

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5276128号
(P5276128)

(45) 発行日 平成25年8月28日 (2013. 8. 28)

(24) 登録日 平成25年5月24日 (2013. 5. 24)

(51) Int. Cl.		F I			
GO 1 N	11/16	(2006. 01)	GO 1 N	11/16	A
GO 1 F	1/28	(2006. 01)	GO 1 F	1/28	C
GO 1 K	13/02	(2006. 01)	GO 1 K	13/02	
GO 1 P	5/04	(2006. 01)	GO 1 P	5/04	D

請求項の数 13 外国語出願 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2011-1311 (P2011-1311)	(73) 特許権者	511075612
(22) 出願日	平成23年1月6日 (2011. 1. 6)		マイクロビスク・リミテッド
(62) 分割の表示	特願2006-542012 (P2006-542012) の分割		Microvisk Limited
原出願日	平成16年12月3日 (2004. 12. 3)		英国エルエル17・Oエルジェイ、デンビ シャー、セント・アサフ、セント・アサフ ・ビジネス・パーク、イノベーション・ハ ウス
(65) 公開番号	特開2011-102810 (P2011-102810A)	(74) 代理人	100101454
(43) 公開日	平成23年5月26日 (2011. 5. 26)		弁理士 山田 卓二
審査請求日	平成23年1月21日 (2011. 1. 21)	(74) 代理人	100081422
(31) 優先権主張番号	0328054. 2		弁理士 田中 光雄
(32) 優先日	平成15年12月4日 (2003. 12. 4)	(74) 代理人	100100479
(33) 優先権主張国	英国 (GB)		弁理士 竹内 三喜夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流体ブローブ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撓みによって第1形状から第2形状に可動である可撓性要素と、可撓性要素を第1形状と第2形状との間で動かすための作動部分とを備えた検出要素を使用して、流体の特性を測定する方法であって、

前記可撓性要素に熱信号を印加することによって、前記可撓性要素における第1形状と第2形状との間の動きを誘発することと、

前記検出要素から、前記流体中での可撓性要素の誘発された動きを示す信号を受信することと、

前記信号を処理して、前記流体の少なくとも1つの特性を示す値を測定することとを含む、

該方法は、可撓性要素を磁力または静電気力によって前記2つの形状のうち少なくとも1つに保持することをさらに含む方法。

【請求項 2】

前記信号は、粘性、温度、流れ率、及び剪断率から構成される1つの群の少なくとも1つの特性を示す値を測定するために処理される請求項1記載の方法。

【請求項 3】

時間とともに受信信号の変化をモニタすることによって、前記可撓性要素の動きの変化率を測定することと、

前記動きの変化率から、前記流体の粘性を示す値を測定することとをさらに含む請求項

2 記載の方法。

【請求項 4】

所定の印加熱信号による前記受信信号から、前記可撓性要素の動きの大きさを測定することと、

前記大きさから前記流体の粘性を示す値を測定することとをさらに含む請求項 2 記載の方法。

【請求項 5】

前記可撓性要素の前記作動部分は、各層が異なる熱膨張係数を有する少なくとも 2 層の積層体を具えており、

熱信号の印加による動きの誘発の前に、前記流体の温度を示す値が測定される請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の方法。

10

【請求項 6】

装置は、複数の可撓性要素を具えており、

前記複数の可撓性要素が、前記流体の少なくとも 1 つの特性を示す値を、複数位置で測定するために用いられる様になっている請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の方法。

【請求項 7】

流体の特性を検出するための装置であって、

本体部と、

第 1 端および第 2 端を有する可撓性要素とを備え、

前記第 1 端は、前記本体部に固定的に設置され、前記可撓性要素は、撓みによって少なくとも第 1 形状から第 2 形状へと動くように構成され、

20

前記可撓性要素は、少なくとも 2 層の積層体と、前記可撓性要素を前記第 1 形状と前記第 2 形状との間で動かすための作動部とを備え、

該作動部には、少なくとも、前記積層体の第 2 層とは異なる熱膨張係数を有する前記積層体の第 1 層が設けられ、前記可撓性要素の温度変化が、可撓性要素を前記第 1 形状から前記第 2 形状へと動かす様になっており、

前記可撓性要素は、少なくとも前記可撓性要素を加熱し、それによって前記温度変化を与えるための加熱要素をさらに備え、

該装置は、前記可撓性要素の前記動きを検出し、可撓性要素が浸されている流体の特性を示す信号を供給するための動作検出器をさらに備えており、

30

該装置は、可撓性要素を、前記 2 つの形状うち少なくとも 1 つに保持するための係合手段をさらに備える装置。

【請求項 8】

前記動作検出器は、前記可撓性要素上に設置されたピエゾ抵抗素子を具えており、前記可撓性要素の動きによって、ピエゾ抵抗素子の電気抵抗が変化する様になっている請求項 7 記載の装置。

【請求項 9】

前記積層体の第 1 層および第 2 層の少なくとも 1 つは、ポリマーを含む請求項 7 または 8 記載の装置。

【請求項 10】

40

前記積層体の第 1 層および第 2 層の少なくとも 1 つは、ポリイミド、ポリアミド、及びアクリル系ポリマーから成る群から選ばれた材料を含む請求項 9 記載の装置。

【請求項 11】

前記積層体の第 2 層は、金属を含む請求項 7 ~ 10 のいずれかに記載の装置。

【請求項 12】

金属は、金、或いはアルミニウムから成る群から選ばれる請求項 11 記載の装置。

【請求項 13】

可撓性要素の第 1 端から第 2 端までの長さは、 $100\ \mu\text{m} \sim 1\ \text{mm}$ であり、

前記第 1 形状での可撓性要素の第 2 端と、前記第 2 形状での可撓性要素の第 2 端との間の距離は、 $30\ \mu\text{m} \sim 650\ \mu\text{m}$ である請求項 7 ~ 12 のいずれかに記載の装置。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、流体の特性の測定に関し、特に、血液の如き流体の粘性の測定に適しているが、これに限られない。

【背景技術】

【0002】

流体の特性を測定することは、広範囲にわたる産業において重要である。例えば、石油工業において油の粘性を知ることは重要であり、又、乳業会社で牛乳の温度を知ることは重要である。測定結果を、リアルタイムで連続して取得することも、特定時間で取得することも出来、何れも、適切な「原位置」センサ、或いは、適切なセンサを興味がある流体中に置くことによって、測定値を取得する。

10

【0003】

多くの流体の重要な特性は、その粘性である。例えば、血液の粘性は、患者の血圧を測定するために重要である。更に、血液サンプルの連続モニタリングによって、凝固率を測定することが出来る。患者の血液の凝固率は、深部静脈血栓の如き特定の状況を診断するために用いることができる。

【0004】

粘性を測定するために用いられている現在の装置(「viscometers」或いは「viscosimeters」)には、多くの不利な点がある。該装置は、概して大きく、かさばって、購入および製造の両方においてコスト高である。

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

流体サンプルが、例えば経済的に(新しい薬)、或いはそれ以外でも(患者の血液)貴重な場合、その特性を測定するために多量のサンプルを使用、更に場合によっては、浪費することは望ましくない。最先端技術の粘度計が大型であることによって、それ相応に、大量の流体サンプルが使われなければならない。更に、しばしば、測定を行なうために、局所環境からサンプルを採取することが必要である。この際、サンプリング位置から粘度計までの輸送の間で、サンプルの測定結果に悪影響が出ることを防ぐために、しばしば、サンプルに分解防止剤を添加しなければならない。例えば、患者から血液を採取するとき、血液が空気に曝されて凝固するのを防止するために、血液に凝固薬が添加される。この種の薬剤の如何なる添加も、サンプルの純度を減じるか、汚染し、しばしば、その特性に影響を及ぼし、従って、望ましくない。理想的には、測定は、原位置か、或いは、薬品の添加を必要とすることなく行なわれるべきである。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の第1態様によれば、1つの検出要素を使用して、1つの流体の特性を測定する方法が提供されており、該方法は、1つの可撓性要素を具え、該可撓性要素は、可撓性要素の撓みによって、第1形状から第2形状に可動であり、可撓性要素は、可撓性要素を第1形状と第2形状との間で動かすための1つの作動部分を具えており、その方法は、可撓性要素に熱信号を印加することによって、可撓性要素に、第1形状と第2形状との間での動きを誘発すること、検出要素から、流体中の可撓性要素の誘発された動きを示す1つの信号を受信すること、そして、流体の少なくとも1つの特性を示す値を測定するために、信号を処理することを有している。

40

【0007】

発明者らは、可撓性要素を動かすための熱信号を用いることによって、流体の粘度、剪断率、流れ率、或いは温度を簡単に測定するために、この様な方法を用いることが出来るものと認識している。更に、検出要素を、マイクロメーターオーダーの寸法となる様に、組み立てることが出来る。それ故、極めて小さいサンプルの原位置測定、或いは局所的な

50

測定が可能となり、分解防止剤の添加の必要性がない。

【0008】

最も好ましくは、信号は、粘性、温度、流れ率、及び剪断率から構成される1つの群の少なくとも1つの特性を示す値を測定するために、処理される。

【0009】

該方法において、時間による受信信号の変化をモニタすることにより可撓性要素の動きの変化率を測定すること、そして、動きの変化率から、流体の粘性を示す値を測定することを、更に有していてもよい。

【0010】

該方法において、所定の印加熱信号による受信信号から、可撓性要素の動きの大きさを測定すること、そして、その大きさから流体の粘性を示す値を測定することを、更に有していてもよい。

10

【0011】

該方法において、複数の異なる周波数の熱信号を検出要素に印加することによって、流体中の可撓性要素の共振周波数を測定するステップ、可撓性要素の共振周波数を特定するために、受信信号から可撓性要素の動きの大きさをモニタリングすること、特定された共振周波数から、流体の粘度を示す値を測定することを、更に有していてもよい。

【0012】

該方法において、可撓性要素の動きの変化を測定すること、そして、可撓性要素に対する流体の流れに起因する動きの変化から、流体の流れ率を示す値を測定することを、更に有していてもよい。

20

【0013】

該方法において、流体中の複数の位置での流れ率の測定によって、流体の剪断率を示す値を測定することを、更に有していてもよい。

【0014】

可撓性要素の作動部分は、各層が異なる熱膨張係数を有する少なくとも2層の積層体を具備しており、又、該方法において、それから更に、熱信号の印加による動きの誘発の前に、前記流体の温度を示す値が測定されることを有していてもよい。

【0015】

装置は複数の可撓性要素を具備していてもよく、又、該方法において、複数の可撓性要素が、前記流体の少なくとも1つの特性を示す値を複数位置で測定するために用いられることを、更に有していてもよい。

30

【0016】

装置は複数の可撓性要素を具備していてもよく、又、該方法において、複数の内の少なくとも1つを流体中に流れを引き起こすために用いること、複数の内の少なくとも1つを流体の少なくとも1つの特性を示す値を測定するために用いることを、更に有していてもよい。

【0017】

該方法において、磁氣的な力によって、可撓性要素を前記2つの形状のうち少なくとも1つに保持することを、更に有していてもよい。或いは、該方法において、静電気力によって、可撓性要素を、前記2つの形状のうち少なくとも1つに保持することを、更に有していてもよい。

40

【0018】

本発明の第2態様によれば、1つの流体の1つの特性を検出するため装置が提供されており、該装置は、1つの本体部と、1つの第1端と1つの第2端を有する1つの可撓性要素を具備し、第1端は、本体部上に固定的に設置され、可撓性要素は、可撓性要素の撓みによって、少なくとも、1つの第1形状から1つの第2形状へと動く様になっており、可撓性要素は、少なくとも2層の積層体を含むと共に、可撓性要素を第1形状と第2形状との間で動かすための1つの作動部を含んでおり、作動部は、積層体の少なくとも1つの第1層によりもたらされ、該第1層は、積層体の1つの第2層とは異なる熱膨張係数を有し、

50

可撓性要素の温度変化が、可撓性要素を第1形状から第2形状へと動かす様になっており、可撓性要素は、更に、少なくとも可撓性要素を加熱し、それによって前記温度変化を与えるための1つのヒーター要素を具備すると共に、可撓性要素の動きを検出し、且つ、可撓性要素が浸されている1つの流体の特性を示す1つの信号を供給するための動作検出器を具備している。

【0019】

好ましくは、動作検出器は、可撓性要素の動きによって、動作検出器の電気的特性が変化する様になっている。最も好ましくは、動作検出器は、可撓性要素上に設置された1つの piezo 抵抗素子を具備しており、可撓性要素の動きによって、piezo 抵抗素子の電気抵抗が変化する様になっている。

10

【0020】

動作検出器は、2つの平板を有するコンデンサから構成されていてもよく、コンデンサの静電容量が可撓性要素の動きによって変化する様に、可撓性要素がその1つの平板を形成し、導電平板が他の平板を形成している。

【0021】

該装置において、可撓性要素を、2つの形状うち少なくとも1つに保持するための係合手段を具備していてもよい。

【0022】

動作検出装置は、要素に放射線を向ける様に配置された電磁放射線源と、1つの電磁放射線検出器を具備していてもよく、該電磁放射線検出器は、可撓性要素から反射した電磁放射、可撓性要素を貫いて伝送された電磁放射、可撓性要素から屈折した電磁放射、或いは可撓性要素によって回折した電磁放射線のうち、少なくとも1つを検出する様に配置されている。

20

【0023】

最も好ましくは、積層体の第1層は、ポリマーから構成されている。積層体の第1層は、ポリイミド、ポリアミド、及びアクリル系ポリマーから成る一群から選ばれた1つの材料により構成されていてもよい。第2層は、ポリマーから構成されていてもよい。第2層は、ポリイミド、ポリアミド、及びアクリル系ポリマーから成る一群から選ばれた1つの材料により構成されていてもよい。

【0024】

最も好ましくは、積層体の第2層は、1つの金属から構成されている。該金属は、金、或いはアルミニウムから成る一群から選ばれてもよい。

30

【0025】

好ましくは、可撓性要素の第1端から第2端までの長さは、 $100\ \mu\text{m}$ と $1\ \text{mm}$ の間であり、又、前記第1形状での可撓性要素の第2端と、前記第2形状での可撓性要素の第2端との間の距離は、 $30\ \mu\text{m}$ と $650\ \mu\text{m}$ の間である。

【0026】

該装置において、複数の可撓性要素を具備していてもよい。好ましくは、複数の可撓性要素が、1つの第1列と1つの第2列に配置され、各列は、少なくとも1つの可撓性要素を具備しており、複数の可撓性要素は、第1列の少なくとも1つの可撓性要素が、第2列の少なくとも1つの可撓性要素と反対側に伸びる様に配置されている。最も好ましくは、複数の可撓性要素が互いに係合されている。

40

【0027】

本発明の実施例は、添付の図面を参照して、例証して記述されている。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】本発明の好ましい実施例による検出装置の斜視図である。

【図2】図1に示される装置の一部を形成しているホイートストンブリッジ回路の回路図である。

【図3】図1の検出装置の簡略斜視図である。

50

【図4】検出装置への入力信号と、構成要素であるピエゾ抵抗素子の抵抗の変化との関連を示すグラフ表示である。

【図5】他の実施例による検出装置の斜視図である。

【図6】更なる実施例による検出装置の斜視図である。

【図7】更にもう1つの実施例による検出装置の斜視図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0029】

図1において、本発明の好ましい実施例による検出装置1の斜視図が例示される。検出装置1は、本体部2と、可撓性要素3と、ヒーター4と、ホイートストンブリッジ回路5とを具えている。

10

【0030】

可撓性要素3は不可欠部分であって、本体部2から延出されている。可撓性要素の第1端は、本体部に接続されている。第1端から離れた可撓性要素の第2端は、本体部2に対して自由に動くことが出来る。可撓性要素は、矩形の表面領域を有する帯状であり、矩形の長辺が本体部から伸びている。可撓性要素3は、2層3a、3bの積層体を具えており、各層の材料は、異なる熱膨張係数を有している。該材料は、異なる材料でもよいし、異なる熱膨張係数を有する様に処理された(例えば、応力を与えられた)同じ材料であってもよい。

【0031】

加熱を受けて、同一の温度上昇によっても、1つの層は他方よりも膨張することとなる。そしてそれ故、可撓性要素3は、低い熱膨張係数を有する材料の方向に曲がることとなる。冷却を受けて、同一の温度低下によっても、1つの層は、他方よりも早く収縮することとなる。そしてそれ故、可撓性要素3は、大きい熱膨張係数を有する材料の方向に曲がることとなる。

20

【0032】

ヒーター4は、可撓性要素3の上に設置され、導電材料から構成されている。該導電材料は、可撓性要素3の上側表面の一領域に亘って、連続した線、或いはトラック4aを形成している。ヒーター4は、更に、ヒーター4への電流供給のための複数の電氣的接点4bを具えている(そして、結果として、ヒーター4から放熱される)。これら電氣的接点4bは、本体部2の上側表面に設置されている。

30

【0033】

ホイートストンブリッジ回路5は、静電容量及び抵抗の測定値に関して、特に高感度な装置として公知技術である。ホイートストンブリッジ回路5は、本体部2及び可撓性要素3上に設置されている。ホイートストンブリッジ5は、4つの‘脚’、或いは‘腕’5a、5b、5c、5dを具えている。そのうちの3つ5b、5c、5dは、本体部2上にある。そして、そのうちの1つ5aは、可撓性要素3上にあり、本体部2に直接隣接している。本体部2上にある3つの脚5b、5c、5dは、それぞれ、既知の値の抵抗から構成されている。可撓性要素3上にある第4の脚5aは、ピエゾ抵抗素子5aから構成されている。ピエゾ抵抗材料は、その上に印加された機械的な歪みによって電気抵抗が変化するものの1つである。更に、ホイートストンブリッジ回路5は、本体部2の上側表面に、電氣的信号の入出力のための電氣的接点5e、5fを具えている。図2において、ホイートストンブリッジ回路5が例示される。

40

【0034】

使用において、電圧が接点5eを経てホイートストンブリッジ回路5の全域に印加される。そして、電圧出力は、中央を横切って、接点5fから測定される。ブリッジ5の出力がゼロであるとき、ブリッジ5は、平衡であり抵抗同等と言われる。

【0035】

脚5a、5b、5c、5dの内、1つの抵抗が変化したとき、それまで平衡であったブリッジ5は、直ちに非平衡となる。この非平衡は、ブリッジ5の中央を横切る電圧の出現をもたらす。この値から、抵抗の変化を算出することが出来る。しかしながら、ブリッジ5

50

は、最初に平衡である必要はない。たとえ、最初の出力電圧の大きさがゼロでなくても、ゼロでない値を、相対的なゼロの値として用いることが出来る。ホイートストンブリッジ5の抵抗の唯一実質的な変化は、ピエゾ抵抗素子に起因する。従って、如何なる実質的な電圧出力の変化も、可撓性要素3の動きに起因していると仮定することが出来る。好ましくは、如何なる温度変化等も補償するために、3つの既知の抵抗が等しく、且つ近接している。

【0036】

薄膜の表面マイクロ機械加工は、図1に示される装置を構築するために用いることが出来る。好ましい実施例において、可撓性要素3を製造するためにポリイミドと金のフィルムが用いられる。ポリイミド(デュボン、Pyralene PI2566)は、その高い熱膨張係数($60 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$)と小さいヤング率(1.75 GPa)のために選択されており、小さな温度変化に対して大きな変位を可能とする。又、ポリイミドフィルムは、液相から容易にスピコートすることが出来、テストされた最適撓みの厚さ範囲とすることが出来る。他の多くのプラスチックポリマー、例えば、PI2722、PI2723(何れも $57 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ の熱膨張係数を有する)或いはPI2734($13 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ の熱膨張係数)等を用いることが可能であり、それらの液相でスピコートすることも出来る。金は、PI2566ポリイミドに対して、機械的及び熱的特性が適切であるために選択された。例えば、金は、PI2566に比べてかなり低い熱膨張係数($14 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$)を有している。可撓性要素3の各層の材料は、加熱時の可撓性要素による移動距離を、相対的に大きくする様に選択され、例えば、移動距離が可撓性要素のサイズと同程度の寸法となる様に選択される。例えば、寸法がマイクロオーダーである可撓性要素3に関しては、可撓性要素3の動きもマイクロオーダーとなる様に可撓性要素3を構成する材料が選ばれる。可撓性要素3を構成する層の材料として、ポリマー、及び/又は金属を用いることが出来る。

【0037】

採用された方法は、薄膜の制御された層間剥離に基づくものであり、該層間剥離では、薄膜が強制変化によって基板から剥離される。この方法において、最終エッチングを解除するステップまでの間に、層を化学分解から保護する必要性がない。又、任意の広域剥離も可能である。

【0038】

層間剥離技術は、光学的リソグラフィーに基づき、そして、金の粘着力が、シリコン、二酸化シリコン、或いはガラスに対して弱いことを利用している。可撓性要素3の構成層中に応力を誘発し、そして、可撓性要素3を基板2上の固定層から解放することによって、可撓性要素3は、本体部2から伸びる非固定端においてカールすることとなる。3つの材料(シリコン、二酸化シリコン、或いはガラス)の何れかは、(実質的に)本体部2を形成する基板2として、巧く利用することが出来る。

【0039】

Cr、Ni、或いはN-Cr(500)2aの薄い層は、基板2上にプラズマスパッタされる。そして、基板2と、後にプラズマスパッタされる金バリア層2b(1000)との間で、第1の付着促進剤としての役割を果たす。金バリア層2bは、付着促進剤2aが空気に曝されて酸化することを防止する様に溶着されている。第1の付着促進剤層2aと金バリア層2bは、それから、可撓性要素3が解放されるべき領域、即ち、第1の付着促進剤層2aが取り除かれる部分を定めるためにパターン化される。パターン形成は、標準的なリソグラフィー及びウエットエッチング技術を用いて行ない、後に可撓性要素3を強制層間剥離するために、第1の付着促進剤層2aに開口を得る。パターンは、基本的に、固定層イメージの逆である。即ち、矩形構造の開口端に囲まれた領域上に溶着された材料が、最終的に可撓性要素3を形成することとなる。それに対して、この領域の周囲に溶着された材料が、可撓性要素3がそこから解放されることとなる固定層を形成することとなる。該パターンは、寸法 $500 \mu\text{m} \times 80 \mu\text{m}$ の長方形の3辺により定義される細いトラックであり、それによって、矩形構造の‘開口端’である。これは事実上、可撓性要素3

のサイズも $500\mu\text{m} \times 80\mu\text{m}$ に定義している。開口端において、解放された状態で、可撓性要素3の一端部は、本体部2から伸びる他方が自由に動く間、本体部2に固定されたままである。

【0040】

そして、パターン化された金バリア層(1000)の上に、金の構造体層(厚さ $1.2\mu\text{m}$)2c、3aがプラズマパッタされる。金の構造体層は、受動的で機械的な層としての役割を果たすだけであり、下記の様に溶着されるポリイミド層2d、3bによって、ヒーター4から電氣的に絶縁されている。同様の成膜実施において、Cr層(図示せず)(<500)が、金の構造体層を被って成膜され、それに続くポリマー層のための付着促進剤としての役割を果たす。

10

【0041】

そして、PI2566のポリマー層2d、3bは、液相から、金の構造体層2c、3aを被ってスピンコートされ、そして、120のオープン中で20分間ソフトベークされる。その後、1500厚さのNi-Cr層がスツパッタコートされ、ヒータートラック4a、接続パッド4b及び信号ラインを形成するためにパターン化される。可撓性要素3をパターン化して接続パッドを定義するために、標準的なフォトリソグラフィが、ポジ型フォトレジストを用いて実施された。パターンニングは、ウエットケミカルエッチングを用いて行なわれた。しかしながら、ポリマー層の反応性イオン・エッチング(RIE)が代替技術となるであろう。ここでは、Cr層がハードマスクの役割を果たす必要がある。類似の技術を使用して、抵抗ホイートストンブリッジ回路5も、構成要素のピエゾ抵抗素子5aと接続パッド5e、5fを含めて蒸着される。

20

【0042】

最後に、最終的な成膜に続いて、固定層から可撓性要素3を解放するために、ウェットAuエッチングが実行される。可撓性要素3の構成層における初期応力のために、特別な解放手段は必要ない。誘導された応力は、可撓性要素3が基板2に付着することを防止する。従って、解放状態において、可撓性要素3は上方へと曲がって本体部1から離れる。

【0043】

可撓性要素3の金の構造体層2c、3aの厚さ($1.2\mu\text{m}$)は、良好な作動結果を提供するための選ばれた。 $1.2\mu\text{m}$ の値は、経験的に決定された。又、可撓性要素3の構成素材(金、PI2566)の機械的な特性に関して、構成素材(金、PI2566)の厚さ比率が4:1であるとき、最大の初期撓みをもたらすことが確立されていた。しかしながら、厚さ比率が8:1であるとき、最適の実験結果を与えた。その他の厚さ及びその比率を採用出来ることは、言うまでもない。又、ポリイミド層2d、3bの厚さ変化は、スピンコーティング間のスピン速度変化によって達成され得る。ヒーター4の更なる断熱、及び機械的防護のために、PI2566の第2層が、ヒーター4構造に埋めこまれる様にスピンコートされ得ることは、言うまでもない。

30

【0044】

可撓性要素3を湾曲させるのに十分な構成層中の応力によって、可撓性要素3がカールして重なり、材料の‘ロール’を形成することは、言うまでもない。検出装置1の最も好ましい製法では、この状況が回避され、解放状態において、可撓性要素3がこの様なロールを形成することはない。好ましくは、可撓性要素3の構成層3a、3bの熱膨張係数が、可撓性要素の長さに沿って異なる(可撓性要素3が固定された点から、それが自由である点までの距離によって定義される)が、該要素の幅に沿って均一であり、可撓性要素3が、その長さに沿って曲がるが、その幅を横切って曲がることは実質的にない様になっている。

40

【0045】

記載を簡略化するために、検出装置1の使用は、可撓性要素3が平坦且つ曲がっていない状態で記載される。可撓性要素の周囲で、可撓性要素に取りつけられない本体部2の部分は、可撓性要素3を強調するために、もはや図示されない。加えて、図3から図5は、それらが該装置1の構成層を図示していない限りにおいて、図1に比べて詳細ではない。

50

各図において、類似の部分には、同じ参照番号が付されている。

【0046】

ヒーター接点4bを横切る電位差の印加によって、図1に示すヒーター4のトラック4aに電流が流れる。そして、トラック4a中の電気抵抗によって、熱が発散する。この熱は、可撓性要素3の温度の上昇をもたらす。可撓性要素3の加熱状態において、積層体の一方の層3bと他方3aの層では、それぞれの熱膨張係数が違うので、一方の層3bが、他方3aに比べて大きな率で膨張することとなる。従って、図3に示す様に、可撓性要素3が湾曲し、第1形状から第2形状へと動かされ、更に真っ直ぐな可撓性要素3となる。この実施例の可撓性要素3の端部は、200 μ mから250 μ mの間の距離を経て移動することが出来る。曲がっている状態で、可撓性要素3は、 piezo抵抗素子5a上に歪みを誘発し、その電氣的抵抗の変化を誘発することとなる。従って、piezo抵抗素子と連動して、ホイートストンブリッジ5を歪み計として使用することが出来る。そして、ホイートストンブリッジ5の出力電圧は、piezo抵抗素子5aの電気抵抗(の変化)、(そして、piezo抵抗素子5a上の歪み)を反映している。

10

【0047】

ヒーター4に与えられた入力信号(熱信号)のために、可撓性要素3は、ある程度、動く(或いは‘歪む’)こととなる。もし、熱信号が‘オン電流’から、‘ロー電流’或いは‘ゼロ電流’と同様な値への変化への繰り返しであれば、可撓性要素3は、加熱されている間、曲がり続けることとなる。そして、可撓性要素3に印加される熱がない(或いは、印加される熱がより少ない)とき、それに応じて可撓性要素3は、その安定した姿勢に向けて緩む。可撓性要素3は、事実上振動することとなる。可撓性要素3の動きを阻害する減衰力が印加される場合、入力付与から、ただ1つの最大可能撓みに到達するまでに、長い時間がかかることとなる。更に、熱信号がパルスである場合、該要素が熱信号の変化により他の方向に曲がるとき、該要素がこの最大撓みに達することはない。これら効果は、流体の粘度の検出及び測定に用いることが出来る。

20

【0048】

粘度の高い流体は、粘度の低いものに比べて、可撓性要素3の動きに、より大きな減衰効果を有することとなる。撓みの変化は、piezo抵抗素子5a上の歪みの変化に対応しており、piezo抵抗素子5aで抵抗に変化する。piezo抵抗素子5aは、ホイートストンブリッジ5の脚なので、該変化は、ホイートストンブリッジ5の出力電圧の変化に反映される。従って、ホイートストンブリッジ5の出力から、撓みの変化を直接測定することが出来る、そしてこれは、流体の粘度の変化に対応している。図4は、可撓性要素3の動きについて、減衰の効果を例示している。

30

【0049】

図4は、2つのグラフを有しており、1つは、ヒーター4に供給された電流を図示し、対応するグラフは、異なる粘度の流体中にあるpiezo抵抗素子5aについて、対応する絶対的な抵抗の変化7、8を表示している。矩形波信号6は、ヒーター4に印加され、そして、そのために、可撓性要素3を加熱する。熱の印加は、可撓性要素3の動きを誘発し、piezo抵抗素子5a中に誘発される歪みを引き起こすことになる。その結果として、piezo抵抗素子5aの抵抗は、可撓性要素の動きと共に変化7し、それは、ヒーター4からの熱の印加に直接に関係している。より大きな粘度の流体中に可撓性要素3を設置することで、可撓性要素3の動きは減衰することとなる。可撓性要素3の抵抗は、より大きな粘度の流体中において、より急速さを欠いて変化することとなる。更に例を示すと、より大きな粘度の流体8中で、抵抗の振幅はより小さくなる。従って、抵抗の変化は、流体の粘度変化を測定することに用いることが出来る。

40

【0050】

信号パルスの端での抵抗は、最大撓みを測定することに用いることが出来る、この最大撓みは、異なる粘度の流体に対して変化する。しかしながら、パルス継続時間(電流‘オン’の時間)が、撓みの変化を分解するためにはあまりにも長い場合もある。即ち、可撓性要素3が、異なる粘度の液体中でも、同一入力信号により同じ最大撓みを有する。これは

50

、ヒーター 4 に電流が印加される(従って、可撓性要素 3 を加熱する)時間の長さ及び/又は電流の大きさ、及び/又は連続する電流パルス間の周期を変化させることによって、説明することが出来る。要するに、入力信号は、必要に応じ、状況に合わせて調整することが出来る。

【 0 0 5 1 】

或いは、ピエゾ抵抗素子 5 a の抵抗は、時間による抵抗変化が観察出来る様に、連続的にモニタリングされる。従って、たとえ、パルスの端での抵抗(即ち、可撓性要素 3 の撓み)が同じであっても、抵抗変化率は、異なる粘度の流体で異なることとなる。ピエゾ抵抗素子 5 a の抵抗は、ある粘度を有する流体によって、より高い粘度の第 2 の粘度を有する流体よりも、より急速に変化することとなる。これは単に、一定の駆動力によれば、物体の動きは、高い粘度の流体に対するよりも、より低い粘性の液体を通る方が、より速くなるという事実の結果である。最も好ましくは、入力信号は、印加される電流がないとき、可撓性要素 3 がその安定した姿勢に戻る様にされる。即ち、ヒーター 4 によって供給された全ての熱エネルギーが、発散される様にする。好ましくは、ヒーター 4 に供給される電流がないとき、該ヒーター 4 は、可撓性要素 3 に熱を供給しない。即ち、ヒーター 4 は、熱を急速に発散する。可撓性要素 3 が振動している場合、好ましくは、入力信号の周波数は、可撓性要素の寸法に対して最適化される。いくつかの用途のためには、高いサンプリングレート(従って、高周波数振動)が要求される。各実験によって、可撓性要素 3 の共通撓みを引き起こす共通の入力パルスから、同じ結果が得られることは、容易に認識されるであろう。

【 0 0 5 2 】

流体の粘度を測定するために、抵抗/撓みの変化を用いることと同様に、可撓性要素 3 の共振周波数も、同じ目的のために利用される。1 つの共振システムは、近似的に等しい周波数の小さな刺激によって、大きい振動が引き起こされるものである。所定のシステムによって発生した周波数は、システムの振動部が浸された媒体の粘度に依存している。従って、検出装置 1 の可撓性要素 3 は、測定される流体に固有の共振周波数を有することとなる。従って、可撓性要素 3 の駆動周波数(ヒーター 4 への入力信号)の変化、更に、ピエゾ抵抗素子 5 a の抵抗(従って、可撓性要素 3 の撓み)の同時モニタリングによって、可撓性要素 3 の撓みの振幅を、その駆動周波数に直接関連付けることが出来る。従って、可撓性要素 3 の共振周波数を容易に確認することが出来、そして、それから流体の粘度が導き出される。

【 0 0 5 3 】

この様な検出装置 1 が、歪み及び熱の感度によって、粘度の測定以外の多くの用途を有することは明確である。例えば、該装置 1 は、流体の温度、流れ率、及び剪断測定に用いることが出来る。

【 0 0 5 4 】

ヒーター 4 からの熱の印加と同様に、環境温度は、それに応じて、可撓性要素 3 の構成層に膨張/収縮を引き起こすこととなる。この膨張/収縮は、ピエゾ抵抗素子上の歪みに変化を誘発し、ピエゾ抵抗素子を不可欠部分とするホイートストンブリッジ回路 5 の出力によって検出される。従って、ヒーター 4 からの熱信号により可撓性要素 3 が駆動されるに先だって、可撓性要素 3 の初期位置を観測することは、流体の温度測定に用いられ得る。

【 0 0 5 5 】

この様な機能性を実現するために、ピエゾ抵抗素子 5 a の固有の特徴を用い、ホイートストンブリッジ回路 5 が、歪み計としていかに有効に機能するのかは、既に記載された。可撓性要素 5 a が、流体の流れ中に設置される場合、可撓性要素 3 の撓み大きさの変化は、その流体の流れ率の測定手段となり得る。流体のより速い流れでは、単位時間当たり、より多くの構成材料が可撓性要素 3 に入射する。従って、より大きな力が可撓性要素 3 に及ぼされる。可撓性要素 3 に及ぼされた大きな力は、一定の印加熱信号による撓みの大きさに変化を生じさせる。

【 0 0 5 6 】

流体サンプルの特性は、複数箇所測定することが出来る。このようにして、前記特性に関する前記サンプルのプロファイル測定する。例えば、多くの位置で流体サンプルの流れ率を測定することによって、流れ率プロファイル、そして、剪断速度を測定することが出来る。プロファイルを得る手法の一例として、単独の装置1を用い、そして、それをサンプルの中で動かして、所望の位置での測定を行なう。しかしながら、特定位置での特性が、連続的な測定の間に変化する可能性が残されており、その結果、不正確なプロファイルを与える。言い換えれば、最初の位置での特性が、他の位置での測定がなされる時間によって変化するかもしれないのである。理想的には、複数の測定が、所望の多くの位置で、一斉に行なわれ得る。好ましくは、複数の測定をリアルタイムに行なうことが出来る。リアルタイム測定では、血液の凝固時間の如き流体サンプルの更なる情報を得ることが出来る。複数の検出装置1を、好ましくは各所望の測定位置毎に1つ用いて、この様なリアルタイム、複数位置測定を行ない、そして、プロファイリングを取得することが出来る。

10

【 0 0 5 7 】

この様な検出装置1の使用は、温度、粘度等の相対値しかもたらさないことは、明確である。例えば、可撓性要素3は、潤滑油中では、空気中に比べて実質的により小さく撓む。絶対値を求めるためには、検出装置1の較正、更に、流体、及び/又は検出装置1の可撓性要素3のモデリングが必要になるであろう。例えば、粘度が既知である1つかそれ以上の流体中で、所定の入力信号による可撓性要素3の撓みが測定されることとなり、そして、そこから、撓みの特有変化を粘度の特有変化に関連付けることが出来る。可撓性要素3及びその動きの正確なモデリングによって、可撓性要素3が浸されている流体に関する特性が得られることも、当然である。相互依存要因の変化が、規定の測定に無視できない影響を有する可能性があることも、当然である。例えば、可撓性要素3の動きを誘発するための加熱状態において、いくらかの熱エネルギーは、明らかに、装置1が浸されている流体へと移動することとなる。この様な熱の散逸は、流体の温度を上昇させ、流体の粘度を変える可能性があり、従って、誤った粘度の測定となる。同様に、ピエゾ抵抗素子5aの電気的抵抗は、温度によって変化することとなる。該温度自体、流体の温度に加えて、ヒーター4によるいくらかの影響に関係している。これら問題の全ては、所望の測定を行なうために必要な要素の較正、及び/又はモデリングの連結によって、解消される。

20

30

【 0 0 5 8 】

他の実施例(図示せず)において、装置1は、全体としては、図1と2に関して記載されたものに類似である。しかしながら、この実施例において、ホイートストンブリッジ5は、抵抗素子の代わりに容量性要素を具えており、又、ピエゾ抵抗素子が除去されている。そのかわりに、導電プレートが、可撓性要素3の上に、それと接触することなく配置されている。図1の装置1において、出力信号の変化は、ピエゾ抵抗素子上の歪み、そして、対応するピエゾ抵抗素子の電気抵抗変化の結果であったが、この実施例において、可撓性要素3の動きを検出するために、容量の変化が用いられる。ホイートストンブリッジ5は、その腕のうち3本に、それぞれ既知の容量を具えており、又、導電プレートと可撓性要素3は、第4コンデンサ(可変容量)の平板を形成する。可撓性要素3が動くとき、可撓性要素3と導電プレート間距離が変化することとなり、基本的な静電気学の理論から、この第4コンデンサの容量も変化することとなる。それ以外では、この検出装置1は、図1及び図2の検出装置1と同一の手法で動作し、又、この検出装置1は、図1及び図2の検出装置1の機能性を有している。

40

【 0 0 5 9 】

上述した実施例は、何も制限することなく、ほんの一例として与えられていることは、当業者にとって明白であろう。例えば、ここまで記載されている本発明の全ての実施例は、4つの脚5a、5b、5c、5dを有するホイートストンブリッジ5から成り、そして、それらのうちの3つ5b、5c、5dは、各々、一定、且つ既知の値の抵抗/容量により構成されている。第4の脚5aは、可撓性要素3の動きに対して敏感に反応する可変

50

使用中、ヒーター 4 を介して(或いは、局所的な環境によって)可撓性要素 3 に供給された熱は、可撓性要素 3 をその最初の曲がった形状から、真っ直ぐな形状に向けて湾曲させる。可撓性要素 3 が曲がる度合いは、励起されたフォトダイオード 11 の数に比例しており、従って、可撓性要素 3 の動きを測定することが出来る。

【 0 0 6 5 】

ここで図 6 を参照すると、検出装置 1 は、本体部 2、可撓性要素 3、及びヒーター 4 から構成されている。可撓性要素 3 は、格子 12 を具え、格子 12 は、互いに平行な透明区域と不透明区域とによって形成されている。格子 12 は、可撓性要素 3 の実質的な長さに沿って、本体部 2 から伸びている。フォトダイオードアレイ 11 は、可撓性要素 3 の片側に位置し、又、電磁放射線源 10 は反対側に位置している。電磁放射は、線源 10 から放射され、格子 12 の透明区域を通過して伝送され、そして、フォトダイオードアレイ 11 によって検出される様になっている。不透明区域と透明区域の大きさ(或いは、その‘ピッチ’)によって、検出装置 1 を、2 つのうちどちらかの方法で用いることが出来る。格子 12 を、フォトダイオードアレイ 11 に格子 12 の影を落とす全くの光フィルターとして使用することも出来る。或いは、格子 12 に入射した放射が回折する様に、格子 12 を形成することも可能である。回折において、電磁放射は、それ自身と干渉して強め合い、打ち消し合って、それによって、フォトダイオードアレイ 11 上の干渉パターンを作る。最も好ましくは、電磁放射線源 10 は、その放射する放射線が格子 12 の不透明部分を透過しない様に選択される。即ち、X 線よりも可視光が好ましい。

【 0 0 6 6 】

使用中、熱は、ヒーター 4 を介して(或いは、局所的な環境によって)、可撓性要素 3 に供給され、可撓性要素 3 を、その最初の曲がった形状から、真っ直ぐな形状に湾曲させる。曲がっている状態において、不透明区域と透明区域のピッチは変化することとなる。この様な変化は、格子 12 を通過して伝送される電磁放射に影響を及ぼすこととなり、そして、格子 12 がどの様に形成されているか、フォトダイオードアレイ 11 に格子の影があるか、干渉パターンがあるかに依存している。パターン/影の極大と極小のパターンを、格子 12 の区域ピッチの変化を測定するために用いることが出来る。そして、この変化は、可撓性要素 3 の動き(曲率)に比例している。

【 0 0 6 7 】

透過可能な格子 12 を、反射可能な格子 12 に交換できることは、言うまでもない。装置 1 は、格子 12 の部分が反射するか、反射しないかの事実から離れて、全く同様に作動し、そして、フォトダイオードアレイ 11 は、電磁放射線源 10 と同じ側にあり、それによって、伝送された電磁放射とは反対に、反射された電磁放射を検出する。

【 0 0 6 8 】

光学的検出方法を利用している全ての実施例に関して、言うまでもなく、線源 10 とフォトダイオードアレイ 11 は、互いに合わせて適切に選択されることが好ましい。例えば、640 nm(赤色光)のピーク発光波長である線源 10 からの電磁放射は、ピーク感度がその波長か、或いは近傍のフォトダイオードアレイ 11 によって、最も良く検出される。更に、フォトダイオードアレイ 11 が 1 次元でも 2 次元でもよいことは、言うまでもない。2 次元フォトダイオードアレイ 11 は、伝送された/反射された電磁放射の像を取得するために用いることが可能である。例えば、格子 12 を具える実施例の場合、干渉縞パターンの全体が 2 次元アレイ 11 によって検出されることとなるが、1 次元のアレイ 11 では、前記干渉縞パターンの全域に亘って、線の情報が得られるだけである。1 次元分析で十分であるにも関わらず、2 次元像の検出と撮像が、何かの役に立つこともあり得る。当業者にとって、フォトダイオードアレイ 11 を、検出範囲や分解能等について所望の特性を具えた検出要素に交換可能であることは、明らかである。例えば、電磁放射の検出は、光ファイバーと関連処理手段を含んでいてもよい。

【 0 0 6 9 】

上述した実施例の全てが、決して限定的ではなく、そして、ほんの一例であることは、当業者にとって明らかである。本発明を損なわない限り、検出装置 1 に様々な変更がなさ

10

20

30

40

50

れ得ることは、明らかである。

【0070】

例えば、流体特性の測定は、平坦な姿勢から湾曲した姿勢、或いは、湾曲した姿勢から平坦な姿勢に動く可撓性要素3の使用と連携させて示したが、可撓性要素の他の‘最初の’と‘最終的な’姿勢、或いは‘形状’が可能である。可撓性要素は、第1の湾曲形状から第2の湾曲形状に動いてもよい。流体の特性を測定するために、可撓性要素は、第1形状から第2形状へと動かなければならない。その後、他の形状に動いてもよい。第1と第2形状は、同じであってもよい。

【0071】

可撓性要素3を所望の姿勢に保持、或いは‘係止’するために、係止手段が設けられていてもよい。例えば、可撓性要素3が磁性材料(例えば、コバルト)から構成されている場合、装置1に隣接して設置された電磁石を、可撓性要素3を所望の姿勢に係止するために用いることが出来る。或いは、磁性材料を、可撓性要素に固着させてもよい。電磁石が‘オン’のとき、それは、磁性材料、従って可撓性要素3を引きつけることとなる。或いは、それは、電磁石に反発することとなる。

10

【0072】

電磁石が、引きつける力を発生するのか、或いは反発する力を発生するのかに関わらず、可撓性要素3が弾力的であれば、可撓性要素3中のポテンシャルエネルギーの増大(要素3の弾性による)は、引きつける、或いは反発する磁力を妨害することとなる。この様なエネルギーの増大は、可撓性要素3の姿勢をその平衡姿勢に復元しようとする復元力を発生させることが出来る。もし、磁力が復元力と釣り合う様なものである場合、可撓性要素は所望の姿勢で‘係止’されることとなる。

20

【0073】

電磁石は装置に一体型でもよいし、電磁石は、装置の分離部分であってもよい。あるいは、可撓性要素が電磁石から構成されていてもよいし、磁性材料が、装置の分離部分であってもよい。変動磁場の任意の制御可能な発生源が、電磁石の代わりに用いられ得ることは、言うまでもない。

【0074】

図7に例示される別の実施例において、可撓性要素3は、コンデンサ状構造の1枚の平板を形成している。可撓性要素3は、コンデンサ状構造の第1平板を形成する導電層3c(例えば金)を具えている。他の導電平板13(例えば金)は、コンデンサ状構造の第2平板を形成しており、装置1の本体部2上に設置されている。

30

【0075】

これら2つの平板3c、13間に印加された電位差は、各平板3c、13上に電荷が集積されることを妨害する要因となる。そして、平板間に電界が構築される。逆の電荷が引き合う様に、平板3c、13は、互いの方へ引き合うこととなる。この引き合う力(静電気力)を、可撓性要素3を所望の姿勢に保持或いは係止するために使用出来ることは、言うまでもない。好ましくは、第2平板3cの姿勢は固定されている。即ち、自由に動けず、係止されるとき、第2平板3cのいかなる動きの結果としても、可撓性要素が動かないことを確実にする。

40

【0076】

可撓性要素3が弾力的な場合、可撓性要素3中のポテンシャルエネルギーの増大(要素3の弾性による)は、引きつけられる静電気力を妨害することとなる。この様なエネルギーの増大は、可撓性要素3の姿勢をその平衡姿勢に復元しようとする復元力を発生させることが出来る。もし、弾性力が復元力と釣り合う様なものである場合、可撓性要素は所望の姿勢で‘係止’されることとなる。

【0077】

平板3c、13間の電氣的接触は、望ましくない。装置1は、この様な電氣的接触が不可能な様に構造化することが出来る。例えば、可撓性要素3が平坦であるときでも、第1平板3c及び第2平板13は、空間的に分離され、これらの間の電氣的接触が防止される

50

様に、第2平板3cが、本体部2の凹部にあってもよい。或いは、いくつかの実施例において、平板のうちの1つ(或いは、各平板)は、その様な電氣的接触を防止するために、電氣的な絶縁層(図示せず)によって被われている。電氣的な絶縁体は、プラスチック材料とすることが出来る。

【0078】

第2平板13が本体部2上になくてもよいことは、言うまでもない。例えば、第2平板13の位置で必要とされるのは、平板間に電界が構築され、その大きさが、可撓性要素3を所望の姿勢に係止するために十分であることのみである。

【0079】

可撓性要素3の係止は、有意な利点を有している。例えば、可撓性要素3が異なる熱膨張係数を有する(少なくとも)2層から形成されている。加熱されるとき、可撓性要素3は、第1形状から第2形状に動く。そして、可撓性要素3の姿勢を保持するために、電界或いは磁界を印加することが出来、その後、熱を取り除くことが出来る。そして、可撓性要素3の温度は、その外界、即ち、それが浸されている流体の周囲温度に戻ることが出来る。そして、可撓性要素は、第1形状に戻るために、弾力的に偏ることとなる。そして、電界、或いは磁界を取り除くことが出来、温度変化に起因する復元力が可撓性要素3を動かす、可撓性要素3の動きが、周囲温度に特徴付けられることを可能にしている。従って、可撓性要素3を動かすために必要な熱は、実験の結果に影響を及ぼさない。更に、可撓性要素3の姿勢を保持するために電界或いは磁界を用いることは、熱の使用(或いは、ヒーターへの電流の供給)に比べてエネルギー効率に優れており、従って、この様な機能を組み込んだ装置の電力消費は、減少する。

【0080】

先に記載した様に、コンデンサ状構造が、可変コンデンサとしての役割も果たせることは、言うまでもない。平板3c、13間に一定の電位差を印加することによって、平板3c、13間の間隔は、単純な静電理論を使用して、コンデンサの静電容量から推測される。平板3c、13の間隔が変化すると、コンデンサの静電容量も変化する。従って、可撓性要素3がコンデンサの1つの平板を包含しているので、可変コンデンサを、可撓性要素3の動きを検出して特徴付けるために用いることが出来る。

【0081】

更に、可撓性要素3は、2つの材料の積層体でなくともよい。可撓性要素3を、2つ以上の材料、及び/或いは層から構成してもよく、例えば、ピエゾ抵抗材料、或いは、その他の所望材料からなる複数の層から構成することも出来る。言うまでもなく、可撓性要素は、加熱時に第1形状から第2形状へと動けばよいだけである。好ましくは、該動きは相対的に大きい。これは、小さな印加熱信号が、可撓性要素3の相対的に大きな動きを発生させる様に、適切な特性(例えば、特定のヤング率、及び熱膨張係数)の材料を選択することによって達成することが出来る。これは、好ましくは、2層、或いはそれ以上の層の積層体を用いることによって達成される。1つの層をポリマーから構成することが出来る。1つの層を金属から構成することが出来る。ポリマーは、ポリイミド、ポリアミドまたはアクリル・ポリマーとすることが出来る。金属は、アルミニウム、或いは金とすることが出来る。相対的に大きい運動は、光学的な方法及び/又は装置を組み込んだ動作検出器の使用を容易にすることとなる。

【0082】

特定の用途を状況に適合させるために、検出装置1の寸法が選択され得ることは、言うまでもない。特定の用途に適合させるために、可撓性要素3の寸法が選択され得ることは、言うまでもない。例えば、寸法は、マイクロメートルのオーダーから、ミリメートルのオーダーの範囲、例えば1 μ mから10mmである。可撓性要素の第1端から第2端までの距離として定義される長さは、例えば、100 μ mから1mmとなる。可撓性要素3の形状も、可変である。例えば、可撓性要素3は、本体部2から離れるにつれて先細りとなっていてよい。可撓性要素3は、外側に向けて、及び本体部2から離れるにつれて、広がっていてもよい。可撓性要素3は、連続体でなくともよい。例えば、可撓性要素3は、

10

20

30

40

50

それが切り欠かれた断面を具えた細長い矩形の層でもよい。これは、流体力学、或いは他の目的のためである。可撓性要素3は、本体部2から離れた一端に固定された更なる要素、例えば、パドルを具えていてもよい。パドルは、可撓性要素3と一体でもよい。パドルを含むことによって、可撓性要素の表面積を増加させることになる。そして、例えば、流れ、及び剪断率測定値の装置の検出感度を増加させることが出来る。

【0083】

ヒーターと動作検出要素は、分離されていてもよい。或いは、ヒーター4と動作検出要素は、一体化されて、該単一要素がその機能の両方を実行する様になっていてもよい。ヒーター4がピエゾ抵抗材料からなる場合、ヒーター4が、動作検出器のピエゾ抵抗素子5aとして機能する様にしてもよい。ヒーターと一体化された動作検出器は、金の様な単一材料から構成されてもよい。金のピエゾ抵抗性質を、ポリイミド層の如き弾性支持層の使用によって、いっそう強化してもよい。

10

【0084】

この様な、ヒーターと一体化された多層の可撓性動作検出器要素を形成するために、可撓性要素3上に、ポリイミドトラックが付着されており、そのトラックの上部に続いて金層がある。ヒーターと一体化された動作検出器要素を実現するために、多くの形態が可能であることは、言うまでもない。ヒーターと一体化された動作検出器要素を機能させるために、熱を消散させ、且つピエゾ抵抗挙動を呈しなければならない。

【0085】

可撓性要素3は、平衡(印加される信号がない)状態で真っ直ぐになる様に、特有の製作方法を用いて構築されている。例えば、1つ、或いはそれ以上の層に、その加熱製造の間、特定の応力を誘導してもよい。

20

【0086】

ヒーター4のタイプ、形状及び位置は、状況に合わせて、或いは、設計基準に合わせて選択してもよい。例えば、ヒーター4は、可撓性要素3の上面にあってもよい。ヒーター4は、可撓性要素3の下側に設置してもよい。ヒーター4を、可撓性要素3中に埋め込んでもよい。例えば、可撓性要素3が積層体構造体である場合、ヒーター4は層の間にあってもよい。これは、大部分の熱が流体サンプルではなく、可撓性要素3中に消散されることを確実にすることとなる。これは、2つの効果を有している。すなわち、効率性が向上し、更に重要なことに、人為的で、それによって測定に悪影響を与える様なサンプルの温度上昇がない。ヒーター4は、熱を消散させる導電材料でもよい。ヒーター4は、非一体型電気伝導フィラメントの様な、別個の装置でもよい。ヒーター4は、電気伝導材料の蒸着薄膜であってもよい。ヒーター4は、伝導材料のトラックでもよい。例えば、ヒーター4は、可撓性要素3に沿って、可撓性要素3を前後に往復する波状曲線であってもよい。従って、それについて均一な熱の消散を生じる。

30

【0087】

可撓性要素3にクーラー要素を使用することも可能である。クーラーを組み込むことによって、薄板可撓性要素3の構成層が異なる熱膨張係数を有する場合、それらの層の異なる膨張を利用して、可撓性要素3を曲げることが出来る。

【0088】

検出装置は、測定が選択された温度で実行される様に、流体自体の加熱/冷却のために、一体化されたヒーターとクーラーを具えていてもよい。このヒーターとクーラーは、本体部2上にあってもよいし、可撓性要素3上にあってもよい。ヒーター4に印加された動作信号(例えば、電流)は、任意の規定関数でよい。例えば、信号は、正弦波、変調正弦波、矩形波、単一パルス、或いは一定値の連続電流であってもよい。

40

【0089】

複数の可撓性要素3を同時に用いることによって、複数の測定が同時に行なえることは、明らかである。例えば、3つの独立な可撓性要素3を用いて、流体サンプルの温度、粘性、及び流れ率を、同時に測定することが出来る。所望の数の可撓性要素3を得るために、複数の装置1を用いてもよく、各装置は、1つかそれ以上の可撓性要素3を具えている

50

。或いは、所望の数の(適切に形成された)可撓性要素3を具える単一の装置1を用いてもよい。可撓性要素3は、任意の所望構成でよい。例えば、2列の可撓性要素3が、互いに嵌合されていてもよい。

【0090】

流体の特性の空間プロファイルは、流体中の異なる位置に設置された複数の可撓性要素3/装置1を用いることによって得ることが出来る。従って、複数の可撓性要素3を具えた装置1を用いることによって、この様なプロファイルを容易に得ることが出来る。この様なプロファイルがリアルタイムに得られることは、言うまでもない。例えば、複数の場所で流体の流れ率を測定することによって、流体の剪断率を得ることができる。リアルタイムでプロファイルを得ることによって、その中での変化を正確に測定することが出来る。係る変化は、自然的なもの、例えば、熱エネルギー損失であってもよいし、或いは誘発されたもの、例えば、流体への化学製品の導入であってもよい。

10

【0091】

言うまでもなく、流体が可撓性要素3に影響を及ぼすことが出来ると同時に、可撓性要素3が流体に影響を及ぼしてもよい。例えば、流体中での可撓性要素3の動きが、その中に乱気流を引き起こしてもよい。流体中での可撓性要素3の動きが、その中に流れを引き起こしてもよい。複数の可撓性要素3の組み合わせられた特定の動きは、流体中に特定の流れを引き起こすことがあり得る。従って、流体中に流れを人為的に誘発することが出来る。例えば、管中の流体の流れをシミュレーションするために、流体中に流れを誘発させることが出来る。そして、流体がこの様な流れとなっている間に、流体の特性を測定する。

20

【0092】

複数の可撓性要素3を使用し、例えば、周期的に要素3を動かすことによって、複数の可撓性要素3の内、いくつかは流体中に流れを引き起こすようにしてもよい。1以上の他の要素3を、その流れの特徴を示すために用いてもよい。例えば、デバイスが、2列に配列された7つの可撓性要素3を具えている。第1列は、第1、第3、第5及び第7の可撓性要素3から構成され、第2列は、第2、第4、第6の可撓性要素から構成されている。1列の可撓性要素は、第1方向に延出されている。第2列の可撓性要素は、概ね、第1方向と平行であり、第1方向とは反対の方向に伸びている。従って、第1列の可撓性要素は、第2列のそれらと反対にある。該実施例において、7つの可撓性要素は、互いに嵌合されている。第1、第3、第5及び第7の可撓性要素3は、流体中に流れを生じさせる様に配置されている。

30

【0093】

例えば、第1、第3、第5及び第7の可撓性要素3の動きを制御して、動きを‘転送する’ようにしてもよい。第1の要素が、第1形状から第2形状へと動かされるにつれて、第3の要素3が、第2形状から第1形状へと動かされ、そして、第3の要素3が、第1形状から第2形状へと動かされるにつれて、第5の要素3が第2形状から第1形状へと動かされる等である。第1、第3、第5及び第7の可撓性要素が流体中に流れを生成している間、その流れの特徴を示すために、第2、第4及び第6の要素を使用することが出来る。例えば、それらは、流体の剪断率を同時に測定するために用いることができる。或いは、又は、加えて、それらは、異なる特性を測定するために用いることができる。例えば、第2の可撓性要素3によって、流体の温度、第4の可撓性要素によって流体粘度を測定してもよく、そして、流れ率を、第6の可撓性要素によって測定してもよい。

40

【0094】

容器内の環境条件が正確に監視及び制御される様に、装置1が容器内にある。例えば、容器内の圧力及び/又は温度を、監視及び/又は制御してもよい。容器内の任意の流体に、この様な監視を実施してもよく、又、制御を与えてもよい。言うまでもなく、装置1の(複数の)可撓性要素のみが容器内であってもよく、(各)装置1の本体部2は容器外にある。流体の温度の制御または知識は、流体の粘性が測定されるときに役立つ。これは、特に、血液粘性の測定に当てはまる。血液の粘性は温度変化によって著しく変化するからである。従って、容器内の流体温度を積極的に制御するために、温度制御及び検出装置を用い

50

てもよい。例えば、ヒーター及び/又はクーラーを用いることが出来る。ヒーター及び/又はクーラーは、完全に検出装置 1 から分離された独立装置であってもよい。或いは、ヒーター及び/又はクーラーは、検出装置と一体化されていてもよい。温度検出装置についても、検出装置 1 から分離されていてもよいし、検出装置 1 と一体化されていてもよい。温度検出装置が、異なる熱膨張係数の材料の層を具えた可撓性要素 3 であってもよいことは、先の記載の様に、全く当然のことである。

【 0 0 9 5 】

検出装置 1 が、より大きく、より複雑なシステムの不可欠部分を形成してもよいことは、言うまでもない。例えば、その製造の容易さのため、検出装置 1 を低いコストで組み立てることが出来、そしてそれは、手軽に使い捨て出来る装置 1 の実現性を導く。例えば水の特性を測定するとき、装置 1 を再使用してもしなくてもよいが、装置 1 を一回使用した後に廃棄することは、いくつかの状況において理想的である。このケースは、例えば衛生、汚染等の多くの理由であり得る。衛生と汚染とが決定的に重要である想定は、血液検査の領域、特にヒトの血液検査である。この装置 1 は極めて小さい寸法に組み立てられ、従って、それを血液抽出及び検査システムに容易に組み込むことが出来る。更に、小型化のためには、それ相応に小さい流体サンプルが必要とされる。

10

【 0 0 9 6 】

例えば、血液粘性は、長時間フライトに関連する深部静脈血栓に関連がある。理想的には、乗客が彼(女)自身の血液の粘性を測定することが出来れば、その結果、血液の抗凝固薬(例えば、アスピリン)を服用する必要の有無が測定される。装置 1 (又は、以前の装置 1 だけではなく)は、極微針(血液の無痛抽出のため)と一体化されることもあり得る。更に、容易に着脱可能である電氣的な接続を有し、該接続は、小型携帯用処理端末の同様の接続に係合する様に設計されている。針と装置 1 は、端末に取りつけられ、それによって端末に電氣的に接続され得る。そして、乗客は、血液を彼/彼女自身から無痛的に抽出することが出来る。装置 1 は端末によって制御され、そして前述の様に作動し、血液に関する情報を得るであろう。端末は、血液の粘性が危険なレベルであったか否か等の如き情報の単純な表示を包含することも出来る。針と装置 1 は、小さく安価であり、僅かなコストで廃棄出来るであろう。端末は、他の針と装置 1 と共に、再度使うことが出来る。それ故、多くの装置 1 が、一回のフライトで用いられることとなる。

20

【 0 0 9 7 】

流体特性、例えば、粘性、温度、流れ率および剪断率の測定が要求される多種多様な用途において、装置 1 の機能が、その小さい寸法と組み立ての低いコストと共に、その使用を有利にすることは明らかである。好ましくは、流体は液体である。好ましくは、液体は、血液、或いは、血漿の如きその成分である。好ましくは、その特性が測定される流体の体積は、1 マイクロリットルのオーダーである。

30

【図1】

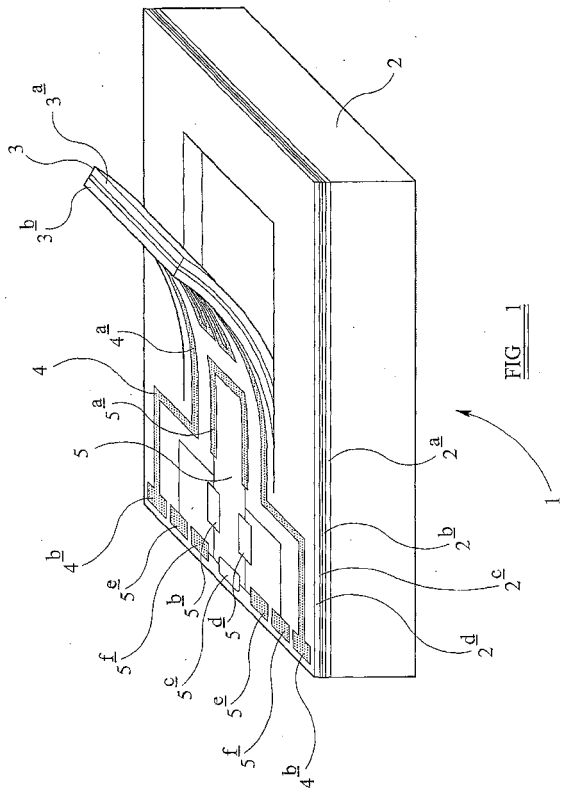


FIG 1

【図2】

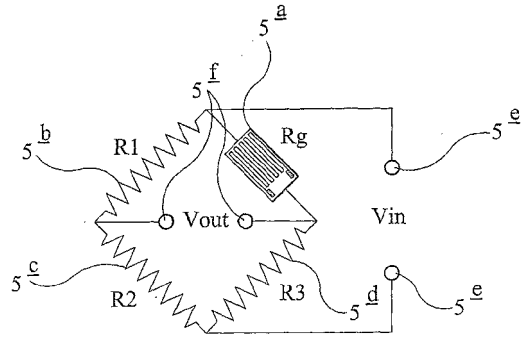


FIG 2

【図3】

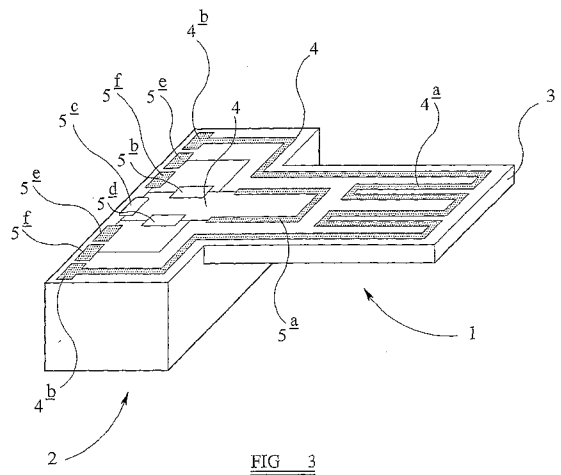


FIG 3

【図4】

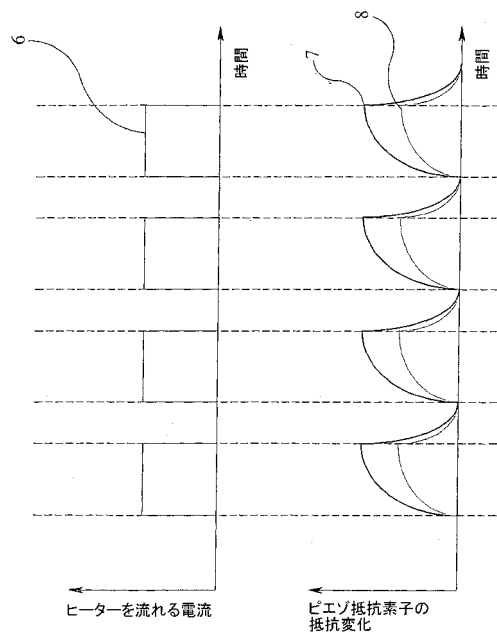
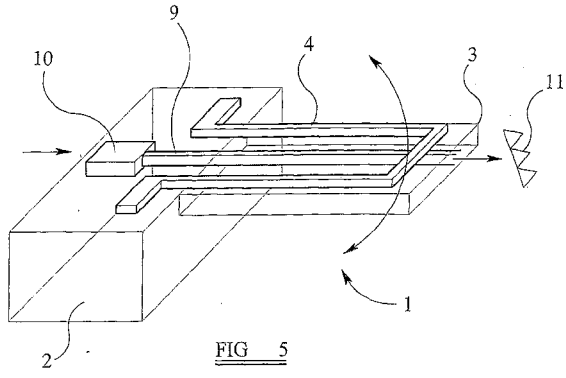
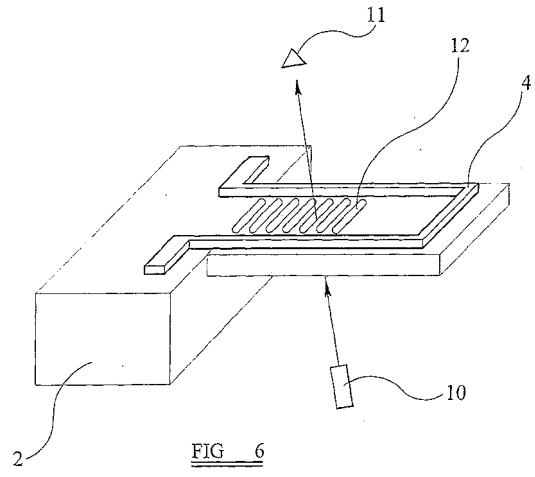


FIG 4

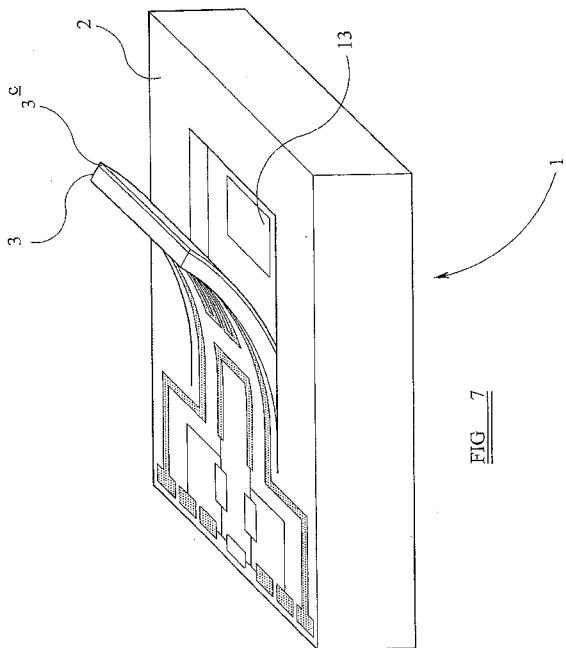
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

- (72)発明者 ジャコブ・ウラジスラフ
イギリス、ダブリューエイ４・４エイディ、ウォーリントン、デアーズベリー、デアーズベリー・
ラボラトリー、カウンシル・フォー・ザ・セントラル・ラボラトリー・オブ・ザ・リサーチ・カウ
ンシルズ
- (72)発明者 ハック・イジャズ
イギリス、ダブリューエイ４・４エイディ、ウォーリントン、デアーズベリー、デアーズベリー・
ラボラトリー、カウンシル・フォー・ザ・セントラル・ラボラトリー・オブ・ザ・リサーチ・カウ
ンシルズ
- (72)発明者 ヴァーノン・ポール
イギリス、ダブリューエイ４・４エイディ、ウォーリントン、デアーズベリー、デアーズベリー・
ラボラトリー、カウンシル・フォー・ザ・セントラル・ラボラトリー・オブ・ザ・リサーチ・カウ
ンシルズ

審査官 高 見 重雄

- (56)参考文献 特表２００２－５４３４０３（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２００３／００６２１９３（ＵＳ，Ａ１）
特表平０８－５０８５７１（ＪＰ，Ａ）
特表２００２－５０６９９３（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－２７１２０７（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－０３７８６１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，DB名)

G 0 1 N 1 1 / 1 6
G 0 1 F 1 / 2 8
G 0 1 K 1 3 / 0 2
G 0 1 P 5 / 0 4