

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4828702号
(P4828702)

(45) 発行日 平成23年11月30日(2011.11.30)

(24) 登録日 平成23年9月22日(2011.9.22)

(51) Int.Cl.		F I		
GO 1 F 1/692	(2006.01)	GO 1 F 1/68	1 O 4 Z	
GO 1 F 3/22	(2006.01)	GO 1 F 3/22	Z	
GO 1 F 15/04	(2006.01)	GO 1 F 15/04		
GO 1 F 1/00	(2006.01)	GO 1 F 1/00	S	

請求項の数 8 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2000-602595 (P2000-602595)	(73) 特許権者	510058911
(86) (22) 出願日	平成12年2月24日(2000.2.24)		ヒドロメーター ゲゼルシャフト ミット
(65) 公表番号	特表2002-538451 (P2002-538451A)		ベシュレンクテル ハフツング
(43) 公表日	平成14年11月12日(2002.11.12)		ドイツ連邦共和国 デー91522 アン
(86) 国際出願番号	PCT/CH2000/000101		スバッハ インデュストリーシュトラーセ
(87) 国際公開番号	W02000/052428		1 3
(87) 国際公開日	平成12年9月8日(2000.9.8)	(74) 代理人	100082005
審査請求日	平成18年11月14日(2006.11.14)		弁理士 熊倉 禎男
(31) 優先権主張番号	199 08 664.8	(74) 代理人	100088694
(32) 優先日	平成11年3月1日(1999.3.1)		弁理士 弟子丸 健
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)	(74) 代理人	100103609
			弁理士 井野 砂里
		(74) 代理人	100095898
			弁理士 松下 満

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガスメータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

流体速度計(2)を有するガスの流量を測定するための装置であって、前記流体速度計(2)は、前記流体速度計(2)を貫流または溢流するガスの温度変化の測定によりガス質量流量を測定し、前記流体速度計(2)は、単一チップのCMOS流体速度計(2)であり、電力制御装置、信号調整装置およびA/Dコンバータとともに単一のチップに一体化されている、ガスの流量を測定するための装置において、

前記装置は、CMOS技術に基づいた流体速度計(2)の使用により、エネルギー消費量が少ない、ガスの消費量を測定するための静的ガスメータとして設計され、

a) 前記流体速度計(2)は、ガス管の主管(1)へのバイパス管(11)の中に配置され、前記バイパス管(11)を通るガス質量流量 dM_{Bypass} / dt を測定し、

b) 前記バイパス管(11)は、主管(1)のくびれ(10)を迂回し、バイパス管(11)の圧力低下 p が、主管(1)の容積流量の定義された関数としてあらかじめ決められるように、前記くびれは定義された横断面を有し、定義された長さにわたって延びており、総ガス質量流量 dM / dt は、前記流体速度計(2)の電圧信号 U の関数 $f(U)$ として計算することができ、電圧信号 U はバイパス管(11)を通るガス質量流量 dM_{Bypass} / dt に比例して挙動し、

共通のチップの形で前記流体速度計(2)と一体化されている、流動するガスの密度を測定する少なくとも1つの密度センサ(3)を有し、前記密度センサ(3)が前記流体速度計(2)用の測定値補正手段である、

10

20

ことを特徴とする装置。

【請求項 2】

前記単一チップの CMOS 流体速度計 (2) は、フリップ・チップ技術により、電力制御装置、信号調整装置および A/D コンバータとともに単一のチップに一体化されている、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記単一チップの CMOS 流体速度計 (2) は、サンドイッチ構造のポリシリコン・アルミニウム構造を有する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 4】

ガス質量流量に比例して挙動する電圧信号 U は、前記単一チップの CMOS 流体速度計 (2) によって得られる、請求項 1 に記載の装置。

10

【請求項 5】

前記くびれ (10) は、Oリングくびれ (10) であり、主管 (1) は、管の比較的短い部分が局部的に管の直径よりも狭められており、圧力低下は $p = A_{fc}^{-2} \cdot (\cdot / 2) \cdot v^2$ であり、 A_{fc} は自由流動可能な断面積、 \cdot は無次元波形率、 \cdot はガスの密度である、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 6】

前記くびれ (10) は、毛管狭小部 (10) であり、圧力低下は $p = [L / (A_{fc} \cdot D_h^2)] \cdot (\mu \cdot C_f / 2) \cdot v$ であり、L は狭小部の長さ、 D_h は残りの開口部の直径、 C_f は摩擦係数、 μ はガスの粘度である、請求項 1 に記載の装置。

20

【請求項 7】

複数の前記主管 (1) シケインが、流動方向に相互に間隔をあけて配置され、相互にオフセット関係にある、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 8】

前記流体速度計 (2) は、1つの加熱エレメントと少なくとも2つの温度測定手段とを有し、第1の温度測定手段が流動方向において前記加熱エレメントの上流に、第2の温度測定手段が流動方向において前記加熱エレメントの下流に配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

30

【発明の属する技術分野】

本発明は請求項 1 の前文によるガスメータに関する。

【0002】

【従来の技術】

ガスメータは料金請求のために消費者が使用したガスの総量を確認するためのものである。ガスメータは比較的広い測定範囲をカバーするとともに、圧力および温度変動に対して可能な限り強いものでなければならない。

【0003】

今日、特に家庭用および産業用のガスメータとしては、貫流したガスの容積測定に基づく装置が主として用いられている。この典型的な例としては、U. Wernekinck 著 "Gasmessung und Gasabrechnung"、Vulkan 出版、1996年、20~30頁に記載されているような、恐らく最も多用されているガスメータである、いわゆるペローズガスメータを含めた容積式ガスメータがある。ペローズガスメータは、貫流するガスが順々に交互に満たされたり、再び空にされたりする2つの測定室を使用する。一方の測定室にガスが満たされている間に、もう一方の測定室のガスは排出される。ガスが満たされた回数と空にされた回数とがそれぞれ数えられ、測定室の容積と乗ずることにより、貫流したガスの総量が求められる。しかしながらガスの容積は周囲温度および圧力の変化とともに変動するので、これらの測定には誤差が生じやすい。ガスの温度が高く、その容積が増大する夏には、消費者は同じ熱量のガスに対して冬よりも多くの料金を支払うことになる。従って、現在のペローズガスメータには温度補償用の簡単な機械式または電気式装置が備えられているが、その効果

40

50

は限定的である。

【 0 0 0 4 】

別の種類の補償容積式ガスメータがFurio Cascetta 他著 "The future domestic gas meter: Review of current developments", Measurement 13 (1994年)、129~145頁に記載されている。さらに、この文献には、フィードバック流量計と熱動流量計との組合せからなる家庭用ガスメータが開示されている。フィードバック流量計においては、ガス流の一部が本流に戻される。熱動または圧電センサが、容積ガス流量に比例しているこのフィードバックの周波数を検出する。このフィードバック流量計は帯域幅が狭すぎ、ガス流が弱い場合には不十分なので、熱動流量計と組合せられる。この熱動流量計はシリコン構造からなり、このシリコン構造上の電熱エレメントの両面に2つの温度センサ、一般的にはダイオードが配置されている。シリコン構造をガスが貫流した場合、流動方向における上側の温度センサの温度測定値の方が下側の温度センサの温度測定値よりも低くなる。この温度差はガスの流動速度に比例している。熱動流量計は、上記文献に記載されているように、フィードバック流量計とは違って測定すべきガスの物理および熱特性の影響を受けるので、フィードバック流量計の自己校正のためだけに用いられる。

10

【 0 0 0 5 】

しかしながら、容積測定に基づくガスメータには補償にもかかわらず常に誤差を生じやすく、ガス料金請求が不正確なものになる。その理由は測定コンセプトにある。というのは、ガス消費量は結局のところ貫流容積ではなく、供給ガス量、厳密には、ガスの質量に相当するからである。

20

【 0 0 0 6 】

さらに、W0第99/06800号は流量を測定するガスメータを開示している。流量の測定のために、2つのサーミスタが加熱され、その冷却過程が観察される。

【 0 0 0 7 】

従来の技術は、さらに、ガスメータとしてではなく、工業プラントにおけるプロセスパラメータの調節、制御および最適化のためのガス流量計として用いられる測定装置も開示している。このガス流量計は一般的に流速または質量流量を測定する。

【 0 0 0 8 】

例えば、半導体技術においてプロセス制御に使用されるガス質量流量計が公知である。例えば、S. A. Tison 著 "A critical evaluation of thermal mass flow meters", J. Vac. Sci. Technol. A 14 (4)、1996年7/8月、2582~2591頁は、加熱された管壁とガス流との間の熱伝導を測定する種々の熱動質量流量計を比較している。これらの質量流量計は、同様に W. C. Baker 著、"Mass Flowmeters", Management & Control、1997年9月、221~222頁に記載されている2つの基本的方法により作動する。第1のタイプの方法においては、管セクションが一定の入力電力により加熱され、管セクションの両側の温度が測定される。管セクションをガスが貫流した場合、流動方向における管セクションの上端の方が下端よりも低い温度を示し、しかも、温度差は質量流量に、従って、モル質量流量に線比例している。第2のタイプの方法においては、管は一定の温度に加熱され、そのために必要な入力電力が測定される。この入力電力は管の内部の質量流量に比例している。

30

【 0 0 0 9 】

流速を測定するコンパクトな測定装置が、J. Robadey 他著 "Two dimensional integrated gas flow sensors by CMOS IC Technology", J. Mecromech. Microeng. 5 (1995年)、243~250頁、ならびに、F. Meyer 他著、"Scaling of thermal CMOS gas flow microsensors: experiment and simulation", Proc. IEEE Micro Electro Mechanical Systems、(IEEE、1996年)、116~121頁により開示されている。この測定装置は一体化CMOSセンサからなる流体速度計であり、このCMOSセンサは基本的には2つの交差誘電マイクロブリッジと、2対の相互に直角に配置されたサーモパイルと、サーモパイルの間の中に流動方向に配置された一体化ポリシリコン抵抗の形の加熱装置とからなる。測定すべきガスがセンサの表面上を流動し、加熱装置により暖められる。加熱電力は典型的には1mW未満である。2つのサーモパイルはセンサを溢流または還流するガスの温度または温度差を測定し

40

50

、温度差 T に比例して挙動する電圧信号 U を提供する。速度が遅い場合は、この電圧信号 U はガスの速度に比例する。さらに、このセンサにより流動方向を確認することができる。

F. Meyer 他著、"Single-Chip CMOS Anemometer"、Proc. IEEE、International Electron Devices Meeting、(IEDM、1997年)、895 ~ 898頁においては、上記CMOS流体速度計はフリップ・チップ技術により電力制御装置、信号調整装置およびA/Dコンバータとともに単一のチップに一体化され、風速の測定に利用可能であることが示されている。

【 0 0 1 0 】

【発明が解決しようとする課題】

従って、本発明の課題は、上記要件を満たすとともに、容積測定との比較において測定精度が高いガスメータを提供することにある。

10

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

この課題を解決するのが、請求項 1 の特徴を有するガスメータである。

本発明は、流体の流速を測定するための流体速度計を、質量流量の測定に用いることにより、消費者が使用したガス量を測定するためのガスメータとして用いることができるという認識に基づくものである。つまり、熱が加熱エレメントから流れ過ぎるガス分子に伝わる速度はガスの密度に左右される。単位容積あたりの分子の数が多ければ多いほど、それだけ多くの熱パケットを搬出することができ、その結果として温度差 T が大きくなる。

【 0 0 1 2 】

20

熱輸送の測定のために、加熱エレメントの通過前および通過後のガスの温度が測定される。

【 0 0 1 3 】

それに加えて、CMOS技術に基づく流体速度計の使用により、コンパクトかつ低コストで、測定精度が高いにもかかわらずエネルギー消費量が少ない静的ガスメータを提供することが可能となる。これにより、本線から独立した流体速度計へのエネルギー供給が可能になる。

【 0 0 1 4 】

好ましくは、本発明によるガスメータは、流体速度計として、ガス速度の測定に用いられ、上記各文献、すなわち、J. Robadey 他著 "Two dimensional integrated gas flow sensors by CMOS IC Technology"、J. Mecromech. Microeng. 5 (1995年)、243 ~ 250頁、F. Meyer 他著、"Scaling of thermal CMOS gas flow microsensors: experiment and simulation"、Proc. IEEE Micro Electro Mechanical Systems、(IEEE、1996年)、116 ~ 121頁、ならびに、F. Meyer 他著、"Single-Chip CMOS Anemometer"、Proc. IEEE、International Electron Devices Meeting、(IEDM、1997年)、895 ~ 898頁に開示されている公知のガスセンサを含んでいる。

30

【 0 0 1 5 】

本発明によるガスメータの最も簡単な実施の形態においては、ガス質量流量を測定するためには、1つの流体速度計だけが用いられ、流体速度計はガス管の主管またはバイパス管の中に配置されている。別の実施の形態は複数の流体速度計を有しており、その測定値が平均される。

40

【 0 0 1 6 】

測定精度がより高いさらに別の実施の形態では、ガスメータはさらに流体速度計の測定値の補正を行う少なくとも1つの密度センサを含んでいる。密度センサは第1の実施の形態では主管の中に配置されており、別の実施例では、流体速度計と同一のチップに一体化されている。

その他の有利な実施の形態は従属請求項から明らかになる。

【 0 0 1 7 】

【発明の実施の形態】

図面においては、同じ照合数字は複数の図にわたって同一または対応部分を示している。

50

図1は本発明によるガスメータを備えたガス管を示している。ガス管は、ここには図示していない建物外部のガス本管と連結された主管1からなる。この主管1は、定義された横断面を有するくびれ10を備えている。この種のくびれの例が図2および3に示してあり、以下でさらに詳細に説明する。

【0018】

主管1から、くびれ10へのバイパスを形成するバイパス管11が分岐している。上記各文献、すなわち、J. Robadey 他著 "Two dimensional integrated gas flow sensors by CMOS IC Technology"、J. Mecromech. Microeng. 5 (1995年)、243~250頁、F. Meyer 他著、"Scaling of thermal CMOS gas flow microsensors: experiment and simulation"、Proc. IEEE Micro Electro Mechanical Systems、(IEEE、1996年)、116~121頁、ならびに、F. Meyer 他著、"Single-Chip CMOS Anemometer"、Proc. IEEE、International Electron Devices Meeting、(IEDM、1997年)、895~898頁に記載されているように、このバイパス管11の中には、サンドイッチ構造のポリシリコン・アルミニウム構造を有するCMOS流体速度計2が配置されている。

10

【0019】

測定すべきガスはセンサ2の表面上を流動し、一体化加熱装置により暖められる。流動方向における加熱エレメントの上流および下流に等間隔の地点で、センサ2を溢流または貫流するガスの温度および/または温度差が測定される。この測定は少なくとも2つの温度測定手段、特に熱伝対により行なわれる。この場合、第1の手段は流動方向において加熱エレメントの上流に、第2の手段は加熱エレメントの下流に配置されている。温度差 T に比例して挙動する電圧信号 U が得られる。熱伝導率は単位容積あたりの分子の数に、従って、ガス質量に左右されることになるので、得られた電圧信号 U はバイパス11のガス質量流量 dM_{Bypass} / dt に比例して挙動する。

20

【0020】

主管1は定義された横断面を有するスロート10をバイパス11の領域に備えているので、バイパス11に関する圧力低下も同様に定義されていることになり、その結果、総ガス質量流量を計算することが可能になる。したがって、

$$dM / dt = f(U) = S_1 \cdot dN / dt = S(dM / dt) \cdot U(T)$$

となり、ここで

S は比例係数、 $S = \lambda / (\rho \cdot c_p)$ であり、ガス値は以下のとおり。

30

λ : 熱伝導率

ρ : 密度

c_p : 熱容量

N : 分子の数

ここで、 $S(dM / dt)$ はこの場合経験的に算出可能な校正値である。本発明によるガスメータにより測定されたガス消費量の値は、公知の容積測定法の場合よりも高い精度を示している。最も簡単な実施の形態では、流体速度計はガス消費量を測定するための測定エレメントとして十分な機能を有している。

【0021】

しかしながら、ここに図示した好ましい実施例では、それに加えて、少なくとも1つのガス密度測定用の密度センサ3が備えられている。この密度測定の結果は、本発明によるガスメータにおいては、質量を測定する流体速度計2の測定値補正に利用される。総ガス質量流量の算出の際には、密度に左右され、同様に経験的に決定されるもう1つの要素 S が導入される。これにより

40

$$dM / dt = S(\rho) \cdot S(dM / dt) \cdot U(T)$$

となる。

【0022】

密度センサ3は、図1に示したように、流動方向においてバイパス11の分岐部またはバイパス11との再合流部の下流において、主管1の中に配置することができる。好ましくは、2つの密度センサ3があり、1つはバイパス11の上流に、1つはバイパス11の下

50

流に配置されている。この配置は、残りのガス管から影響を受けることのない密度差値が得られ、この値を流体速度計の測定値補正に利用可能であるという効果を有する。

【 0 0 2 3 】

別の実施例では、図 3 に示したように、密度センサはバイパス管の中にある、これには、流体速度計とともに、密度センサを同じチップに一体化することができるという効果がある。

【 0 0 2 4 】

適当な密度センサ 3 が、特に、EP 第 0 5 8 2 0 4 5 号に記載されたような、2 つの水晶振動子を備えたセンサである。振動子の 1 つはガス流の中に浸漬され、その共振周波数が通過するガスの影響を受ける。水晶の温度従属性を補償するために、この共振周波数は真空中に配置されている基準オシレータの周波数に重畳される。得られる周波数差はガス密度に比例して挙動し、その結果、ガス密度を直接測定することができる。

【 0 0 2 5 】

図 2 は図 1 によるくびれ 1 0 を拡大して示している。このくびれは Oリングくびれと呼ばれるものであり、管の比較的短い部分が局部的に管の直径よりも狭められている。圧力低下は

$$p = A_{fc}^{-2} \cdot \left(\frac{\mu \cdot C_f}{2} \right) \cdot v^2$$

であり、ここで

A_{fc} は自由流動可能な断面積、

μ は無次元波形率、

C_f はガスの密度、

v は容積流量である。

図 3 はくびれ 1 0 の第 2 の実施例、すなわち、公知のような毛管狭小部を示している。

この場合、残りの自由通路は残りの管直径との比較においては比較的狭いが、狭小部は無視できない長さにわたってのびている。この場合、圧力低下は

$$p = \left[L / (A_{fc} \cdot D_h^2) \right] \cdot \left(\mu \cdot C_f / 2 \right) \cdot v^2$$

であり、ここで

L は狭小部の長さ、

D_h は残りの開口部の直径、

C_f は摩擦係数、

μ はガスの粘度である。

【 0 0 2 6 】

例えば、流動方向に相互に間隔をあけて配置され、相互にオフセット関係にあるシケインのような、その他のタイプの狭小部も可能である。

【 0 0 2 7 】

図 4 に示した別の実施例では、流体速度計は主管の中に直接配置されている。ここに示した実施例では、CMOS 流体速度計は管壁と一体化され、管壁と角度を形成している。別の実施例では、流体速度計は管の内側の好ましくは中心軸上に配置されている。バイパスのない実施の形態では、混入した固形物から流体速度計を保護するための手段を管の中に備えるものとする。このタイプの手段は、例えば、流動方向において相互にオフセット状態で配置された集塵格子または部分格子または部分障壁である。バイパスなし実施例では、好ましくは、層流を形成する手段、すなわち、公知のような成層流装置が備えられている。この例としては、内部ハニカム管エレメントまたは細長い管テーパがある。

【 0 0 2 8 】

流体速度計を備えた本発明によるガスメータは、ガスの有効消費量を記録するための精密測定装置となる。

【 0 0 2 9 】

当然のことであるが、上記教示に鑑みて、数多くの修正および変更が可能である。従って、添付請求項の範囲内において、本発明はここに明記した以外の形態で実施することもできると解釈するものとする。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施例による本発明のガスメータを備えたガス管の詳細図。

【図 2】 図 1 の拡大詳細図。

【図 3】 本発明による第 2 の実施例。

【図 4】 本発明による第 3 の実施例。

【符号の説明】

- 1 ガス管
- 10 くびれ
- 11 パイパス管
- 2 流体速度計
- 3 密度センサ

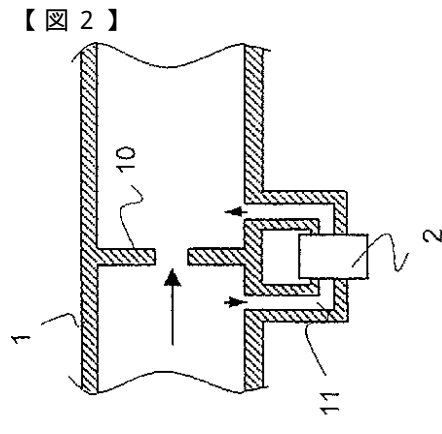
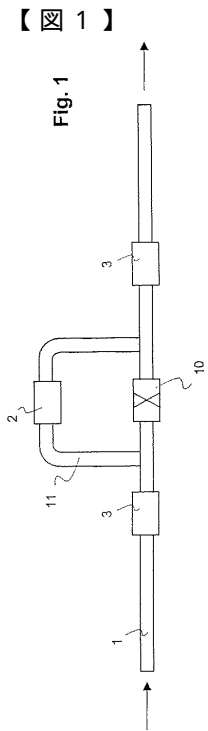


Fig. 2

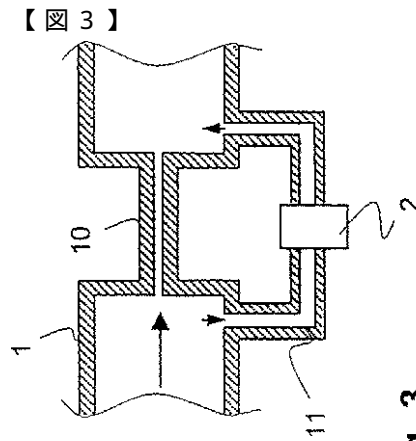


Fig. 3

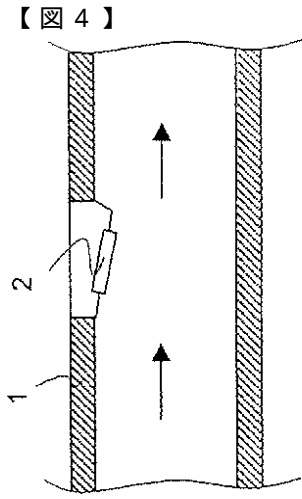


Fig. 4

 フロントページの続き

- (74)代理人 100098475
弁理士 倉澤 伊知郎
- (74)代理人 100147968
弁理士 工藤 由里子
- (72)発明者 ビヤット アントーニ
スイス ツェーハー - 5 3 1 3 クリングナウ リーベフェルスヴェッヒ 3 1
- (72)発明者 マッター ダニール
スイス ツェーハー - 5 2 0 0 ブルググ レブモースヴェッヒ 2 9 アー
- (72)発明者 クライナー トーマス
スイス ツェーハー - 5 4 1 5 リーデン - ヌスパウメン アウシュトラッセ 1 3
- (72)発明者 プレトレ フィリップ
スイス ツェーハー - 5 4 0 5 パーデン - デットヴィル ゾンマーハルデンシュトラッセ 1 4

審査官 岸 智史

- (56)参考文献 特開平 1 0 - 3 0 7 0 4 7 (J P , A)
特開平 0 6 - 1 7 4 5 1 0 (J P , A)
特開平 0 2 - 2 2 2 8 1 5 (J P , A)
特開平 0 8 - 0 0 5 4 2 6 (J P , A)
特開平 0 4 - 2 9 5 7 2 4 (J P , A)
特開平 0 5 - 3 2 2 6 2 4 (J P , A)
特開平 1 1 - 1 1 8 5 6 9 (J P , A)
F. Mayer, A. Haberli, H. Jacobs, G. Ofner, O. Paul, and H. Baltes, Single-Chip CMOS Anemometer, IEDM '97, Technical Digest, 米国, IEEE, 1997年12月10日, 第895-898頁
F. Mayer, G. Salis, J. Funk, O. Paul and H. Baltes, Scaling of thermal CMOS gas flow microsensors: experiment and simulation, MEMS '96, Proceedings, 米国, IEEE, 1996年2月15日, 第116-121頁

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01F 1/68-1/699
G01F 3/22
G01F 15/00
G01F 1/00