

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02007/136069

発行日 平成21年10月1日(2009.10.1)

(43) 国際公開日 平成19年11月29日(2007.11.29)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード(参考)
GO1F 1/84 (2006.01) GO1F 1/84 2F035

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 17 頁)

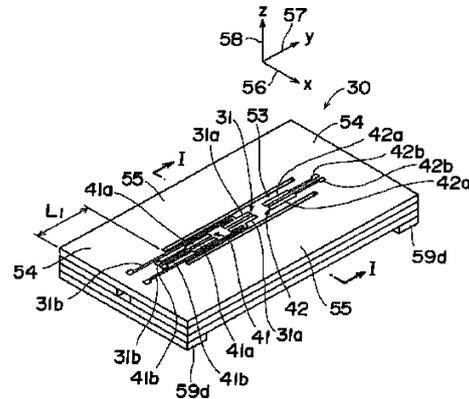
<p>出願番号 特願2008-516705 (P2008-516705)</p> <p>(21) 国際出願番号 PCT/JP2007/060457</p> <p>(22) 国際出願日 平成19年5月22日(2007.5.22)</p> <p>(31) 優先権主張番号 特願2006-168044 (P2006-168044)</p> <p>(32) 優先日 平成18年5月22日(2006.5.22)</p> <p>(33) 優先権主張国 日本国(JP)</p>	<p>(71) 出願人 500222021 大西 一正 新潟県長岡市花園東2丁目121番地35</p> <p>(74) 代理人 100074675 弁理士 柳川 泰男</p> <p>(72) 発明者 大西 一正 新潟県長岡市花園東2丁目121番地35</p> <p>Fターム(参考) 2F035 JA02</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コリオリ流量計

(57) 【要約】

中央領域の外側表面に振動発生手段(31)を備え、そして振動発生手段の前方及び後方に振動発生手段から等しい距離を隔てて一対の振動検知手段(41、42)を備えた管状体(53)、この管状体の両端部のそれぞれを固定する支持台(54、54)、および両支持台を管状体の両外側の各々にて互いに接合する前記管状体に平行に配置された接続部材(55、55)を含むコリオリ流量計であって、管状体、各支持台及び各接続部材のそれぞれが同一の圧電単結晶材料から形成され、そして振動発生手段及び各振動検知手段のそれぞれが一対の電極から構成されていることを特徴とするコリオリ流量計は、小型の流量計としての製造が容易で、そして環境温度の影響を受け難い。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

中央領域の外側表面に振動発生手段を備え、そして振動発生手段の前方及び後方に振動発生手段から等しい距離を隔てて一対の振動検知手段を備えた管状体、管状体の両端部のそれぞれを固定する支持台、および両支持台を管状体の両側の各々にて互いに接合する該管状体に平行に配置された接続部材を含むコリオリ流量計であって、管状体、各支持台及び各接続部材のそれぞれが同一の圧電単結晶材料から形成され、そして振動発生手段及び各振動検知手段のそれぞれが一対の電極から構成されていることを特徴とするコリオリ流量計。

【請求項 2】

管状体の中央領域の前記振動発生手段が付設された側とは逆側の外側表面に、一対の電極から構成された前記とは別の振動発生手段が備えられている請求項 1 に記載のコリオリ流量計。

【請求項 3】

各接続部材が、管状体の質量の 0.3 ~ 3.0 倍の範囲内の質量を持ち、且つその中央領域の外側表面に、一対の電極から構成された前記とは別の振動発生手段を備える請求項 1 に記載のコリオリ流量計。

【請求項 4】

管状体が、互いに同一の圧電単結晶材料から形成された板材を積層して構成されている請求項 1 に記載のコリオリ流量計。

【請求項 5】

各支持台及び各接続部材のそれぞれが、互いに同一の圧電単結晶材料から形成された板材を積層して構成されている請求項 4 に記載のコリオリ流量計。

【請求項 6】

圧電単結晶材料が水晶である請求項 1 に記載のコリオリ流量計。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、微小な流量にて移動する流体の質量流量の測定に有利に用いることができるコリオリ流量計に関する。

【背景技術】**【0002】**

コリオリ流量計は、管状体の内部を移動する流体に振動を付与した際に前記流体に作用するコリオリ力を検出して、このコリオリ力に相関する流体の質量流量を測定する装置である。

【0003】

図 1 は、従来のコリオリ流量計の代表的構成を示す平面図である。図 1 のコリオリ流量計 10 は、中央領域の外側表面に振動発生手段 11 を備え、そして振動発生手段 11 の前方及び後方（図の左右の方向）に振動発生手段 11 から等しい距離を隔てて一対の振動検知手段 12、12 を備えた管状体 13、管状体 13 の両端部のそれぞれを固定する支持台 14、14、および両支持台を管状体 13 の両外側の各々にて互いに接合する管状体 13 に平行に配置された接続部材 15、15 などから構成されている。

【0004】

一般に、前記の管状体 13 は、チタン、ジルコニウム、ステンレススチールあるいはハステロイなどの金属材料から形成される。また、各支持台 14 及び各接続部材 15 の各々は、ステンレススチールなどの金属材料から形成される。一般に、振動発生手段 11 としては、電磁オシレータや圧電素子が用いられ、そして各振動検知手段 12 としては、電磁ピックアップや圧電素子が用いられている。

【0005】

コリオリ流量計 10 において、管状体 13 の内部を移動する測定対象の流体の質量流量

10

20

30

40

50

は、例えば、次のようにして測定される。先ず、振動発生手段 1 1 を駆動して管状体 1 3 をその長さ方向に垂直な方向に振動させることにより、管状体 1 3 の内部を移動する流体にコリオリ力を作用させる。次に、一对の振動検知手段 1 2、1 2 の各々が出力する、前記のコリオリ力の影響を受けて振動する管状体 1 3 の前記振動に対応する交流電圧を検出し、両者の交流電圧の位相差を求める。この位相差は、コリオリ力、すなわち流体の質量流量に相関がある。そして、求められた位相差の値に基づき流体の質量流量が算出される。

【0006】

このように、管状体の内部を移動する流体の質量流量を、一对の振動検知手段の各々が出力する交流電圧の位相差を用いて測定する方法は、例えば、特許文献 1 に記載されている。

10

【0007】

図 2 は、特許文献 2 に記載された従来のコリオリ流量計の構成を示す平面図である。図 2 のコリオリ流量計 2 0 は、中央領域の外側表面に一对の振動発生手段 2 1、2 1 を備え、そして振動発生手段 2 1、2 1 の前方及び後方に振動発生手段から等しい距離を隔てて一对の振動検知手段 2 2、2 2 を備えた管状体（フローチューブ）1 3、管状体 1 3 の両端部のそれぞれを固定する支持台 1 4、1 4、および両支持台を管状体 1 3 の両外側の各々にて互いに接合する管状体 1 3 に平行に配置された管状の接続部材（カウンターチューブ）2 5、2 5 などから構成されている。

20

【0008】

コリオリ流量計 2 0 の各振動発生手段 2 1 としては、マグネット 2 1 a と一对のコイル 2 1 b、2 1 b とからなる電磁オシレータが用いられている。各振動発生手段 2 1 は、管状体 1 3 及び接続部材 2 5 の各々の中央領域を互いに接続するように設置されている。これにより、各振動発生手段 2 1 を駆動すると、管状体 1 3 及び各接続部材 2 5 の両者を互いに逆の位相にて振動させることができる。すなわち、各振動発生手段 2 1 は、管状体 1 3 に付与する振動を発生する手段として、更には各接続部材 2 5 に付与する振動を発生する手段として用いられている。

【0009】

このコリオリ流量計 2 0 は、三脚音叉型振動子の一对を各々の腕部の先端（管状体 1 3 の中央の位置に相当する）にて互いに接合して一体化した振動体と同様の構成を有している。そして、前記のように管状体 1 3 及び各接続部材 2 5（三脚音叉型振動子の各々の腕部に相当する）を互いに逆の位相にて振動させると、三脚音叉型振動子の場合と同様に、管状体 1 3 の振動の各支持台 1 4 への漏れが抑制される。このため、コリオリ流量計 2 0 は、管状体 1 3 の内部を移動する流体に大きなコリオリ力が作用し、このコリオリ力を検知することにより流体の質量流量を高感度にて測定することができる。

30

【特許文献 1】特開平 8 - 8 2 5 4 1 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 1 - 2 8 9 6 8 3 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

前記の図 1 あるいは図 2 に示す従来のコリオリ流量計は、チタン、ジルコニウム、ステンレススチール、あるいはハステロイなどの金属材料から形成された管状体の外側表面に、振動発生手段として用いる電磁オシレータや圧電素子、そして各振動検知手段として用いる電磁ピックアップや圧電素子を取り付ける必要があるため小型化が難しい。また、従来のコリオリ流量計は、金属製の管状体の振動周波数（測定対象の流体に付与する振動の周波数）が環境温度の影響を受けて変動するため、特に微小な流量にて移動する流体の質量流量を高精度で測定することが難しい。

40

【0011】

本発明の課題は、小型の流量計としての製造が容易で、そして環境温度の影響を受け難いコリオリ流量計を提供することにある。

50

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明は、中央領域の外側表面に振動発生手段を備え、そして振動発生手段の前方及び後方に振動発生手段から等しい距離を隔てて一对の振動検知手段を備えた管状体、この管状体の両端部のそれぞれを固定する支持台、および両支持台を管状体の両側の各々にて互いに接合する前記管状体に平行に配置された接続部材を含むコリオリ流量計であって、管状体、各支持台及び各接続部材のそれぞれが同一の圧電単結晶材料から形成され、そして振動発生手段及び各振動検知手段のそれぞれが一对の電極から構成されていることを特徴とするコリオリ流量計にある。

【0013】

本発明のコリオリ流量計の好ましい態様は、次の通りである。

(1) 管状体の中央領域の前記振動発生手段が付設された側とは逆側の外側表面に、一对の電極から構成された前記とは別の振動発生手段が備えられている。

(2) 各接続部材が、管状体の質量の0.3～3.0倍の範囲内の質量を持ち、且つその中央領域の外側表面に、一对の電極から構成された前記とは別の振動発生手段を備える。

(3) 管状体が、互いに同一の圧電単結晶材料から形成された板材を積層して構成されている。

(4) 各支持台及び各接続部材のそれぞれが、互いに同一の圧電単結晶材料から形成された板材を積層して構成されている。

(5) 圧電単結晶材料が水晶である。

【発明の効果】

【0014】

本発明のコリオリ流量計は、その管状体、各支持台及び各接続部材のそれぞれが互いに同一の圧電単結晶材料(特に、水晶)から形成され、前記の管状体の外側表面に各々一对の電極からなる振動発生手段と一对の振動検知手段とが備えられた構成を有しているため、小型の流量計としての製造が容易で、そして環境温度の影響を受け難い。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

本発明のコリオリ流量計を添付の図面を用いて説明する。図3は、本発明のコリオリ流量計の構成例を示す斜視図であり、そして図4は、図3に記入した切断線I-I線に沿って切断したコリオリ流量計30の断面図である。但し、図4には、図3に示す振動発生手段31及び一对の振動検知手段41、42を記入していない。

【0016】

図3及び図4に示すコリオリ流量計30は、中央領域の外側表面に振動発生手段31を備え、そして振動発生手段31の前方及び後方に振動発生手段31から等しい距離を隔てて一对の振動検知手段41、42を備えた管状体53、管状体53の両端部のそれぞれを固定する支持台54、54、および両支持台を管状体53の両側の各々にて互いに接合する管状体53に平行に配置された接続部材55、55などから構成されている。そして、本発明のコリオリ流量計30は、管状体53、各支持台54及び各接続部材55のそれぞれが同一の圧電単結晶材料から形成され、そして振動発生手段31、振動検知手段41、および振動検知手段42のそれぞれが一对の電極から構成されていることに主な特徴がある。

【0017】

本発明のコリオリ流量計の管状体、各支持台及び各接続部材のそれぞれを形成する圧電単結晶材料の例としては、水晶、リチウムナイオベイト(LiNbO₃)及びリチウムタングネート(LiTaO₃)が挙げられる。

【0018】

圧電単結晶材料から形成された圧電体と、その表面に付設された一对の電極とからなる圧電素子は、圧電材料として代表的な圧電セラミック材料を用いる場合と比較して、環境

10

20

30

40

50

温度の影響を受け難い（環境温度が変動した場合であっても安定した周波数にて振動する）。

【0019】

図3及び図4に示すコリオリ流量計30では、圧電単結晶材料として、特に環境温度の影響を受け難い振動子を構成することができる水晶が用いられている。図3に記入した矢印56、矢印57及び矢印58は、それぞれ水晶の結晶軸のX軸（電気軸）、Y軸（機械軸）及びZ軸（光軸）の方向を示している。なお、以下の説明では、圧電単結晶材料として水晶を用いる場合を代表例として、本発明のコリオリ流量計を説明する。

【0020】

振動発生手段31は、一对の電極31a、31aから構成されている。同様に、振動検知手段41は、一对の電極41a、41aから構成され、そして振動検知手段42は、一对の電極42a、42aから構成されている。これらの電極の各々は、例えば、金、インジウム、あるいはアルミニウムなどの金属材料から形成される。

10

【0021】

振動発生手段31の一对の電極31a、31aは、管状体53を形成する水晶のX軸方向に沿って互いに間隔をあけて平行に配置されている。振動検知手段41の一对の電極41a、41a、そして振動検知手段42の一对の電極42a、42aの配置は、それぞれ振動発生手段31の場合と同様である。

【0022】

振動発生手段31の一对の電極31a、31aに交流電圧を付与すると、水晶製の管状体53の上側の壁体のみがY軸方向に伸縮（振動）する。その一方で管状体53は、その両端部の各々を固定している支持台54、54と、そして両支持台を互いに接合する接続部材55、55とから構成される剛性を持つ枠体に支持固定されている。その結果、管状体53は、その両端部を振動の節とし、上下方向（水晶のZ軸と平行な方向）に振動する。この振動が管状体53の内部を移動する流体に付与されることにより、この流体にコリオリ力が作用する。

20

【0023】

すなわち、コリオリ流量計30においては、水晶（圧電単結晶材料）製の管状体53の壁体と、その表面に備えられた振動発生手段31の一对の電極31a、31aとにより構成される圧電素子を用いて、管状体53の内部を移動する流体に振動を付与する。

30

【0024】

そして、前記のコリオリ力の影響を受けながら振動する管状体53に備えられている振動検知手段41の一对の電極41a、41aが出力する交流電圧と、振動検知手段42の一对の電極42a、42aが出力する交流電圧との位相差が求められる。

【0025】

すなわち、コリオリ流量計30においては、水晶（圧電単結晶材料）製の管状体53の壁体と、その表面に備えられた振動検知手段41の一对の電極41a、41aとにより構成される圧電素子、そして管状体53の壁体と、その表面に備えられた振動検知手段42の一对の電極42a、42aとにより構成される圧電素子を用いて、前記の交流電圧の位相差を求める。

40

【0026】

前記のように、求められた位相差は、コリオリ力、すなわち流体の質量流量に相関があるため、この位相差の値に基いて、管状体53の内部を移動する流体の質量流量を算出することができる。

【0027】

このように、本発明のコリオリ流量計30は、従来のコリオリ流量計の場合のように、測定対象の流体に振動を付与する電磁オシレータや圧電素子、そして管状体の振動を検知する電磁ピックアップや圧電素子を管状体の外側表面に付設する必要がないため、小型の流量計としての製造が容易である。

【0028】

50

また、前記の従来のコリオリ流量計では、例えば、電磁オシレータや圧電素子にて発生した振動波の一部分が管状体の外側表面にて反射され、この振動波の持つエネルギーが熱に変換されて損失を生じる。一方、本発明のコリオリ流量計では、電磁オシレータや圧電素子にて発生した振動を付与して管状体を振動させるのではなく、管状体の壁体を直接振動させるため、前記のような振動エネルギーの損失を生じることはない。従って、本発明のコリオリ流量計は、測定対象の流体に大きな振幅を持つ振動が付与され、この流体に大きなコリオリ力を作用させることができるため、流体の質量流量を高感度にて測定することができる。

【0029】

そして、コリオリ流量計30は、前記のように管状体53が水晶（圧電単結晶材料）から形成されており、環境温度が変動した場合であっても流体に安定した振動を付与することができるため、管状体53の内部を移動する流体の質量流量を安定した高い感度にて測定することができる。

【0030】

更に、本発明のコリオリ流量計30においては、管状体53のみならず、各支持台54、そして各接続部材55のそれぞれが、管状体53を形成する圧電単結晶材料と同一の圧電単結晶材料（すなわち、水晶）から形成されている。

【0031】

これにより、コリオリ流量計30においては、例えば、環境温度の上昇により、管状体53、各支持台54、そして各接続部材55が熱膨張した場合であっても、各々の熱膨張係数が互いに同一であるため、管状体53に生じる内部応力が極めて小さい。このため、コリオリ流量計30は、環境温度が変動した場合であっても、極めて安定した高い精度にて流体の質量流量を測定することができる。なお、環境温度の変動により管状体53に大きな内部応力が生じると、一对の振動検知手段41、42の各々が出力する交流電圧が変動するため、流体の質量流量の測定精度が低下する。

【0032】

図5は、図3のコリオリ流量計30の分解斜視図であり、そして図6は、図5に示す圧電単結晶板59cを裏返して配置した状態を示す斜視図である。コリオリ流量計30は、例えば、次の手順により作製することができる。

【0033】

まず、三枚の水晶板59a、59b、59c（互いに同一の圧電単結晶材料から形成された三枚の板材）を用意する。次に、水晶板59a、59cの各々に二本の長孔61、61を、そして水晶板59bに、前記と同様の二本の長孔61、61と、測定対象の流体の流路（図4：53a）を構成する長孔62とを形成する。各水晶板に長孔を形成する方法の代表例としては、エッチング加工方法があげられる。エッチング加工方法は、時計用音叉型振動子を作製する際に広く利用されている公知の加工方法である。

【0034】

次に、水晶板59aの表面に、振動発生手段31を構成する一对の電極31a、31a、振動検知手段41を構成する一对の電極41a、41a、そして振動検知手段42を構成する一对の電極42a、42aを形成する。

【0035】

なお、振動発生手段31の一对の電極31a、31aに交流電圧を付与するために、これらの電極に交流電源を直接接続してもよいが、管状体（図4：53）を安定に振動させるため、通常は、電極31a、31aには、各電極に接続され、例えば、一方の支持台（図3：54）にまで延びる電気配線31b、31bを介して交流電源63が接続される。なお、電気配線31b、31bの各々を形成する材料の例は、電極31a、31aの場合と同様である。

【0036】

電極31a、31a、そして電気配線31b、31bの各々は、例えば、真空蒸着法、あるいはスパッタ法などの公知の薄膜形成方法を用いて形成することができる。各電極3

10

20

30

40

50

1 a 及び各電気配線 3 1 b は、例えば、フォトリソグラフィ、あるいはマスク法などにより所定の形状に設定される。

【0037】

また、図 6 に示すように、水晶板 5 9 c の表面（図 5 に示す水晶板 5 9 c の下面）には、一对の電極 3 2 a、3 2 a から構成された前記とは別の振動発生手段 3 2 が備えられていることが好ましい。図 3、図 5 及び図 6 に示すように、振動発生手段 3 2 は、管状体 5 3 の中央領域の前記振動発生手段 3 1 が付設された側とは逆側の外側表面に配設される。振動発生手段 3 1 の場合と同様に、振動発生手段 3 2 の一对の電極 3 2 a、3 2 a の各々には、電気配線 3 2 b、3 2 b を介して交流電源 6 4 が接続される。

【0038】

振動発生手段 3 2 の一对の電極 3 2 a、3 2 a には、振動発生手段 3 1 の一对の電極 3 1 a、3 1 a に付与する交流電圧の位相とは逆の位相を持つ交流電圧が付与される。これにより管状体（図 4：5 3）の上側の壁体と下側の壁体とが互いに逆の位相にて Y 軸方向に伸縮する。その結果、管状体は、大きな振幅にて上下に振動する。このため、管状体の内部を移動する流体に大きなコリオリ力が作用して、流体の質量流量の測定感度が高くなる。

【0039】

そして、振動発生手段 3 1 と、一对の振動検知手段 4 1、4 2 とが付設された水晶板 5 9 a、水晶板 5 9 b、そして（好ましくは振動発生手段 3 2 が付設された）水晶板 5 9 c を重ね合わせて接合する。

【0040】

水晶板 5 9 a、水晶板 5 9 b、そして水晶板 5 9 c を接合する方法としては、公知の水晶（あるいはガラス）の接着方法を利用することができる。水晶板の接合方法の例としては、接着剤ガラス、水ガラス、あるいは有機接着剤などの接着材料を介して水晶板同士を接合する方法、および水晶板同士を密着して熱接合する方法が挙げらる。

【0041】

最後に、水晶板 5 9 b の両端部の各々（図 5 に二点鎖線で示した部分）を、切断装置（例、ダイサ）を用いて切断することにより、図 3 のコリオリ流量計 3 0 を作製することができる。

【0042】

なお、水晶板 5 9 c の底面には、コリオリ流量計 3 0 を、後に説明するケース（図 8：8 0）の内部に設置する際に用いる一对の板材 5 9 d、5 9 d が備えられていてもよい。各々の板材 5 9 d は、水晶から形成してもよいし、管状体の振動が各支持台（図 3：5 4）を介してケースに漏れないように、シリコンゴムに代表されるゴム材料から形成してもよい。

【0043】

図 3～図 5 に示すように、本発明のコリオリ流量計 3 0 の管状体 5 3 は、互いに同一の圧電単結晶材料から形成された三枚の板材（図 5 の水晶板 5 9 a、5 9 b、5 9 c）を積層して構成されていることが好ましい。これにより、環境温度の変動により管状体 5 3 に発生する内部応力が小さくなり、また測定対象の流体を移動させる管状体 5 3 の流路 5 3 a を簡単に構成できるからである。

【0044】

更に、各支持台 5 4 及び各接続部材 5 5 のそれぞれは、互いに同一の圧電単結晶材料から形成された三枚の板材（図 5 の水晶板 5 9 a、5 9 b、5 9 c）を積層して構成されていることが好ましい。これにより、前記のように環境温度の変動により管状体 5 3 に発生する内部応力が小さくなり、またコリオリ流量計 3 0 を前記のように三枚の板材を積層するという簡単な方法によって作製できるからである。

【0045】

本発明のコリオリ流量計は、管状体、各支持台、そして各接続部材を別々に作製し、これらを互いに接合して構成することもできるが、管状体の幅が極めて細かい場合（例えば、

10

20

30

40

50

図 4 に記入した管状体 5 3 の幅 W_1 が数 mm 程度である場合) には、管状体 (あるいは各支持台や各接続部材) が破損しないように、前記の接合の作業を慎重に行なう必要がある。

【 0 0 4 6 】

前記のように、コリオリ流量計 3 0 を、三枚の板材 (図 5 の水晶板 5 9 a、5 9 b、5 9 c) を積層して作製すると、例えば、管状体 5 3 の幅が極めて細い場合であっても、この管状体 5 3 を単独で取り扱う必要がない。このため、コリオリ流量計 3 0 は、簡単な作業により極めて小型に構成することができる。

【 0 0 4 7 】

図 3 のコリオリ流量計 3 0 は、例えば、その作製に用いる水晶板 (図 5 : 5 9 a) の幅を 1 0 mm に、そして長さを 2 0 mm 程度に、そして管状体の幅 (図 4 : W_1) を 1 . 2 mm に設定し、極めて小さなサイズにて作製することができる。

【 0 0 4 8 】

本発明のコリオリ流量計 3 0 において、各支持台 5 4 の長さ (例えば、図 3 に示す長さ L_1) は、管状体 5 3 の幅 (図 4 : W_1) の 2 ~ 2 0 倍 (特に 2 ~ 1 0 倍) の範囲にあることが好ましい。また、各接続部材 5 5 の幅 (例えば、図 4 に示す幅 W_2) は、管状体 5 3 の幅 (図 4 : W_1) の 2 ~ 2 0 倍 (特に 2 ~ 1 0 倍) の範囲にあることが好ましい。

【 0 0 4 9 】

これにより、各支持台 5 4 あるいは各接続部材 5 5 の質量が、管状体 5 3 の質量に対して十分に大きくなり、管状体 5 3 の振動が各支持台 5 4 を介して外部に漏れ難くなる。すなわち、流体の質量流量を測定する際に管状体 5 3 を振動させた場合であっても、各支持台 5 4 あるいは各接続部材 5 5 が振動し難くなるため、管状体 5 3 の振動の大部分が、その内部を移動する流体に付与され、この流体に大きなコリオリ力を作用させることができる。また、各振動検知手段の一对の電極にて発生する交流電圧に、各支持台 5 4 あるいは各接続部材 5 5 にて生じた振動に基づく電圧ノイズが殆ど含まれなくなる。このため、コリオリ流量計 3 0 の測定感度及び測定精度が高くなる。

【 0 0 5 0 】

前記のように、本発明のコリオリ流量計 3 0 においては、振動検知手段 4 1 の一对の電極 4 1 a、4 1 a に発生する交流電圧と、振動検知手段 4 2 の一对の電極 4 2 a、4 2 a の各々に発生する交流電圧との位相差に基づき測定対象の流体の質量流量が算出される。

【 0 0 5 1 】

測定対象の流体の質量流量は、例えば、振動検知手段 4 1 の一对の電極 4 1 a、4 1 a、そして振動検知手段 4 2 の一对の電極 4 2 a、4 2 a の各々をオシロスコープやシンクロナスコープに接続し、両者の交流電圧の波形を観測して得られる位相差に基づいて算出することができる。

【 0 0 5 2 】

ただし、通常は、図 5 に示すように振動検知手段 4 1 の一对の電極 4 1 a、4 1 a に発生する交流電圧と、振動検知手段 4 2 の一对の電極 4 2 a、4 2 a に発生する交流電圧との位相差を求め、求められた位相差に基づいて流体の質量流量を算出する演算装置 6 5 が用いられる。

【 0 0 5 3 】

前記の振動検知手段 4 1 の一对の電極 4 1 a、4 1 a、そして振動検知手段 4 2 の一对の電極 4 2 a、4 2 a は、例えば、それぞれ電気配線 4 1 b、4 1 b、そして電気配線 4 2 b、4 2 b を介して演算装置 6 5 に接続される。

【 0 0 5 4 】

図 7 は、図 5 に示す演算装置 6 5 のブロック図である。演算装置 6 5 は、振動検知手段 4 1 の一对の電極が出力する交流電圧 V_{41} を増幅する増幅器 7 1、振動検知手段 4 2 の一对の電極が出力する交流電圧 V_{42} を増幅する増幅器 7 2、各々の増幅器が出力する電気信号から両者の交流電圧の位相差を求める位相差検出回路 7 3、そして検出回路 7 3 の出力信号から質量流量を算出し、質量流量を示す電気信号 7 5 を出力する質量流量演算回路 7

10

20

30

40

50

4から構成されている。また、位相差検出回路73が出力する位相差を示す電気信号76は、例えば、振動発生手段(図5:31)に接続された交流電源(図5:63)にて発生する交流電圧の周波数の制御に用いられる。このような演算装置65は公知であり、例えば、前記の特許文献1に開示されている。なお、本発明のコリオリ流量計に接続される演算装置としては、前記の図7に示した演算装置に限らず、コリオリ流量計用の公知の演算装置を用いることができる。

【0055】

図8は、図3のコリオリ流量計30の使用の態様の一例を示す図であり、そして図9は、図8に記入した切断線II-II線に沿って切断したコリオリ流量計30及びケース80の断面図である。

10

【0056】

図8及び図9に示すように、コリオリ流量計30は、例えば、ケース80の内部に収容して使用することが好ましい。ケース80は、本体81、側板82、82、そして蓋83から構成されている。各々の側板82には、コリオリ流量計30の管状体53の流路53aと接続する矩形の孔82aと、この孔82aに接続する円形の孔82bが形成されている。そして各々の側板82の外側表面には、コリオリ流量計30と、測定対象の流体が流れる配管(図示せず)との接続を容易とするため、断面が円形の接続管84が備えられている。

【0057】

ケース80の材料に特に制限はないが、例えば、ステンレススチールに代表される金属材料を用いると、外部環境に存在する電磁波の影響によるコリオリ流量計30の質量流量の測定精度の低下を抑制することができる。

20

【0058】

また、コリオリ流量計30に備えられた各板材59dの長さ L_2 は、各支持台54の長さ L_1 の5~50%(特に10~50%の範囲)にあることが好ましい。これにより、各支持台54と各板材59dとの質量の差が大きくなるため、コリオリ流量計30の管状体53の振動が、各支持台54、そして各板材59dを介してケース80に漏れ難くなる。

【0059】

図10は、本発明のコリオリ流量計の別の構成例を示す斜視図であり、図11は、図10に記入した切断線III-III線に沿って切断したコリオリ流量計100の断面図であり、そして図12は、図10のコリオリ流量計100の分解斜視図である。また、図13は、図12に示す圧電単結晶板109cを裏返して配置した状態を示す斜視図である。

30

【0060】

図10のコリオリ流量計100の構成は、各接続部材105、105が、管状体53の質量に等しい質量を持ち(管状体53と同一のサイズの管状の形状に設定され)、且つその中央領域の外側表面に、一对の電極33a、33aから構成された前記とは別の振動発生手段33が備えられていること、そして各支持台104に、各接続部材105の空洞部105aに接続する透孔104a、104aが形成されていること以外は図3のコリオリ流量計30と同様である。

【0061】

このように、各接続部材105の質量を、管状体53の質量と等しくすることにより、コリオリ流量計100は、前記の特許文献2のコリオリ流量計の場合と同様に三脚音叉型振動子の一对を各々の腕部の先端(管状体53の中央の位置に相当する)にて互いに接合して一体化した振動体と同様の構成に設定される。

40

【0062】

このため、振動発生手段31、33、33に接続している電気配線106、106に交流電源63にて発生した交流電圧を付与すると、管状体53及び各接続部材105(三脚音叉型振動子の各々の腕部に相当する)が互いに逆の位相にて上下に振動し、これにより管状体53の振動の各支持台104への漏れが抑制される。このため、図10のコリオリ流量計100は、管状体53の内部を移動する流体に大きなコリオリ力が作用し、このコ

50

リオリ力を検知することにより流体の質量流量を高感度にて測定することができる。

【0063】

図3のコリオリ流量計30の場合と同様に、図10～図13に示すコリオリ流量計100の管状体53の中央領域の振動発生手段31が付設された側とは逆側の外側表面に、一对の電極32a、32aから構成された前記とは別の振動発生手段32、更には各接続部材105の振動発生手段33が付設された側とは逆側の外側表面に、一对の電極34a、34aから構成された前記とは別の振動発生手段34が備えられていと、管状体53、更には各接続部材105を大きな振幅にて上下に振動させることができるため、コリオリ流量計100の質量流量の測定感度が高くなる。

【0064】

本発明のコリオリ流量計において、管状体の振動の各支持台への漏れを抑制するため、各接続部材は、管状体の質量の0.3～3.0倍（特に0.5～2.0倍）の範囲内の質量を持つことが好ましい。

【0065】

測定対象の流体が既知である場合には、各接続部材は、測定対象の流体で満たされた管状体の質量の0.3～3.0倍（特に0.5～2.0倍）の範囲内の質量を持つことが好ましい。

【0066】

コリオリ流量計100において、測定対象の流体が既知であれば、各接続部材105の空洞部105aに、支持台104の透孔104aの開口部から測定対象の流体と同一の流体を入れて前記開口部に蓋をすることにより、各接続部材105の質量を、測定対象の流体で満たされた管状体53の質量と等しくすることができる。なお、測定対象の流体が気体である場合には、各接続部材105の空洞部105aに測定対象の気体と同一の気体を入れなくとも、各接続部材105の質量は、測定対象の流体（気体）で満たされた管状体53の質量にほぼ等しくなる。

【0067】

なお、各振動発生手段33の一对の電極33a、33aには、交流電源63を用いて、振動発生手段31の一对の電極31a、31aに付与する交流電圧の位相とは逆の位相を持つ交流電圧が付与される。また、振動発生手段32の一对の電極32a、32aには、交流電源64を用いて、振動発生手段31の一对の電極31a、31aに付与する交流電圧の位相とは逆の位相を持つ交流電圧が付与される。そして、各振動発生手段34の一对の電極34a、34aには、交流電源64を用いて、各振動発生手段33の一对の電極33a、33aに付与する交流電圧の位相とは逆の位相を持つ交流電圧が付与される。

【0068】

また、前記のコリオリ流量計100の作製方法は、水晶板109a、109b、109cの形状、そして振動発生手段や振動検知手段の数が異なること以外は図3のコリオリ流量計30の場合と同様であるため、詳しい説明は省略する。

【0069】

本発明のコリオリ流量計は、小型の流量計としての製造が容易で、そして環境温度の影響を受け難い（外部温度が変動しても安定した高い精度にて流体の質量流量を測定できる）。本発明のコリオリ流量計は、例えば、半導体製造設備や医療用ガス供給設備において、微小な流量に制御する必要がある気体（例えば、酸素ガス、窒素ガス、アルゴンガスなど）あるいは液体（例えば、純水、液化ガスなど）の質量流量の測定に有利に用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【0070】

【図1】従来のコリオリ流量計の構成を示す平面図である。

【図2】従来のコリオリ流量計の別の構成例を示す平面図である。

【図3】本発明のコリオリ流量計の構成例を示す斜視図である。

【図4】図3に記入した切断線I-I線に沿って切断したコリオリ流量計30の断面図で

10

20

30

40

50

ある。但し、図 4 には、図 3 に示す振動発生手段 3 1 及び一対の振動検知手段 4 1、4 2 を記入していない。

【図 5】図 3 のコリオリ流量計 3 0 の分解斜視図である。

【図 6】図 5 に示す圧電単結晶板 5 9 c を裏返して配置した状態を示す斜視図である。

【図 7】図 5 に示す演算装置 6 5 のブロック図である。

【図 8】図 3 のコリオリ流量計 3 0 の使用の態様の一例を示す図である。

【図 9】図 8 に記入した切断線 II - II 線に沿って切断したコリオリ流量計 3 0 及びケース 8 0 の断面図である。

【図 10】本発明のコリオリ流量計の別の構成例を示す斜視図である。

【図 11】図 10 に記入した切断線 III - III 線に沿って切断したコリオリ流量計 1 0 0 の断面図である。 10

【図 12】図 10 のコリオリ流量計 1 0 0 の分解斜視図である。

【図 13】図 12 に示す圧電単結晶板 1 0 9 c を裏返して配置した状態を示す斜視図である。

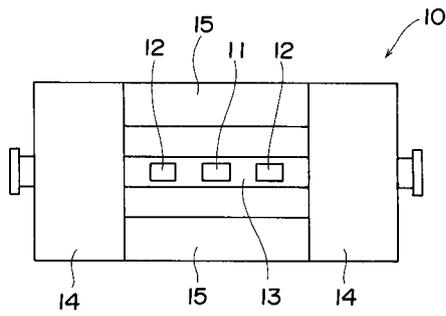
【符号の説明】

【0 0 7 1】

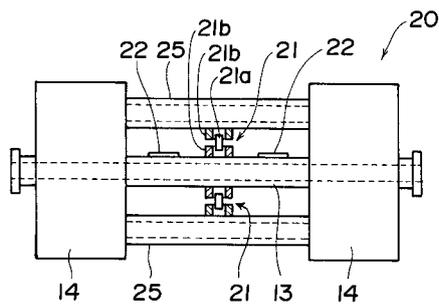
1 0、2 0	コリオリ流量計	
1 1	振動発生手段	
1 2	振動検知手段	
1 3	管状体	20
1 4	支持台	
1 5	接続部材	
2 1	振動発生手段	
2 1 a	マグネット	
2 1 b	コイル	
2 2	振動検知手段	
2 5	接続部材	
3 0	コリオリ流量計	
3 1、3 2、3 3、3 4	振動発生手段	
3 1 a、3 2 a、3 3 a、3 4 a	電極	30
3 1 b、3 2 b	電気配線	
4 1、4 2	振動検知手段	
4 1 a、4 2 a	電極	
4 1 b、4 2 b	電気配線	
5 0	コリオリ流量計	
5 3	管状体	
5 3 a	流路	
5 4	支持台	
5 5	接続部材	
5 6、5 7、5 8	水晶の結晶軸を示す矢印	40
5 9 a、5 9 b、5 9 c	水晶板	
5 9 d	板材	
6 1、6 2	長孔	
6 3、6 4	電源	
6 5	演算装置	
7 1、7 2	増幅器	
7 3	位相差検出回路	
7 4	質量流量演算回路	
7 5	質量流量を示す電気信号	
7 6	位相差を示す電気信号	50

- 8 0 ケース
- 8 1 本体
- 8 2 側板
- 8 3 蓋
- 8 2 a、8 2 b 孔
- 8 4 接続管
- 1 0 0 コリオリ流量計
- 1 0 4 支持台
- 1 0 4 a 透孔
- 1 0 5 接続部材
- 1 0 5 a 空洞部
- 1 0 6 電気配線
- 1 0 9 a、1 0 9 b、1 0 9 c 水晶板

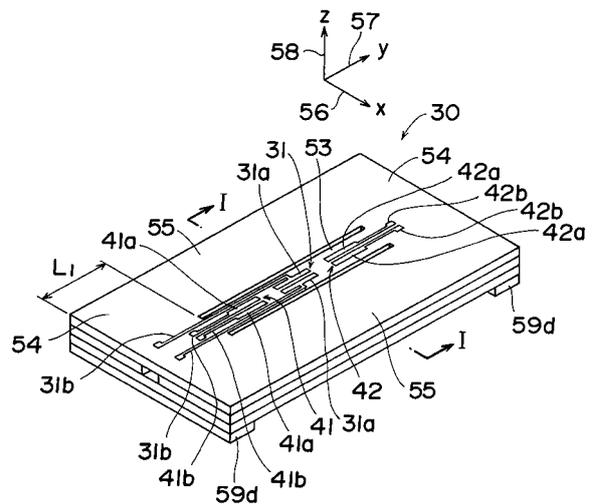
【 図 1 】



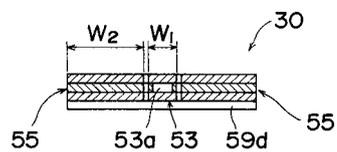
【 図 2 】



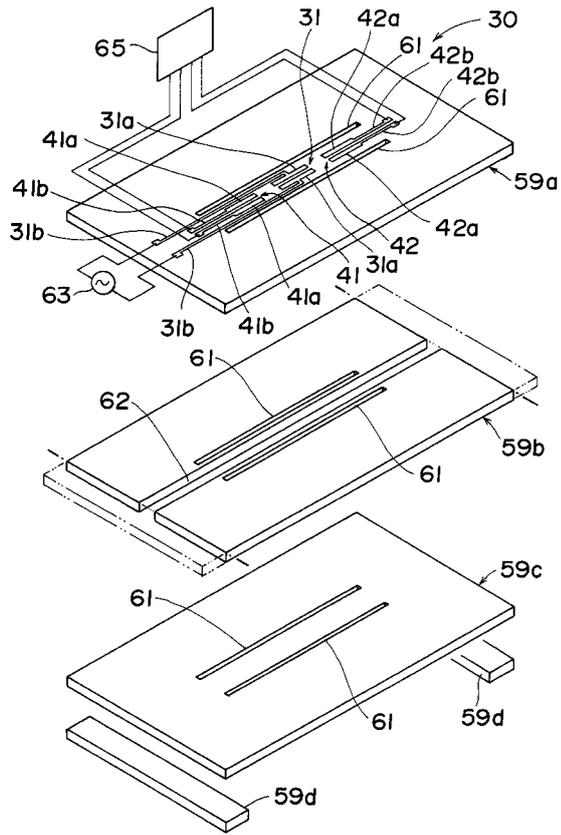
【 図 3 】



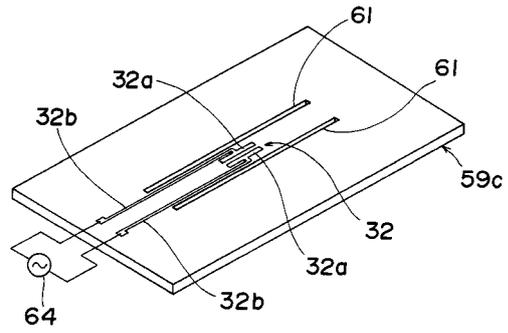
【 図 4 】



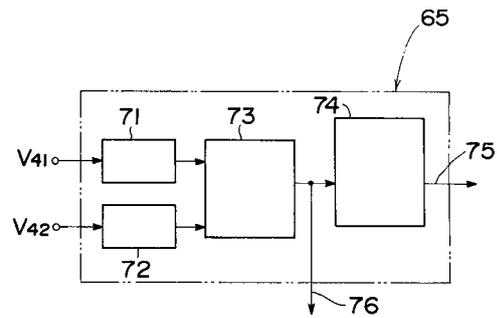
【 図 5 】



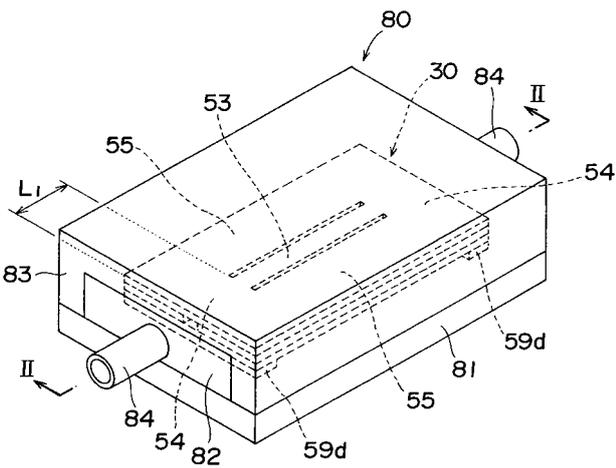
【 図 6 】



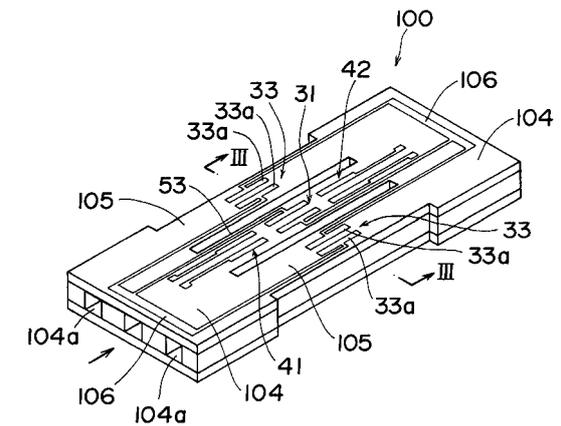
【 図 7 】



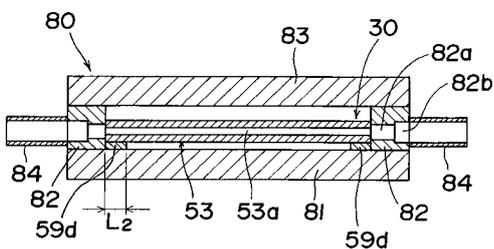
【 図 8 】



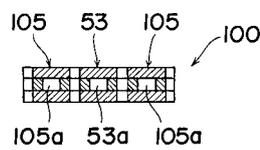
【 図 10 】



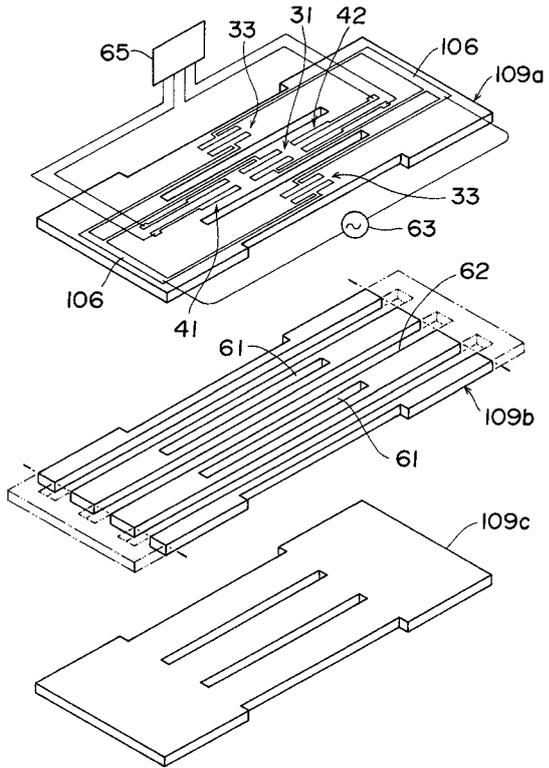
【 図 9 】



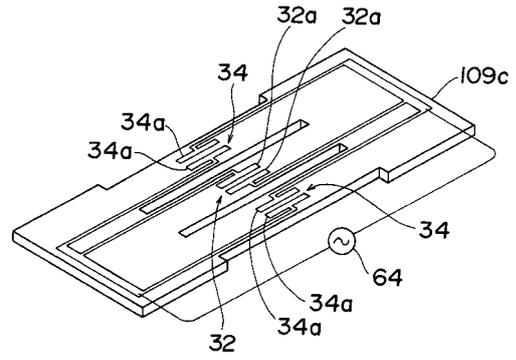
【 図 11 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2007/060457
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01F1/84 (2006.01) i 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) G01F1/84 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2007 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2007 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2007 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 3065357 B2 (Krohne Messtechnik GmbH. & Co. KG.), 17 July, 2000 (17.07.00), Full text; all drawings & WO 97/44640 A1	1-6
A	JP 3251374 B2 (OVAL Corp.), 28 January, 2002 (28.01.02), Full text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2002-350207 A (Kazumasa ONISHI), 04 December, 2002 (04.12.02), Full text; all drawings (Family: none)	1-6
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "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) "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 "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 "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 "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 "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 01 August, 2007 (01.08.07)		Date of mailing of the international search report 14 August, 2007 (14.08.07)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2007/060457									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G01F1/84(2006.01)i											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G01F1/84											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2007年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2007年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2007年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2007年	日本国実用新案登録公報	1996-2007年	日本国登録実用新案公報	1994-2007年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2007年										
日本国実用新案登録公報	1996-2007年										
日本国登録実用新案公報	1994-2007年										
国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号									
A	JP 3065357 B2 (クローネ メステヒニーク ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテル ハフツング ウント コンパニー コマンデイトゲ ゼルシャフト) 2000.07.17, 全文全図&W097/44640 A1	1-6									
A	JP 3251374 B2 (株式会社オーバル) 2002.01.28, 全文全図 (ファミリー無)	1-6									
A	JP 2002-350207 A (大西一正) 2002.12.04, 全文全図 (ファミリー無)	1-6									
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		<input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。									
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献									
国際調査を完了した日 01.08.2007		国際調査報告の発送日 14.08.2007									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 森口 正治 電話番号 03-3581-1101 内線 3216	2F 9403								

様式PCT/ISA/210 (第2ページ) (2005年4月)

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。