、14) を挟持する上側及び下側の平面 (20) とを備えており、

前記少なくとも 2 つのアーム (12、14) は、各々前記上側又は下側の同一の平面 (20) に機械的に接続されており、前記少なくとも 1 つの変位可能なアーム (12、14) は、前記上側及び下側の各々の平面 (20) に対して相対的に変位することができるようになっていることを特徴とする、流体を圧縮するためのマイクロシステム。20

【請求項 4】

前記アーム (12、14) は、互いに入り込みあつた渦巻状に作られている、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 つに記載のマイクロシステム。

【請求項 5】

前記アーム (12、14) の各々は、前記平面 (20) に平行であり、かつ互いに同一直線上にない方向に沿う、各アームの往復並進運動のみを可能にする接続部 (16、18) を介して、前記平面 (20) に機械的に接続されている、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 つに記載のマイクロシステム。

【請求項 6】

2 つの前記アーム (12、14) の往復並進運動間に位相ずれを発生させるための機械的移相器 (36) を、これら 2 つのアーム間に挿入されている、請求項 5 に記載のマイクロシステム。30

【請求項 7】

- 前記アーム (12、14) を、共振周波数で共振する系にすることができる、前記アーム (12、14) 間に配置された少なくとも 1 つの連結部 (38) と、

- 前記アーム (12、14) の往復並進運動の周波数が、前記共振周波数になるよう自動制御することができる、前記アーム (12、14) の変位を制御するための制御ユニット (28) とを

備えている、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 つに記載のマイクロシステム。

【請求項 8】

前記連結部 (38) はばねであり、各ばねの端は、前記アーム (12、14) の 1 つに機械的に接続されている、請求項 7 に記載のマイクロシステム。40

【請求項 9】

前記少なくとも 2 つのアーム (12、14) の各々が、前記上側及び下側の各々の平面 (20) に対して相対的に変位することができるようになっている請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 つに記載のマイクロシステム。

【請求項 10】

前記少なくとも 2 つのアーム (12、14) と、前記上側の平面 (20) との間に、間隙が設けられており、この間隙は、前記少なくとも 2 つのアーム (12、14) の間に前記流体を保持することができるように十分に小さく形成されていることを特徴とする請求50

項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載のマイクロシステム。

【請求項 1 1】

前記上側及び下側の平面の位置は各々固定されていることを特徴とする請求項 1 ~ 1 0 のいずれか 1 項に記載のマイクロシステム。

【請求項 1 2】

- 入口ノズル (6) および出口ノズル (8) が、それぞれ圧縮された流体および膨張した該流体に流体的に連絡する、請求項 1 又は 2、あるいは請求項 1 又は 2 を引用する請求項 4 ~ 1 1 のいずれか 1 つに記載のマイクロシステム (2) と、

- 前記入口ノズルから前記出口ノズルまで流れる際に膨張する前記流体の作用による、アーム (12、14) の変位によって生じる機械エネルギーを、圧力差を表わす物理量に変換することができるトランスデューサ (22、24) とを備えていることを特徴とする、圧縮された流体と膨張した流体との間の圧力差のセンサ。
10

【請求項 1 3】

前記トランスデューサ (22、24) は、前記アーム (12、14) の変位によって生じる機械エネルギーを、さらに、前記センサに電力を供給するために用いられる電気エネルギーに変換することができる電気機械トランスデューサである、請求項 1 2 に記載のセンサ。

【請求項 1 4】

- 入口開口 (146) と出口開口 (147) との間に延びている、圧縮性熱交換流体 (148) が流れる、冷却のためのマイクロチャネル (142) のネットワークを、
20 内部に有している電子チップ (140) であって、

前記電子チップは、請求項 3 又は請求項 3 を引用する請求項 4 ~ 1 1 のいずれか 1 つに記載の、流体を圧縮するためのマイクロシステム (150) を備えており、該マイクロシステム (150) の出口ノズル (6) および入口ノズル (8) は、それぞれ前記マイクロチャネルの入口開口および出口開口に流体的に連絡しており、前記マイクロチャネルは膨張機を形成していることを特徴とする電子チップ。

【請求項 1 5】

- 燃料と支燃性物質との可燃性混合物を取り入れるためのチャネル (133) と、
- 前記可燃性混合物の燃焼に先立つ、前記可燃性混合物の圧縮のための少なくとも 1
30 つのマイクロシステム (132) とを備えている燃焼用のマイクロモータであって、

前記圧縮のためのマイクロシステム (132) は、請求項 3 又は請求項 3 を引用する請求項 4 ~ 1 1 のいずれか 1 つに記載のマイクロシステムであることを特徴とするマイクロモータ。

【請求項 1 6】

- 燃料と支燃性物質との可燃性混合物を取り入れるためのチャネル (133) と、
- 前記可燃性混合物の燃焼に先立つ、前記可燃性混合物の燃焼によって生じる排気気体の膨張のための少なくとも 1 つのマイクロシステム (2) とを備えている燃焼用のマイクロモータであって、

前記膨張のためのマイクロシステム (2) は、請求項 1 又は 2、あるいは請求項 1 又は 2 を引用する請求項 4 ~ 1 1 のいずれか 1 項に記載のマイクロシステムであることを特徴とするマイクロモータ。
40

【請求項 1 7】

- 内燃機関用燃料と支燃性物質との可燃性混合物の燃焼を、機械的運動に変換することができるマイクロモータと、

- 前記機械的運動を、接続されている電気負荷に供給するための電気エネルギーに変換することができる電気機械トランスデューサ (22、24) とを備えている、燃料を使用する発電装置であって、

前記マイクロモータは、

- 前記可燃性混合物を取り入れるためのチャネル (133) と、
- 前記可燃性混合物の燃焼に先立つ、前記可燃性混合物の圧縮のための少なくとも 1
50

つのマイクロシステム（132）と、前記可燃性混合物の燃焼によって生じる排気気体の膨張のための少なくとも1つのマイクロシステム（2）とを備えており、

前記圧縮のためのマイクロシステム（132）は、請求項3又は請求項3を引用する請求項4～11のいずれか1項に記載のマイクロシステムであり、前記膨張のためのマイクロシステム（2）は、請求項1又は2、あるいは請求項1又は2を引用する請求項4～11のいずれか1項に記載のマイクロシステムであることを特徴とする燃料を使用する発電装置。

【請求項18】

- 圧縮された流体のための槽と、
- 入口ノズル（6）および出口ノズル（8）を、それぞれ圧縮された前記流体および膨張した前記流体に流体的に連絡させられて、圧縮された前記流体の膨張を、機械的運動に変換することができるマイクロシステム（2）と、
- 前記機械的運動を、接続されている電気負荷に供給するための電気エネルギーに変換することができる電気機械トランスデューサ（22、24）とを備えている電池であって、

前記マイクロシステムは、請求項1又は2、あるいは請求項1又は2を引用する請求項4～11のいずれか1つに記載のマイクロシステムであることを特徴とする電池。

【請求項19】

互いに入り込み合った複数のアーム（12、14）の、基板上への同時被着ステップ、または基板内への同時エッチングによる形成ステップ（80）を含むことを特徴とする、請求項1～11のいずれか1つに記載のマイクロシステムの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、流体内の圧力差から生じる流体エネルギーを機械的運動に変換するためのマイクロシステムに関する。本発明は、さらに、流体を圧縮するためのマイクロシステムにも関する。本発明は、さらに、これらのマイクロシステムの1つを組み込んでいるセンサ、ホイール、電子チップ、マイクロモータ、および燃料を使用する発電装置に関する。最後に、本発明は、これらのマイクロシステムの製造方法にも関する。

【背景技術】

【0002】

マイクロシステムは、例えばMEMS（微小電気機械システム）である。このようなマイクロシステムは、製造方法からも、巨視的機械システムとは異なっている。このようなマイクロシステムは、マイクロ電子チップの製造におけると同様に、バッチ製造方法によって製造される。マイクロシステムは、例えば単結晶シリコンから成るウエハまたはガラスに対する、フォトリソグラフィおよびエッチング（例えばDRIE、すなわち深堀り反応性イオンエッ칭）による加工、および／またはエピタキシャル成長、および金属材料の被着による多層化によって製造される。

【0003】

このような製造方法の帰結として、マイクロシステムは小さく、一般に、寸法の少なくとも1つが、マイクロメートルの範囲にある加工部分、または加工部分の一部を有する。マイクロメートルの範囲のこの寸法は、一般に200μmより小さく、例えば1～200μmである。

【0004】

例えばONERA（フランス国）の国立航空宇宙研究所は、液体流を機械的運動に変換するためのマイクロタービンを開発している。同じ機能を遂行するための別のマイクロシステムが、例えば特許文献1～4に開示されている。

【0005】

これらの特許文献に開示されているマイクロシステムは、圧力差を機械的運動に変換することができる。しかしながら、これらのマイクロシステムは、いくつかの欠点を有して

10

20

30

40

50

いる。

【0006】

これらのマイクロシステムのいくつかは、一般にロータと呼ばれる、回転可能に組み込まれた部分を必要とする。このロータは、一般にステータと呼ばれる、固定された別の部分に相対的に回転する。ロータは、例えばマイクロタービンである。ロータのそのような回転運動は、摩擦による、相當に大きくなり得る損失を伴い、それによって、マイクロシステムのエネルギー効率を低下させる。用語「エネルギー効率」は、発生した機械エネルギーと、流体流または圧力差としてシステムに供給されたエネルギーとの間の比を意味している。

【0007】

さらに、回転部分を備えるマイクロシステムの製造方法は複雑であり、この製造を可能にするためには、多数の半導体ウエハの積層を必要とすることが多い。

【0008】

最後に、公知のマイクロシステムにおいては、高流体流量でしか、高エネルギー効率が得られない。これに対して、低流体流量または超低流体流量では、エネルギー効率は低下する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】国際公開第WO03/056691号公報

20

【特許文献2】国際公開第WO06/095039号公報

【特許文献3】国際公開第WO07/082894号公報

【特許文献4】フランス国特許公開第2897486号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明は、上述の欠点の少なくとも1つを改善することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

この目的を達成するために、本発明は、圧力差を機械的運動に変換するための、次のものを備えているマイクロシステムを提供するものである。

30

- 圧縮された流体が注入される入口ノズルと、膨張した流体が排出される出口ノズルと、

- 少なくとも1つが変位可能である、少なくとも2つのアームであって、それらのアームの間を、流体が、入口ノズルから出口ノズルまで通過して流れることによって、互いに相対的に変位し、その変位中、体積を増しながら、入口ノズルから遠ざかって、出口ノズルに到達する、流体のための少なくとも1つのポケットを画定するように作られており、互いに対して相対的に変位することができる少なくとも2つのアームと、

- 少なくとも2つのアームの間を流れる流体を、これらの間に閉じ込められるよう~~、~~、少なくとも2つのアームを挟持する上側及び下側の平面であって、少なくとも2つのアームが、これら平面の一方に機械的に接続されており、少なくとも1つの変位可能なアームが、これら平面に対して相対的に変位することができるようになっている両平面。

40

【0012】

この変換用のマイクロシステムは、次の要素を備えている場合がある。

- アームの変位によって生じる機械エネルギーを、別のエネルギーに変換することができる、少なくとも1つのトランスデューサ。

【0013】

本発明は、さらに、流体を圧縮するための、次のものを備えているマイクロシステムを提供するものである。

- 膨張した流体が注入される入口ノズルと、圧縮された流体が排出される出口ノズル

50

と、

- 少なくとも 1 つが変位可能である、少なくとも 2 つのアームであって、それらのアームの間を、それらのアーム同士の相対的な機械的運動の作用によって、流体が、入口ノズルから出口ノズルまで通過するように流れ、その機械的運動中、体積を減らしながら、入口ノズルから遠ざかって、出口ノズルに到達する、流体のための少なくとも 1 つのポケットを画定するように作られており、かつ駆動される、少なくとも 2 つのアームと、

- アームを変位させることができる少なくとも 1 つのアクチュエータと、
- 少なくとも 2 つのアームの間を流れる流体を、これらの間に閉じ込められるよう¹⁰、少なくとも 2 つのアームを挟持する上側及び下側の平面であって、少なくとも 2 つのアームが、これら平面の一方に機械的に接続されており、少なくとも 1 つの変位可能なアームが、これら平面に対して相対的に変位することができるようになっている両平面。

【0014】

上述のマイクロシステムは、極端に低い流体流量においてさえ、非常に高いエネルギー効率を有する。

【0015】

さらに、アームの変位中、アームによって画定される、流体のためのポケットは、発生後、入口ノズルから遠ざかっていくから、入口ノズルに逆止弁を備える必要はない。

【0016】

同様に、アームによって画定される、流体のためのポケットは、最初に、出口ノズルから空間的に隔たって発生するから、出口ノズルにも、逆止弁を備える必要はない。²⁰

【0017】

最後に、アームが、全て、同一の平面に接続されているため、互いに入り込み合った 2 つのアームを同時に製造することができる。したがって、2 つのアームを別々に作り、次いで、それらを互いの間に嵌め込む必要はない。

【0018】

これらのマイクロシステムの各実施形態は、次の特性の 1 つ以上を備えている場合がある。

- アームは、互いに入り込みあった渦巻状に作られている。
- アームの各々は、上述の平面に平行であり、かつ互いに同一直線上にない方向に沿う、各アームの往復並進運動のみを可能にする接続部を介して、この平面に機械的に接続されている。³⁰
- マイクロシステムでは、2 つのアームの往復並進運動間に位相ずれを発生させるための機械的移相器が、2 つのアーム間に挿入されている。
- このマイクロシステムは、次のものを備えている。
- アームを、共振周波数で共振する系にすることができる、アーム間に配置された少なくとも 1 つの連結部と、
- アームの往復並進運動の周波数が、共振周波数になるように自動制御することができる、アームの変位を制御するための制御ユニット。
- 連結部はばねであり、ばねのそれぞれの端は、アームの 1 つに機械的に接続されている。⁴⁰
- 各々のアームが、上側及び下側の各々の平面に対して相対的に変位することができる。

【0019】

これらのマイクロシステムの各実施形態は、さらに、次の長所を有している。

- 全てのアームが、もっぱら、同一平面内で並進運動するという事実によって、多数の半導体ウエハを連続的に積層する必要がないから、マイクロシステムの製造が単純化される。

- 機械的移相器の使用によって、電気機械トランステューサの制御だけによって、同じ大きさの位相ずれを得る場合に比して、マイクロシステムのエネルギー消費量が制限される。⁵⁰

- 共振周波数での動作によって、消費エネルギーを減らすことができる。

【0020】

本発明は、さらに、圧縮された流体と膨張した流体との間の圧力差のセンサを提供するものであり、このセンサは、次のものを備えている。

- 入口ノズルおよび出口ノズルが、それぞれ圧縮された流体、および膨張した流体に流体的に連絡する、圧力差を機械的運動に変換するためのマイクロシステムと、

- 入口ノズルから出口ノズルまで流れる際に膨張する流体の作用による、アームの変位によって生じる機械エネルギーを、圧力差を表わす物理量に変換することができるトランスデューサ。

【0021】

10

このセンサの各実施形態は、次の特性の1つ以上を備えている場合がある。

- トランスデューサは、アームの変位によって生じる機械エネルギーを、さらに、センサに電力を供給するために用いられる電気エネルギーに変換することができる電気機械トランスデューサである。

- センサは、圧力差を表わす測定値を、無線リンクを介して、遠隔の受信器に送信することができる無線送信器を備えており、この無線送信器は、電気機械トランスデューサによって生成される電気エネルギーだけによって電力を供給される。

【0022】

20

このセンサの実施形態は、次の長所を有している。

- 電気機械トランスデューサを用いることによって、圧力差を表わす測定値の供給に加えて、無線送信器への電力の供給が可能になる。

【0023】

本発明は、さらに、次のものを備えている電子チップをも提供する。

- 電子チップの内部を、入口開口と出口開口との間で延びている、圧縮性熱交換流体が流れる、冷却のためのマイクロチャネルのネットワークと、
- 出口ノズルおよび入口ノズルが、それぞれ、膨張機を形成しているマイクロチャネルの入口開口および出口開口に流体的に連絡している、流体を圧縮するためのマイクロシステム。

【0024】

30

本発明は、さらに、次のものを備えている、燃焼用のマイクロモータを提供する。

- 燃料と支燃性物質との可燃性混合物を取り入れるためのチャンネルと、
- 可燃性混合物の燃焼に先立つ、可燃性混合物の圧縮、または可燃性混合物の燃焼によって生じる排気気体の膨張のための、少なくとも上述のマイクロシステム。

【0025】

40

本発明は、さらに、燃料を使用する発電装置であって、

- 内燃機関用燃料と支燃性物質との可燃性混合物の燃焼を、機械的運動に変換することができる、上述のマイクロモータと、

- 燃料を使用する発電装置に接続されている電気負荷に供給するための電気エネルギーに、上記機械的運動を変換することができる電気機械トランスデューサとを備えており、前記マイクロモータは、

- 上記可燃性混合物を取り入れるためのチャネル(133)と、

- 上記可燃性混合物の燃焼に先立つ、上記可燃性混合物の圧縮のための少なくとも1つのマイクロシステム(132)と、上記可燃性混合物の燃焼によって生じる排気気体の膨張のための少なくとも1つのマイクロシステム(2)とを備えている、ことを特徴とする燃料を使用する発電装置を提供する。

【0026】

50

本発明は、さらに、次のものを備えている電池を提供する。

- 圧縮された流体のための槽と、

- 入口ノズルおよび出口ノズルを、それぞれ圧縮された流体および膨張した流体に流体的に連絡させて、圧縮された流体の膨張を、機械的運動に変換することができる、

上述のマイクロシステムと、

- 機械的運動を、電池に接続されている電気負荷に供給するための電気エネルギーに変換することができる電気機械トランスデューサ。

【0027】

最後に、本発明は、さらに、互いに入り込み合った複数のアームの、基板上への同時被着ステップ、または基板内への同時エッチングによる形成ステップを含む、上述のマイクロシステムのいずれか1つの製造方法をも提供する。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】流体内の圧力差を機械的運動に変換するためのマイクロシステムの原理を示すブロック図である。 10

【図2】図1のマイクロシステムのアームの変位を、時間の関数として示すグラフである。

【図3】図1のマイクロシステムの動作を説明する図である。

【図4】図1のマイクロシステムの具体的な一実施形態の平面図である。

【図5】図1のマイクロシステムの製造方法のフローチャートである。

【図6】図1のマイクロシステムの製造方法の1ステップを示す断面図である。

【図7】図1のマイクロシステムの製造方法の、図6のステップに続くステップを示す断面図である。

【図8】図1のマイクロシステムの製造方法の、図7のステップに続くステップを示す断面図である。 20

【図9】図1のマイクロシステムを組み込んだ、圧力差のセンサの断面図である。

【図10】図9のセンサを組み込んだホイールの部分断面斜視図である。

【図11】図10のホイールのバルブの断面図である。

【図12】図1のマイクロシステムを用いたマイクロモータを組み込んだ、燃料を使用する発電装置の断面図である。

【図13】図1のマイクロシステムと同様の圧縮用のマイクロシステムを組み込んだ電子チップの断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0029】

添付図面を参照して、単に非限定的な例として示す以下の説明を読むことによって、本発明を、より明瞭に理解することができると思う。 30

【0030】

図面において、同一の要素には、同一の符号を付してある。

【0031】

以下の説明において、当業者に公知の特性および機能については詳述しない。

【0032】

図1は、流体内の圧力差を機械的運動に変換するためのマイクロシステム2を示している。この流体は、圧縮性流体であり、例えば気体である。

【0033】

マイクロシステム2は、入口ノズル6を介して、圧縮流体に流体的に連絡されており、かつ出口ノズル8を介して、膨張流体に流体的に連絡されている閉じたチャンバ4を有している。チャンバ4は、このチャンバ内の膨張流体が、出口ノズル8を通る以外に漏れ出ることができないように、気密にシールされている。 40

【0034】

チャンバ4の内部で、入口ノズル6は、渦巻体を用いた膨張機10に流体的に連絡している。この渦巻体を用いた膨張機は、「スクロール」膨張機としても知られている。

【0035】

膨張機10は、互いに対しても相対的に変位可能な2つのアーム12および14によって形成されている。アーム12および14は、それらが入口ノズル6からの流体の作用下で

変位するときに、体積を増しながら、入口ノズル6から遠ざかって、出口ノズル8に近づいていく、流体のための少なくとも1つのポケットを画定するように、変位可能に作られている。例えばアーム12および14は、渦巻状に形作られており、互いに入り込み合っている。各渦巻状のアームは、入口ノズル6から出口ノズル8に向かって、同時に移動していく、流体のためのいくつかのポケットを画定するために、少なくとも1つ、またはそれ以上のターンを有している。アーム12および14は、それぞれの接続部16および18を介して、固定平面20に機械的に接続されている(図4)。単純化するために、図1においては、固定平面20への固着点21だけが示されている。固定平面20は、直交する2つの方向XおよびYに平行に配置されている。接続部16および18は、弾性的であることが好ましい。固定平面20は、その面に沿う、アーム12および14の変位を可能にしながら、アーム12および14との間に流体を確保している。この変位を可能にするために、固定平面20の面とアーム12および14との間に、間隙が設けられている。この間隙は、その間隙を通る流体の漏洩を制限することができるよう十分に小さくされている。

【0036】

上側の平面(図示せず)が、その面に沿う、アーム12および14の変位を可能にしながら、アーム12および14との間に流体を確保するために、アーム12および14の、固定平面20と反対の側に位置している。

【0037】

接続部16および18は、それぞれ方向YおよびXに沿った、アーム12および14の並進運動しか可能にしない。

【0038】

各アーム12、14は、さらに、それぞれの電気機械トランスデューサ22、24に機械的に接続されている。各電気機械トランスデューサは、アームの機械的運動を電気エネルギーに変換することができる。

【0039】

例えば各電気機械トランスデューサ22、24の出力は、蓄電装置26に接続されている。蓄電装置26は、例えばキャパシタである。

【0040】

電気機械トランスデューサ22および24は、電気エネルギーに変換される機械エネルギーの量を調整するように制御可能な電気機械トランスデューサである。したがって、電気機械トランスデューサ22および24は、さらに、制御可能な制動装置の機能を満たしている。

【0041】

電気機械トランスデューサ22および24は、制御ユニット28によって制御される。制御ユニット28は、電気機械トランスデューサ24および22によって生成されたそれぞれの電力を表わす物理値のセンサ30および32に接続されている。センサ30および32は、生成される電力の位相を測定するために用いることができる。

【0042】

機械的移相器36が、アーム12と14との間に機械的に接続されている。この機械的移相器36は、アーム12と14との振動(往復)運動間の $\pi/2$ ラジアンの位相ずれの発生を機械的に補助する機能を有している。さらに、この機械的移相器36は、アーム12および14に機械的に接続されたばね38によって形成されている。このばね38は、例えば板ばねである。このばね38は、2つのアーム12および14、およびばね38によって形成されている系を、共振周波数で共振する系にする。アーム12と14との振動運動間の位相ずれが、 $\pi/2$ ラジアンのずれになったときに、共振周波数に到達する。共振周波数においては、マイクロシステムのエネルギー効率は最大になる。

【0043】

制御ユニット28は、共振周波数で動作するように、電気機械トランスデューサ22および24を制御することができる。例えばセンサ30および32によって測定された情報

10

20

30

40

50

に基づいて、制御ユニット 28 は、アーム 12 と 14 との振動運動間の位相ずれを計算し、この位相ずれが値 $\pi/2$ になるように自動制御する。

【 0 0 4 4 】

この動作中に、マイクロシステム 2 によって消費されるエネルギーを制限するために、制御ユニット 28 には、電気機械トランステューサ 22 および 24 によって生成された電気エネルギーが供給される。このために、制御ユニット 28 は、例えば蓄電装置 26 に電気的に接続されている。

【 0 0 4 5 】

図 2 は、アーム 12 および 14 の、それぞれ方向 Y および X に沿った変位の時間経過を示している。より具体的には、曲線 44 および 46 は、それぞれアーム 12 および 14 の変位を示している。これらの変位は正弦波状であり、かつ互いに $\pi/2$ ラジアンだけ位相ずれしている。10

【 0 0 4 6 】

定常モードにおいては、各アームは、2つの極限位置（図 2において、アーム 14 に対しては X_{max} および X_{min} 、アーム 12 に対しては Y_{max} および Y_{min} と記されている）間の振動運動すなわち往復運動を行う。

【 0 0 4 7 】

アーム 12 および 14 の変位によって、体積を増しながら、入口ノズル 6 から出口ノズル 8 に向かって渦巻を描くように移動していく、流体のためのいくつかのポケットが画定される。より具体的には、流体のための各ポケットは、入口ノズル 6 のまわりに回転しながら、入口ノズル 6 から遠ざかるように移動する。20

【 0 0 4 8 】

図 3 は、入口ノズル 6 から出口ノズル 8 に向かう、流体のためのポケット 50 の移動を示す、より詳細な図である。

【 0 0 4 9 】

初期状態（状態 I）において、ポケット 50 は、入口ノズル 6 と流体的に連絡している。したがって、このポケット 50 は、圧縮流体で満たされている。次の状態（状態 II）において、アーム 12 および 14 は、このポケット 50 を入口ノズル 6 から流体的に分離するように、互いに対して相対的に変位する。

【 0 0 5 0 】

その後、一連の状態（状態 III ~ VI）で示されているように、ポケット 50 は、入口ノズル 6 のまわりに渦巻運動をしながら、入口ノズル 6 から出口ノズル 8 まで移動する。より具体的には、アーム 12 および 14 の各々が、完全な 1 往復運動を行うと、ポケット 50 は、状態 I に示されているポケット 50 の位置から、状態 I に示されている位置 52 に移動する。したがって、入口ノズル 6 のまわりの完全な 1 回転が行われる。30

【 0 0 5 1 】

渦巻形状のアーム 12 および 14 は、入口ノズル 6 のまわりに数回巻き付けられているから、アーム 12 および 14 の次の振動サイクルにおいて、ポケット 50 は、入口ノズル 6 のまわりのさらなる 1 回転を行うが、まだ、入口ノズル 6 から少し遠ざかるだけである。より具体的には、この完全な 1 回転の後に、ポケット 50 は、位置 54（状態 I）を占める。最終的に、ポケット 50 の最後の回転の後に、ポケット 50 は、位置 56（状態 I）を占める。この位置 56 において、ポケット 50 は、出口ノズル 8 に流体的に連絡し、したがって、膨張した流体は、ポケット 50 から漏れ出ることができる。40

【 0 0 5 2 】

アーム 12 および 14 は、入口ノズル 6 から出口ノズル 8 まで、ともに体積を増しながら移動する、少なくとも 2 つのポケットを同時に画定するような形状に作られている。図 3 に示す特定の例においては、アーム 12 および 14 は、入口ノズル 6 から出口ノズル 8 まで同時に移動する、流体のための 6 つのポケットを画定するような形状に作られている。

【 0 0 5 3 】

10

20

30

40

50

したがって、流体が膨張機 10 内で膨張するときに、この膨張のエネルギーが、アーム 12 および 14 の機械的運動に変換されることは、容易に理解しうるところである。図 1 に示す特定の例においては、この機械的運動は、電気機械トランスデューサ 22 および 24 によって、電気エネルギーに変換される。

【0054】

図 4 は、マイクロシステム 2 の一実装例を示している。

【0055】

例えば接続部 16 および電気機械トランスデューサ 22 は、配置されている位置を除いて、接続部 18 および電気機械トランスデューサ 24 と同一である。したがって、以後において、接続部 16 および電気機械トランスデューサ 22 について、より詳細に説明する。
10

【0056】

接続部 16 は、何らの自由度なしに、アーム 12 に固定された平行四辺形板 60 を有している。したがって、この平行四辺形板 60 は、固定平面 20 と平行に、方向 Y に沿って並進変位する。平行四辺形板 60 は、ビーム 62 を介して、固定平面 20 に機械的に接続されている。各ビーム 62 は、その一端を、何らの自由度なしに、平行四辺形板 60 に固定されており、他端を、何らの自由度なしに固定平面 20 に固定されている固着点 21 に固定されている。ビーム 62 は、固定平面 20 に、直接的には固定されていない。各ビーム 62 は、方向 X に平行に延在していることが好ましい。さらに、各ビーム 62 は、流体がアーム 12 と 14 との間に画定されたポケット中で膨張するときに撓むことができるほどに十分に薄い。このような構成によって、アーム 12 は、もっぱら方向 Y に沿って変位することができる。
20

【0057】

電気機械トランスデューサ 22 は、アーム 12 の変位によって生成される機械エネルギーを電気エネルギーに変換するために、例えば可変容量キャパシタを用いる。可変容量キャパシタを介する、機械エネルギーから電気エネルギーへの変換は公知である。このような変換は、例えば特許文献 3 および特許文献 4 において説明されている。したがって、この変換メカニズムについては、詳細に説明しない。本明細書においては、可変容量キャパシタは、交差櫛状に作られている。より具体的には、可変容量キャパシタの一方の電極板 66 は、何らの自由度なしに、平行四辺形板 60 に固定されている。この可変容量キャパシタの他方の電極板 68 は、何らの自由度なしに、固定平面 20 に固定されている。したがって、平行四辺形板 60 が変位すると、それによって、可変容量キャパシタの容量が変化する。この容量の変化は、機械エネルギーから電気エネルギーへの変換に用いられる。可変容量キャパシタの電極板の少なくとも一方は、エレクトレットを有していることが好ましい。実際、エレクトレットを有している場合には、電気機械トランスデューサ 22 は、外部電気エネルギー源からの、予備的な電気エネルギーの付加入力を要することなく、電気エネルギーの生成を開始することができる。
30

【0058】

ここで、マイクロシステム 2 の製造方法の一例を、図 5 に示す方法、および図 6 ~ 図 8 に示す実例を参照して説明する。
40

【0059】

最初に、ステップ 80において、中間に犠牲層 82 を有するプレートがエッチングされる。通常、このプレートは SOI (シリコンオンインシュレータ) プレートである。したがって、このプレートは、犠牲層 82 を挟んで、一方にはシリコン層 84、他方には絶縁体層 86 を有している。ステップ 80において、渦巻状のアーム、接続部、および可変容量キャパシタが、エッチングによって、シリコン層 84 内に同時に形成される。図 6 において、このようにエッチングによって形成されたマイクロシステムが、ブロック 90 で示されている。ブロック 90 は、犠牲層 82 上にある。

【0060】

次に、ステップ 92において、犠牲層 82 のうちの、ブロック 90 の下に位置している

10

20

30

40

50

部分が除去される。この犠牲層を除去するために、例えば化学エッティングが用いられる。この時点から、渦巻状のアーム 12 および 14、接続部の平行四辺形板、および可変容量キャパシタの電極板 66 は、絶縁体層 86 の上面によって構成されている固定平面 20 に相対的に並進変位することができる（図 7 を参照）。

【0061】

次に、ステップ 94において、カバー層 96 が形成される。このカバー層 96 は、ブロック 90 を除くシリコン層 84 の上面に接するように作られる。このカバー層 96 は、アーム 12 および 14 との間に流体を閉じ込めるように設計されている上側の平面を構成している。カバー層 96 は、例えばガラスから成っている。このカバー層 96 に、入口ノズル 6 および出口ノズル 8 が形成される。図 8においては、入口ノズル 6 だけが示されている。10

【0062】

さらに、電気機械トランスデューサ 22 および 24 と、制御ユニット 28 および蓄電装置 26 とを電気的に接続するために、シリコン層 84 への通路を形成する孔が、カバー層 96 内に設けられる。図 8においては、シリコン層 84 への 1 つの通路孔 98 だけが示されている。

【0063】

図 6～図 8において、アーム 12 および 14 と、下側の平面（固定平面 20）および上側の平面のそれぞれとの間の隙間を目視できるように、犠牲層 82 の厚さ、およびカバー層 96 とブロック 90 との間のスペースは、誇張されていることに注意されたい。実際には、犠牲層 82 の厚さ、およびカバー層 96 とブロック 90 との間のスペースは、膨張機 10 内で膨張した流体を、アーム 12 と 14 との間に閉じ込め続けることができるほどに十分に薄い。20

【0064】

マイクロシステム 2 は、多くの応用が可能である。

【0065】

例えば図 9 は、マイクロシステム 2 を有する、圧力差のセンサ 100 を示している。入口ノズル 6 と出口ノズル 8 との間の圧力差は、アーム 12 および 14 の変位によって生み出される機械エネルギーに比例する。さらに、電気機械トランスデューサ 22 および 24 によって生み出される電気エネルギーは、電気機械トランスデューサ 22 および 24 によって受け取られる機械エネルギーに比例するから、この電気エネルギーも、入口ノズル 6 と出口ノズル 8 との間の圧力差に比例する。マイクロシステム 2 のこの特性を用いることによって、センサ 100 を実現させることができる。30

【0066】

センサ 100 は、蓄電装置 26、制御ユニット 28、およびマイクロシステム 2 を備えている。センサ 100 は、さらに、蓄電装置 26 の充電および放電を管理するための管理回路 102、および入口ノズル 6 と出口ノズル 8 との間の圧力差を表わす情報を、遠隔の無線受信器に通信することができる無線送信器 104 を備えている。

【0067】

センサ 100 は、例えば蓄電装置 26 の充電量が、あらかじめ定められた閾値 F_1 を超過するとすぐに、無線送信器 104 を通じて、特性信号を送出する。したがって、測定される圧力差は、2 つの送信間の経過時間に比例する。したがって、受け取ったデータから、入口ノズル 6 と出口ノズル 8 との間の圧力差を推定することが可能である。40

【0068】

閾値 F_1 は、特性パルスの送信のための、無線送信器 104 への電力供給を可能にするように定められている。したがって、この実施形態においては、センサ 100 は、その動作のために、何らの外部電源も必要としない。実際、センサ 100 が用いるエネルギー源は、入口ノズル 6 と出口ノズル 8 との間に存在する圧力差だけである。

【0069】

図 10 は、センサ 100 を装備したホイール 110 を示している。ホイール 110 は、50

内部に圧縮空気を閉じ込めていたりタイヤ112を備えている。タイヤ112は、ホイールのリム114の上に取り付けられている。センサ100は、このセンサのための保護ケーシングとして働くタイヤ112の内部に配置されている。

【0070】

動作のために、出口ノズル8は、タイヤ112の外部に流体的に連絡していなければならない。

【0071】

図11は、このような連絡を可能にするための、タイヤ112内へのセンサ100の実装の一例を示している。より具体的には、タイヤ112は、ホイール110に空気を注入することができるバルブシステム116を有している。従来通りに、このバルブシステム116は、何らの自由度なしにタイヤ112に固定されているスリーブ118、および可動のチェックバルブ120から成っている。このチェックバルブ120は、タイヤ112を気密にシールしている静止位置と、タイヤ112内に圧縮空気を取り込むことができる動作位置との間で変位可能である。10

【0072】

この例においては、出口ノズル8の通路が、このチェックバルブ120内を通り、それによって、出口ノズル8が外部の大気に連絡するように、孔124が、チェックバルブ120の側面を貫いて形成されている。

【0073】

この実施形態においては、センサ100は、何らの自由度なしに、チェックバルブ120に固定されている。20

【0074】

したがって、チェックバルブ120が静止位置にあるときに、圧縮空気は、センサ100および孔124を介して漏洩する。この空気の漏洩の流量は非常に小さい、すなわち1m¹/s未満である。この例においては、孔124は、例えば空気の漏洩をわずかに100μl/s未満、好ましくは10μl/s以下にすることができるサイズである。

【0075】

100μl/sの流量では、チェックバルブ120を介しての漏洩によって、3.94×10⁻²m³の空気の容積を有するタイヤにおいては、6ヶ月間に8mBarの圧力低下を生じるだけであり、無視できる量である。したがって、センサ100は、車両の所有者が、タイヤ110に空気を再注入する必要なく、6ヶ月間を超過して作動し続けることができる。30

【0076】

図12は、マイクロシステム2を組み込んだマイクロモータを装備している、燃料を使用する発電装置130を示している。さらに、マイクロモータは、圧縮用のマイクロシステム132を組み込んでいる。このマイクロシステム132は、例えばノズル133から入ってきた膨張流体を圧縮するように制御されるという点を除いて、マイクロシステム2と同じである。実際には、マイクロシステム2の動作は可逆的である。具体的には、この圧縮動作モードにおいては、電気機械トランスデューサ22および24は、例えば蓄電装置26から供給される電気エネルギーを、アーム12および14の機械的運動に変換するために用いられる。したがって、この場合にも、アーム12と14との往復運動が、1/2だけ、互いに位相ずれするような留意がなされる。したがって、膨張流体が、出口ノズル8に対応するノズル133を介して入ってきて、圧縮流体が、入口ノズル6に対応するノズルを介して放出される。40

【0077】

マイクロシステム132によって圧縮された流体は、マイクロモータの燃焼室134内に放出される。この例においては、圧縮流体は、燃料と支燃性物質との可燃性混合物である。燃焼室134において、この可燃性混合物は爆発して、より圧縮された排気気体を生み出す。次に、この排気気体は、マイクロシステム2の入口ノズル6を通じて、マイクロシステム2の内部に入る。マイクロシステム2は、このようにして生み出された圧力差を50

機械的運動に、次いで、電気エネルギーに変換する。その後、この電気エネルギーは、燃料を使用する発電装置の端子に接続されている負荷に電力を供給するために用いられる。この負荷は、図示されていない。膨張した排気気体は、出口ノズル8を通じて放出される。

【0078】

図13は、トランジスタなどの電子部品144を支持している基板の内部に作られたマイクロチャネル142を備えた電子チップ140を示している。マイクロチャネル142は、入口146および出口148を有している。熱交換流体148が、入口146から出口148に流れる。

【0079】

この実施形態においては、熱交換流体を圧縮するためのマイクロシステム150が、入口146と出口148との間に接続されている。このマイクロシステム150は、例えばマイクロシステム132と同じである。

【0080】

マイクロチャネル142は膨張用の器すなわち膨張機を形成しており、マイクロシステム150から入口146に放出された、圧縮された熱交換流体が、マイクロチャネル内で膨張し、それによって、電子部品を冷却することができる。次いで、この熱交換流体は、出口148を通じてマイクロシステム150に戻り、再び圧縮される。

【0081】

したがって、電子チップ140を、効率的かつ単純に冷却することができる。

【0082】

他の多くの実施形態が可能である。例えばアーム12および14の位置に関わらず、0でない伸長力を備えた、すなわち静止位置にない、少なくとも1つの弾性的な接点が、アーム12と14との間に常に存在するように、アーム12および14に、あらかじめ機械的に圧縮応力を加えることができる。

【0083】

アーム12および14は、種々の渦巻形状とすることが可能である。この渦巻形状は、例えば一般的な渦巻の形状、またはアルキメデス渦巻の形状である場合がある。各アームは、1つ以上の渦巻形状を有している場合がある。

【0084】

一変形例として、2つのアームのうちの一方は、何らの自由度なしに基板に固定されており、他方のアームだけが、図3を参照して説明したポケットと同様の、流体のための1つ以上のポケットを移動させるように変位する。固定アームは、可動アームの場合のように犠牲層上にではなく、例えば基板上に被着された層のエッチングによって作られる。

【0085】

接続部16および18に対して、他のいくつかの実施形態が可能である。接続部16および18は、例えば可撓性のブレード、玉継手、滑り軸受などや、これらの組み合わせによって作られている場合がある。

【0086】

圧縮流体は、燃焼によって生じる場合もあるし、そうでない場合もある。後者の場合には、圧縮流体は、圧縮流体の容器から送られてくる場合がある。例えば図12の実施形態において、マイクロシステム132および燃焼室134は、圧縮流体の容器に置き換えられる。この場合には、容器内に収容されている圧縮流体の膨張によって電気を発生させる電池が得られる。本明細書において説明する電池の要素は、全て、外部電気回路に取り付けるための電気的接続端子が出ており同一のパッケージ内に収容されていることが好ましい。通常、外部電気回路に取り付けられている、この電池の容易な交換を可能にするために、パッケージは取り外し可能である。したがって、このような電気的接続端子は、外部電気回路との電気的な接続と切断とのどちらも行うことができるよう、外部電気回路の対応する電気的接続端子と組み合わせるのに適している。

【0087】

10

20

30

40

50

アーム12と14とは、必ずしも、直交し合う2つの軸のそれぞれに沿って並進運動するように取り付けられている必要はない。実際には、アーム12と14とが変位する軸が互いに平行でないというだけで十分である。これらの2つの軸の間の角度が $\pi/2$ ラジアンでない場合には、アーム12と14との振動運動間の位相ずれを、その角度に適合させればよい。

【0088】

さらに、アーム12と14とは、必ずしも共振周波数で動作する必要はない。

【0089】

単純化された一実施形態として、機械的移相器36を省略することができる。この場合には、2つのアームの変位間のあらかじめ定められた位相ずれを、電気アクチュエータ、例えば電気機械トランスデューサによって確保することができる。

10

【0090】

さらに、ばねを用いずに、機械的な位相ずれを発生させることができる。例えばロッドとクランクを用いるメカニズムによって、機械的な位相ずれを発生させることができる。

【0091】

圧力差から機械的運動への変換にとって、そのようにして生成された機械エネルギーから電気エネルギーへの変換は任意選択的である。実際、マイクロシステム2が動作するためには、適切な位相ずれを維持するように、アーム12と14との変位を自動制御することができる、制御可能な制動装置が存在するだけで十分である。

20

【0092】

アーム12および14の変位から生成される電気エネルギーを、必ずしも、制御ユニット28、またはセンサ100の電子部品などの他の関連する電子部品に電力を供給するために用いる必要はない。

【0093】

マイクロシステム2の他の多くの製造方法が可能である。特に、エッチングプロセスを、被着プロセスに替えることが可能である。同様に、犠牲層の使用を省略することができる。この場合には、互いに入り込み合った2つのアームを同時に作り込むために、別のステップが実行される。例えば同一の基板内に、2つのアームの輪郭を定めるための、基板を貫通する間隙を掘って、2つのアームの間のスペースを形成することによって、2つのアームが作られる。それぞれのアームの一端は、基板に固定されたままである。次に、2つのアームの間の、流体の膨張／圧縮が行われる空洞を密封するために、基板の両面上に、プレートが気密に貼り付けられる。

30

【0094】

最後に、上述のセンサ、電子チップ、マイクロモータ、および電池の各実施形態において、マイクロシステム2を、流体内の圧力差を機械的運動に変換するか、またはその逆に変換するための、別のマイクロシステムに置き換えることができる。例えばマイクロシステム2を、圧力差を機械的運動に変換するためのタービンを備えているマイクロシステムと置き換えることができる。

【符号の説明】

【0095】

40

- 2、132、150 マイクロシステム
- 4 チャンバ
- 6 入口ノズル
- 8 出口ノズル
- 10 膨張機
- 12、14 アーム
- 16、18 接続部
- 20 固定平面
- 21 固着点
- 22、24 電気機械トランスデューサ

50

2 6	蓄電装置	
2 8	制御ユニット	
3 0、3 2	センサ	
3 6	機械的移相器	
3 8	ばね	
4 4、4 6	曲線	
5 0	ポケット	
5 2、5 4、5 6	位置	
6 0	平行四辺形板	
6 2	ビーム	10
6 6、6 8	電極板	
8 2	犠牲層	
8 4	シリコン層	
8 6	絶縁体層	
9 0	ロック	
9 6	カバー層	
9 8	通路孔	
1 0 0	センサ	
1 0 2	管理回路	
1 0 4	無線送信器	20
1 1 0	ホイール	
1 1 2	タイヤ	
1 1 4	リム	
1 1 6	バルブシステム	
1 1 8	スリーブ	
1 2 0	チェックバルブ	
1 2 4	孔	
1 3 0	<u>燃料を使用する発電装置</u>	
1 3 3	ノズル	
1 3 4	燃焼室	30
1 4 0	電子チップ	
1 4 4	電子部品	
1 4 6	入口	
1 4 8	出口、熱交換流体	

【図1】

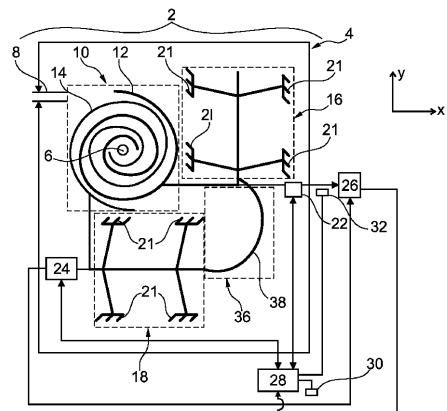


Fig. 1

【図3】

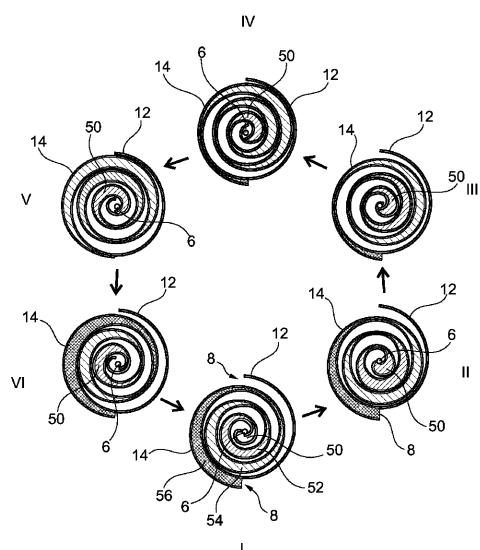


Fig. 3

【図2】

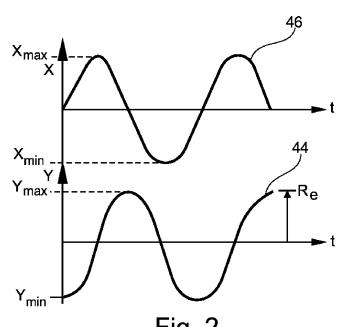


Fig. 2

【図4】

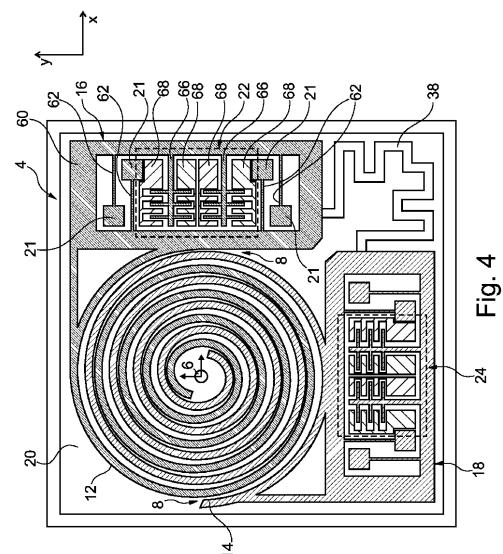


Fig. 4

【図6】

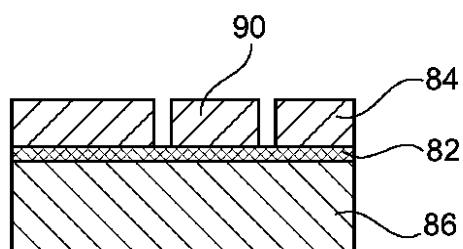


Fig. 6

【図5】

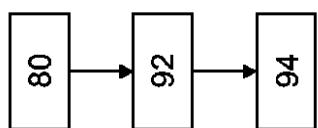


Fig. 5

【図 7】

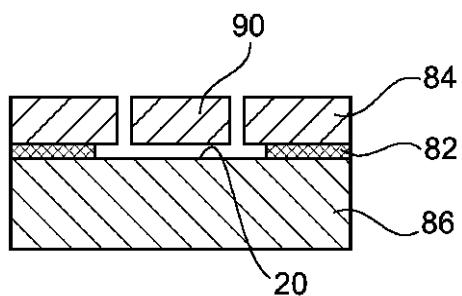


Fig. 7

【図 8】

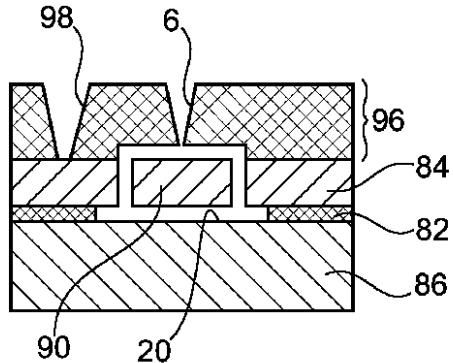


Fig. 8

【図 9】

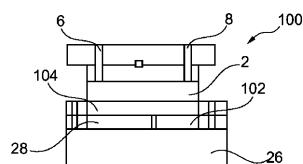


Fig. 9

【図 10】

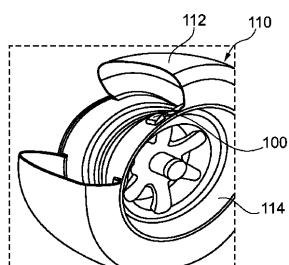


Fig. 10

【図 11】

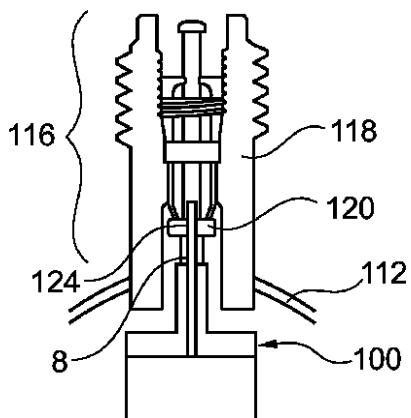


Fig. 11

【図 12】

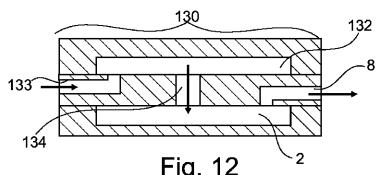


Fig. 12

【図13】

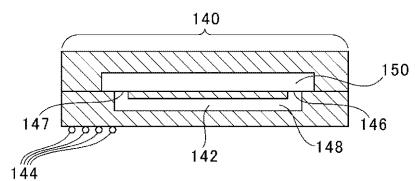


Fig.13

フロントページの続き

審査官 西中村 健一

(56)参考文献 国際公開第03/014534 (WO, A1)

特開昭57-195801 (JP, A)

特開平05-209534 (JP, A)

特開2007-096221 (JP, A)

特開昭55-040220 (JP, A)

特開2008-106946 (JP, A)

特公平02-008121 (JP, B2)

特開平07-286586 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01C 1/00 - 21/18

F02B 53/00 - 59/00

F04C 2/00 - 2/077

F04C 18/00 - 18/077

B81B 1/00 - 7/04

B81C 1/00 - 99/00