

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004年12月9日 (09.12.2004)

PCT

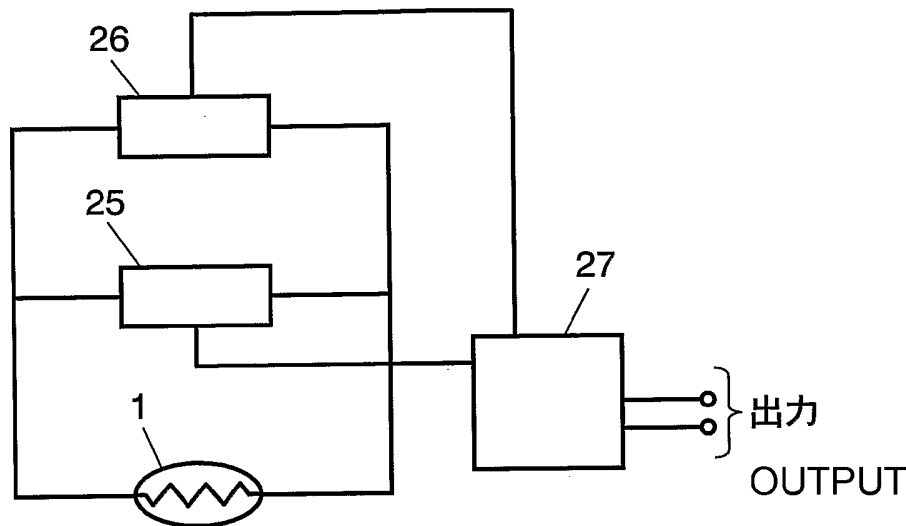
(10) 国際公開番号  
WO 2004/106909 A1

- (51) 国際特許分類: G01N 27/18
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/007030
- (22) 国際出願日: 2004年5月18日 (18.05.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2003-152489 2003年5月29日 (29.05.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 東海林 理人 (SHOJI, Rihito).
- (74) 代理人: 岩橋 文雄, 外(IWAHASHI, Fumio et al.); 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1006番地 松下電器産業株式会社内 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, 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, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,

[続葉有]

(54) Title: GAS SENSOR, FUEL CELL SYSTEM EMPLOYING IT, AND AUTOMOBILE

(54) 発明の名称: ガスセンサとそれを用いた燃料電池システム、自動車



(57) Abstract: A gas sensor in which a heating element is fed with a current of three levels in steps continuously for a specified time. An operating section takes in the voltage across the heating element for each current level after elapsing the specified time and determines the temperature from the voltage across the heating element for the lowest level current. Normalized outputs are also determined by correcting the voltage across the heating element according to a correction formula of temperature and zero point and a correction formula of sensitivity. Humidity is then determined from the difference between the normalized outputs, and the normalized outputs are corrected according to the humidity and a correction formula of humidity. The operating section thus determines the concentration of gas to be detected.

[続葉有]

WO 2004/106909 A1



IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類：  
— 国際調査報告書

---

(57) 要約: ガスセンサにおいて、発熱素子は、少なくとも3段階以上の電流をステップ状に規定時間連続して流される。演算部はそれぞれの電流値に対する発熱素子の規定時間経過後の両端電圧を取り込み、最も電流の少ない時の発熱素子の両端電圧から温度を求める。さらに温度と0点の補正式と感度の補正式とから、発熱素子の両端電圧の値を補正することで規格化出力をそれぞれ求める。この規格化出力の差から湿度を求め、湿度と湿度補正式とで規格化出力を補正する。このようにして演算部は被検出ガスの濃度を求める。

## 明細書

ガスセンサとそれを用いた燃料電池システム、自動車

### 技術分野

- 5 本発明は湿気を含む大気と混合された被検出ガスの濃度や湿度を検出するためのガスセンサとそれを用いた燃料電池システム、さらにそのシステムを用いた自動車に関する。

### 背景技術

- 10 エネルギー、環境問題の解決の切り札として期待されている燃料電池が、近年、盛んに開発されている。特に、固体高分子膜を電解質に用いた燃料電池は動作温度が80℃程度と低く扱いやすいため、現在燃料電池開発の主流をなしている。しかし、このタイプの燃料電池では、水素が燃料として用いられるため、その漏洩に対する安全対策として水素検出用ガスセンサが必要である。

- 従来提案されているガスセンサは、水素の熱伝導率が他のガスに比べ極めて大きいことを利用し、水素の存在による熱伝導率の変化を発熱素子の温度変化として検出する。例えば空気中に水素が存在すると、発熱素子から奪われる熱量が空気のみの時より多くなり、  
20 これにより発熱素子の温度が水素濃度に応じて変化する。従来のガスセンサは、この温度変化を温度検出素子の抵抗値の変化として電気的に検出する。

- このガスセンサには、発熱素子（温度検出素子と兼用）として、白金薄膜抵抗体が用いられている。これは薄膜であるために半導体  
25 微細加工技術（マイクロマシン技術）を応用して製造することが可能であり、極微小な発熱素子を形成できる。このため、ガスセンサの応答が高速化するとともに、低消費電力化できる。このようなガスセンサは、例えば、特開平8-101156号公報に開示されている。

- 30 このようなガスセンサを水素漏洩検知に用いる場合、被検出ガス

である水素中の湿気の存在が問題となる。すなわち、湿気がなければ発熱素子の抵抗値は水素濃度に応じて変化する。しかし、湿気があるとそれによっても抵抗値が変化し、水素による変化なのか湿気による変化なのかあるいは両者が共存して変化したのかを区別することができない。

このため、従来のガスセンサでは、発熱素子に流す電流を変化させる。これにより発熱素子の出力電圧が反応度合いに応じて変化する。そして、各電流を流した時の発熱素子の両端電圧をあらかじめ求めた推定式に代入し、かつ連立させることにより、その推定式の解からガスの量すなわち各ガスの濃度が求められる。

基本的にはこのような解法で複数成分のガス濃度を求めることができる。ここで課題なのは、燃料電池からの漏洩検知のように、80℃近い温度で、水蒸気がほぼ飽和で含有された状態の水素が大気中に漏洩する場合である。各ガス成分の熱伝導率の変化が前述のように1次式で表される、もしくは、1次式とみなせる範囲内でしか検出しない用途であれば、水素濃度と湿度とは、チェビシェフの直交多項式を用いて計算できる。しかし、上記のケースでは、水素に比べ水蒸気が多量にある場合が想定される。このような場合、それらの混合系の熱伝導率は湿度とともに一旦上昇しピークを持って下降する非線形(二次以上の次数を必ず持つ)な特性を示す。従って、単に推定式を連立させて解くだけでは計算が煩雑になるうえ、湿度に対する解が複数個存在し湿度を一義的に決定できない。そのため水素濃度も一義的に決定できない。

## 25 発明の開示

本発明のガスセンサは、湿気を含む大気と混合した被検出ガスに接触する発熱素子と、この発熱素子に電流を流す電源装置と、この発熱素子の両端電圧を測定する電圧計と、を有する。さらにこのガスセンサは、この電圧計の出力電圧から湿度と被検出ガスの濃度とを演算出力する演算部を有する。演算部は、電源装置により発熱素

- 子に少なくとも3段階以上の電流をステップ状に規定時間連続して流す。そしてそれぞれの電流値に対する発熱素子の規定時間経過後の両端電圧を取り込み、最も電流の少ない時の前記発熱素子の両端電圧から温度を求める。その温度と濃度既知の被検出ガスであらか
- 5 じめ求めた0点補正式と感度の補正式とから、上記最小電流以外の発熱素子の両端電圧の値を補正することで規格化出力をそれぞれ求める。この規格化出力の差から湿度を求め、湿度と濃度既知の被検出ガスであらかじめ求めた湿度補正式とで規格化出力を補正することで被検出ガスの濃度を求める。このようにして本発明のガスセン
- 10 サは、湿度と被検出ガスの濃度とを精度よく出力する。

### 図面の簡単な説明

- 図1は本発明の実施の形態におけるガスセンサのガス検出部の分解斜視図である。
- 15 図2は図1のガスセンサにおける発熱素子の概略斜視図である。
- 図3は図2の発熱素子の概略断面図である。
- 図4は図2の発熱素子の拡大断面図である。
- 図5A～図5Eは図2の発熱素子の概略製造プロセスを示す断面図である。
- 20 図6は本発明の実施の形態におけるガスセンサの概略断面図である。
- 図7は本発明の実施の形態におけるガスセンサを定置型燃料電池システムに取り付けた際の概略ブロック図である。
- 図8は本発明の実施の形態におけるガスセンサを用いた燃料電池
- 25 自動車の概略構造を示す断面図である。
- 図9は図6に示すガスセンサの概略回路図である。
- 図10は図2の発熱素子に加える印加電圧の概略波形図である。
- 図11は図2の発熱素子の水素濃度出力特性図である。
- 図12は図2の発熱素子の0点温度特性図である。
- 30 図13は図2の発熱素子の、0点補正後の出力の温度特性図であ

る。

図 1 4 は図 2 の発熱素子が低温発熱時、高温発熱時の補正後の出力差と 80℃における相対湿度との相関図である。

5 図 1 5 は本発明の実施の形態におけるガスセンサにおける、0点補正と感度補正とを行った後の出力と、相対湿度との相関図である。

図 1 6 は図 2 の発熱素子が低温発熱時、高温発熱時の補正後の出力差とオフセットとの相関図である。

図 1 7 は本発明の実施の形態におけるガスセンサの湿度補正後の加湿下での水素濃度出力特性図である。

10 図 1 8 は本発明の実施の形態におけるガスセンサの、水素濃度と湿度とを計算する手順を示すフローチャートである。

### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態を図面に沿って説明する。なお、ここ  
15 では被検出ガスが水素であるとして、説明する。図 1 は本発明の実施の形態におけるガスセンサのガス検出部の分解斜視図である。図 2 は同ガスセンサの発熱素子の概略斜視図である。図 3 は図 2 において一点鎖線で示した部分の概略断面図である。図 4 は、図 3 の点線で示した発熱素子 1 のつづら折れ部分の拡大断面を示す。図 5 A  
20 ~図 5 E は同発熱素子の概略製造プロセス図である。図 6 は同ガスセンサの概略断面図である。

発熱素子 1 はベース 2 上に固定され、湿気を含む大気と混合した被検出ガスに接触する。2本のピン 3 は、ベース 2 を貫通するように設けられ、2本1組の金製ワイヤ 4 の2組がそれぞれピン 3 の一  
25 方の頂面と発熱素子 1 とを接続している。2本1組のワイヤ 4 を用いることにより、万が一ワイヤ 4 のうちの1本が断線してももう1本が接続されているのでガスセンサを使い続けられ信頼性が向上する。ベース 2 には、4ヶ所の内孔 5 を有する内キャン 6 が被せられ、さらにその上から1ヶ所の外孔 7 を有する外キャン 8 が被せられて、  
30 二重のキャン構成を有する。内孔 5 と外孔 7 とはベース 2 に被せる

- 際にずれた位置にあり、互いに対向しない位置になっている。このようにすることで、被検出ガスが直接的に発熱素子 1 に到らず、被検出ガスの流量によるガスセンサ出力への影響が低減される。ベース 2、内キャン 6、外キャン 8 はいずれも抵抗溶接により互いに固
- 5 定されている。なお、内孔 5 と外孔 7 とにはステンレス等、金属製の網 9 が固定されている。網 9 を設けることにより、万一ガスセンサ内で水素のような被検出ガスが燃焼しても網 9 が熱を吸収し網 9 から外に火炎が伝播しない。なお、網 9 は内孔 5 と外孔 7 とのいずれかに設けるだけでもよい。また、内キャン 6、外キャン 8、網 9
- 10 は黒色のクロムメッキにより着色されている。このようにすることで、発熱素子 1 や外部からの輻射熱をキャン 6、8 や網 9 が吸収するため、キャン 6、8 や網 9 での熱の乱反射による発熱素子 1 の発熱温度への影響が低減される。なお、内キャン 6、外キャン 8、網 9 のいずれかを黒色にするだけでもよい。
- 15 発熱素子 1 は、シリコンからなる台座 10 と、台座 10 の上にマイクロマシン加工技術によりつづら折れ状に形成された白金薄膜からなる発熱体 11 とを有する。発熱体 11 の形状に従って台座 10 もつづら折れ状に加工されている。すなわち、つづら折れ部分 30 には発熱体 11 が設けられている。発熱体 11 の両端にはワイヤ 4
- 20 をボンディングするためのランド 12 が設けられている。なお、図 4 に示すように発熱体 11 やランド 12 はシリカからなる絶縁層 14 の上に形成されている。さらに、発熱体 11 の上面にもシリカからなる保護層 15 が形成されている。このように絶縁層 14 と発熱体 11 と保護層 15 とは積層された構造となっている。
- 25 保護層 15 を形成することにより、被検出ガス中に含まれる不純物が発熱素子 1 の表面に直接付着するのが防止され、発熱素子 1 の信頼性が向上する。また、絶縁層 14 や保護層 15 をシリカで構成すれば、シリコンからなる台座 10 と密着がよい。そのため被検出ガス中に含まれる不純物が発熱素子 1 の表面に直接付着するのを防
- 30 ぐことができ、発熱素子 1 の信頼性が向上する。また、発熱体 11

を白金薄膜で構成することにより、発熱素子 1 の配線パターンと発熱体 1 1 とが一体で形成できるため製造プロセスが簡略化される。また、発熱素子 1 がつづら折れ部分 3 0 を有することにより、発熱素子 1 の表面積が大きくなるので、その分ガスセンサの感度が向上する。

つづら折れ部分 3 0 では、図 3 における台座 1 0 の発熱体 1 1 を有する下側の面を窪ませて絶縁層 1 4 の下に窪み部 1 3 が形成されている。これにより、発熱素子 1 の熱容量が低減され、ガスセンサは、高速に応答し、低消費電力になる。特に、窪み部 1 3 を設けた部分であるつづら折れ部分 3 0 の厚みを 3 マイクロメートル以上 10 マイクロメートル以下と薄くすることで、発熱素子 1 の強度を確保しつつ熱容量が極めて小さくなり、温度安定時間がサブ秒オーダーに低減される。また、発熱素子 1 の一部であるつづら折れ部分 3 0 では、貫通部 3 1 が設けられている。これにより、発熱体 1 1 から台座 1 0 への熱移動が低減されるため、素子温度の安定時間が短縮され、発熱素子 1 は繰り返し加熱による再現性に優れる。

このような発熱素子 1 をマイクロマシン加工技術により製造する概略プロセスを、図 5 A ~ 図 5 E を用いて説明する。なお、わかりやすくするためにつづら折れ部分 3 0 における絶縁層 1 4、発熱体 1 1、保護層 1 5、台座 1 0 の厚みは実際よりも誇張して示している。

まず、図 5 A に示すように、台座 1 0 上にスパッタによりシリカの絶縁層 1 4 を全面に形成する。次に、図 5 B に示すように、絶縁層 1 4 の上面に、つづら折れ状に露出したマスクパターンを用いて、白金をスパッタすることにより発熱体 1 1 を形成する。さらに、図 5 C に示すように、発熱体 1 1 に対応する部分のみが露出したマスクパターンを用いてスパッタによりシリカの保護層 1 5 を形成する。これにより発熱体 1 1 の上面だけに保護層 1 5 が形成される。次に、図 5 D に示すように、つづら折れ形状のパターンを用いて発熱体 1 1 の周辺のシリコンをエッチングにより掘り下げる。最後に、図 5

Eに示すように、台座10の裏面すなわち発熱体11を形成しなかつた面からエッチングにより台座10を削り、窪み部13を形成する。窪み部13が先に掘り下げたつづら折れパターンに到ることで、  
5 図2に示すような発熱体11がつづら折れ形状で宙に浮いた発熱素子1が形成される。

このようにして作製した発熱素子1は図1に示したベース2、内キャン6、外キャン8からなるケースに実装されて検出部16が形成される。検出部16は図6に示すようにピン3を検出回路17に挿入しはんだ付けすることにより電氣的、機械的に接続される。容  
10 器18には検出回路17が挿入されるとともに、検出回路17に接続された取出しケーブル19をあらかじめ通した容器フタ20がはめ込まれている。耐湿樹脂21は、容器フタ20に設けられた注入口（図示せず）から検出回路17と容器フタ20の間の空間全体に注入され硬化している。容器18と容器フタ20とは、耐湿樹脂2  
15 1を注入、硬化後にカシメ固定されている。

容器18の底面にはガス取込口22が開けられており、また、側面にはセンサ取り付け用のネジ部23が加工されている。このようにして、ガスセンサ24が完成する。

次に、ガスセンサ24の取り付け例について図7、図8を用いて  
20 説明する。図7は本発明の実施の形態におけるガスセンサを定置型燃料電池システムに取り付けた概略ブロック図である。図8は本発明の実施の形態におけるガスセンサを用いた燃料電池自動車の概略構造を示す断面図である。

まず、定置型燃料電池システムについて固体高分子膜電解質型を  
25 例に図7に沿って説明する。燃料電池54は、水素を燃料として発電する。水素タンク51は、改質型の燃料電池システムの場合には改質器と置き換えられる。水素タンク51内の水素は遮断弁52を  
30 通って水素加湿器53に導入される。ここで、水素は燃料電池内の固体高分子膜が乾燥するのを防ぐために湿気を与えられる。加湿された水素は燃料電池54の水素極側に導入される。一方、燃料電池

5 4には発電に必要な空気もコンプレッサ5 5により空気加湿器5 6で加湿されて空気極側に導入される。これにより燃料電池5 4は発電を行い、太線で示すように制御回路5 7を経て外部に電力を供給する。また、燃料電池5 4からは発電の結果生成した水が空気と  
5 一緒に外部へ排出される。

このような燃料電池システムは全体が筐体5 8内に収納されている。筐体5 8内には、水素タンク5 1の近傍、燃料電池5 4の近傍、燃料電池5 4の空気極側の出口配管の一部などに水素漏洩を検知するためのガスセンサ2 4が配置される。これにより、もしいずれかのガスセンサ2 4が水素漏洩を検知し、出力が既定値を超えれば、  
10 制御回路5 7は遮断弁5 2を閉じて、燃料電池5 4への水素供給を停止する。そして報知部である警報器5 9と、燃料電池5 4や水素の流通路6 1を含む空間6 2を換気する換気扇6 0とを動作させる。ガスセンサ2 4は前述の構成であるので、湿気を含む被検出ガス中  
15 でも水素濃度を精度よく検出できる。そのためガスセンサ2 4を用いた燃料電池システムは、水素漏洩に対する安全性が高い。なお、警報器5 9の代わりに赤ランプ等の表示器で報知部を構成してもよい。

次に、燃料電池自動車について図8を用いて説明する。自動車の  
20 本体1 0 1は、乗車空間1 0 2と、水素タンク収納空間1 0 3と、駆動部収納空間1 0 4と、床下空間1 0 5とがそれぞれ分離された状態で形成されている。空間1 0 3には水素を貯蔵するタンク1 0 6が設けられている。タンク1 0 6は、特に衝突時における水素漏洩に対する安全性を確保するために、外側タンク1 0 7と内側タンク1 0 8からなる二重構造となっており、内側タンク1 0 8内に水素が貯蔵されている。また、駆動部収納空間1 0 4には本体1 0 1  
25 を支持するタイヤ1 1 1を駆動するためのモータ1 0 9が設けられている。床下空間1 0 5には燃料電池5 4が設けられている。

タンク1 0 6から供給された水素を燃料として、床下空間1 0 5  
30 に設けられた燃料電池5 4が発電し、その電力がモータ1 0 9に供

給されてタイヤ 1 1 1 を駆動する。なお、タイヤ 1 1 1 の操舵方向は乗車空間 1 0 2 内からハンドル 1 1 2 により設定される。

このような自動車において、それぞれの空間にはガスセンサ 2 4 が設けられている。具体的には、乗車空間 1 0 2 に設けられたガスセンサ 2 4 は乗車空間 1 0 2 の中で最も上部にあたる天井前部に設けられている。水素タンク収納空間 1 0 3 に設けられたガスセンサ 2 4 はタンク 1 0 6 が二重構造であるため外側タンク 1 0 7 の最上部に設けられている。駆動部格納空間 1 0 4 に設けられたガスセンサ 1 1 3 は駆動部格納空間 1 0 4 の中で最も上部にあたるボンネット後端部に設けられている。床下空間 1 0 5 に設けられたガスセンサ 1 1 3 は床下空間 1 0 4 の最上部に配置されている。さらに、図示していないが図 7 と同様に燃料電池 5 4 の空気極側出口配管の一部にもガスセンサが配置されている。

これらのガスセンサ 2 4 のうちいずれかが水素漏洩を検知すると、図 7 で説明したように制御回路 5 7 が水素供給源を遮断して燃料電池 5 4 への水素供給を停止する。また、報知部である警報器 5 9 が警報を発する。また、換気扇 6 0 が本体 1 0 1 内に設けられた空間を換気する。なお、図 8 では換気扇 6 0 を空間 1 0 4 にのみ設けているが、他の空間にも設けてもよい。

それに加えて、乗車空間 1 0 2 内に設けたガスセンサ 2 4 は湿度も検知し、通常は乗車空間 1 0 2 内が最適な湿度になるように乗車空間 1 0 2 の一部に設けたエアコン 1 1 4 を制御するのに用いられている。ガスセンサ 2 4 によれば、水素漏洩検知だけでなく湿度のデータも得られる。よって、通常はエアコン制御を行い水素漏洩時には換気し水素供給源を遮断するように制御を行うことで、自動車の安全性、快適性が同時に向上する。

なお、水素がいつ漏れるかわからないため、自動車の非使用時においてもガスセンサ 2 4 は常時動作している。そしていずれかのガスセンサ 2 4 が水素漏洩を検知すると自動的に換気扇 6 0 が換気を行い、水素が充満するのを防いでいる。この場合、発熱素子 1 は極

小の形状であることから消費電力が非常に小さい。そのためガスセンサ 24 は、自動車の非使用時でも十分駆動可能であり、そのような状態でも水素漏洩が検知されるのでさらに安全性が向上する。

次に、ガスセンサ 24 の動作について説明する。図 9 は本発明の実施の形態におけるガスセンサの回路構成を説明するための概略回路図である。発熱素子 1 には電源装置として定電流源 25 が接続され、さらに発熱素子 1 の両端電圧を測定する電圧計 26 が定電流源 25 と並列に接続されている。定電流源 25 と電圧計 26 とはさらにマイクロコンピュータを有する演算部 27 に接続されている。演算部 27 は定電流源 25 を制御するとともに、電圧計 26 の出力から所定の演算を行い水素濃度や湿度を出力する。定電流源 25、電圧計 26、演算部 27 は図 6 における検出回路 16 に含まれている。

図 10 はガスセンサ 24 の発熱素子 1 に加える印加電流の概略波形図である。定電流源 25 は、演算部 27 の指示に従って発熱素子 1 に、3 段階にステップ状に規定時間連続して電流を印加する。3 段階以上の電流を印加してもよい。本実施の形態では最初の電流値（第 1 値）が 1 mA、2 回目の電流値（第 2 値）が 7 mA、3 回目の電流値（第 3 値）が 7.5 mA で、それぞれ 0.1 秒ずつ印加するように演算部 27 が制御している。3 回目の電流を流し終わると、演算部 27 は発熱素子 1 への電流をオフにし 1.7 秒待つ。この間に発熱素子 1 が周囲温度まで冷却される。従って、1 サイクル 2 秒の間隔でこれを繰り返して電流が印加される。なお、これらの電流値や時間は本実施の形態の発熱素子 1 で得られた条件の一例であり、これらの数値に何ら限定されるものではない。なお、発熱素子 1 に流す少なくとも 3 段階以上の電流値は、図 10 のように低い電流から高い電流に順次与えるのが好ましい。これにより発熱素子 1 が低温から高温に順次加熱され、急激に加熱することによる熱衝撃に起因した素子 1 の破壊の可能性が低減される。

演算部 27 は上記の電流制御を行いながら、各電流値を切替える直前、すなわち規定時間経過後に電圧計 26 の電圧値を取り込む。

従って、1 サイクル当たり 3 点の電圧を読み込む。ここで、これらの電圧を電流の低い順から T 値（第 1 出力）、L 値（第 2 出力）、H 値（第 3 出力）とする。

5 T 値の得られる条件では発熱素子 1 への電流値が 1 mA と小さいため、T 値はほとんど発熱しない状態での発熱素子 1 の電圧に相当し、T 値の得られる電流値は発熱素子 1 がほとんど発熱しない範囲内である。すなわち、この電流値による発熱素子 1 の温度変化は生じない。この場合、発熱素子 1 は白金測温体に相当するので、その  
10 両端電圧 T 値はほぼ発熱素子 1 の周囲温度のみを表すことになり、ガスの種類による熱伝導の変化は検出していない。すなわちこの条件ではガス感度や湿度感度がほとんどなく素子の周囲温度のみが高精度に検出される。

L 値、H 値は発熱素子 1 が発熱した時の発熱素子 1 の電圧である。この場合、ガスの種類や濃度、周囲温度によって素子 1 から奪  
15 われる熱と、自らの発熱との平衡が取れた状態の温度に応じた電圧が得られる。従って、L 値と H 値とは、周囲温度とガスの種類や濃度というパラメータが合成された電圧となる。なお、発熱素子 1 の発熱温度は流す電流が小さい時の L 値の方が当然 H 値より小さくなる。

20 ここで、代表値として H 値を用いた時の 80 °C における加湿雰囲気下での水素濃度依存性を示す。なお、各水素濃度や湿度条件下で出力される H 値は規格化されている。すなわち、乾燥空気（0 % RH : RH は相対湿度）のみをガスセンサ 2 4 に流した時に出力される H 値を 0 にする。また水素を 1 % 混合した空気をガスセンサに流  
25 した時に出力される H 値を 1 とする。結果を示す図 1 1 は、発熱素子 1 が高温発熱時の加湿下における水素濃度出力特性図である。横軸はガスセンサに流した水素の濃度（%）、縦軸は規格化したセンサ出力（% H<sub>2</sub>）を示す。

30 図 1 1 より、雰囲気中に湿度が含まれるとセンサ出力が、湿度により無視できないほど大きく変わり、水素検出、湿度検出ともに同

レベルの感度を有することがわかる。L 値についても同様である。従って、L 値や H 値単独では水素検出と湿度検出とを区別して検出できない。そこで、本実施の形態によるガスセンサは以下に示す演算を行うことで両者の濃度を出力する。

- 5 一般に気体の熱伝導率は温度依存性を有するため、まず周囲温度に相当する T 値に対する補正を L 値，H 値に対して行う。具体的には、最初に 0 点（乾燥空気だけが存在する場合の出力）の補正を行う。これは乾燥空気をガスセンサ 2 4 に流した状態で温度を変え、各温度における出力 T 値，L 値，H 値から補正式を用いて補正する。
- 10 実際の実出力例を図 1 2 に示す。

図 1 2 は、周囲温度が - 4 0，2 0，5 0，8 0，9 5 ℃の場合に出力される L 値，H 値を縦軸に、周囲温度に相当する T 値を横軸にそれぞれプロットした結果を示している。図より、L 値，H 値とも T 値によって変化し 0 点が温度依存性を持つことがわかる。この

15 結果から、L 値，H 値に対する 0 点補正式を最小二乗法で二次近似して求めると、以下のようなになる。

$$L_0 = 1.2446 \times T^2 + 5.6767 \times T + 1.436 \quad : (1)$$

$$H_0 = 1.5997 \times T^2 + 5.5951 \times T + 1.8743 : (2)$$

すなわち、ある任意の湿度、水素環境下で出力される L 値，H 値

20 のうち、0 点の温度依存による影響分  $L_0$ ， $H_0$  は、周囲温度に相当する T 値を (1)，(2) 式に代入することで得られる。従って、任意環境下の出力 L 値，H 値を 0 点補正した値  $Z_L$ ， $Z_H$  は次式で求められる。このように (1) ~ (4) 式は、周囲温度に相当する T 値から L 値，H 値を補正する 0 点補正式である。

$$25 \quad Z_L = L - L_0 \quad : (3)$$

$$Z_H = H - H_0 \quad : (4)$$

なお、(1)，(2) 式では二次近似を採用し、一次近似に比べ補正誤差が大幅に小さくなっている。

次に、周囲温度による感度補正について説明する。一般に気体の

30 熱伝導率は同じ濃度のガスが存在していても周囲温度に応じて変化

する。すなわち、熱伝導率のガス感度が温度特性を有する。このため、乾燥空気に水素を一定濃度（ここでは1%）混合したガスをガスセンサに流した状態で温度を変え、各温度において出力されるT値、L値、H値から補正式を用いて補正する。ここで、前述のよう  
 5 に温度を変えると0点も変化するので、L値、H値の値は(3)、(4)式によりあらかじめ0点補正した値（ZL、ZH）に対して感度補正を行う。

1%水素を含む乾燥空気に対する出力ZL、ZH（=1%水素感度）の実際の温度依存性を図13に示す。周囲温度は0点補正の時  
 10 と同様に变化させている。また、横軸にはT値（周囲温度に相当）を、縦軸にはZL、ZHをそれぞれプロットしている。図13より、1%水素に対する感度も温度依存性を持つことがわかる。ZL、ZHに対する感度補正式を最小二乗法で二次近似して求めると、以下のようになる。

$$15 \quad ZL1 = 0.0627 \times T^2 + 0.0424 \times T - 0.0472 : (5)$$

$$ZH1 = 0.0996 \times T^2 + 0.0566 \times T - 0.0623 : (6)$$

ここで、ZL1、ZH1は温度による感度補正係数である。これにより、任意環境下の出力ZL、ZHを感度補正して水素濃度に規格化した値KL、KHは次式で求められる。すなわち、(5)~(8)  
 20 式は濃度既知の被検出ガスであらかじめ求めた、発熱素子1の感度補正式である。

$$KL = ZL / ZL1 \quad : (7)$$

$$KH = ZH / ZH1 \quad : (8)$$

(7)、(8)式により、KL（第1規格化出力）、KH（第2規格  
 25 化出力）の単位は水素濃度の%（以下、%H<sub>2</sub>）に規格化される。なお、(5)、(6)式でも二次近似を採用し、0点補正時と同様、一次近似に比べ補正誤差を小さくしている。

次に、湿度出力を求める手法について説明する。(7)、(8)式で  
 30 求められるKL、KHは水素濃度で規格化した出力である。よって、両者の差は任意環境における出力のうち水素濃度の影響を差し引い

た値、すなわち、湿度に相当する。これは、水素が4%程度までの範囲であれば、水素と水蒸気が混合した空気の場合、両者の熱伝導率への影響が単純に和として近似できることに基づく。すなわち、水素濃度が4%以内であれば、水素濃度の出力感度が湿度の出力感度と同レベルである。またこの水素濃度は爆発限界以下である。水素濃度をこのような範囲に限定することで補正計算による精度が向上し、安全な濃度範囲内で水素漏洩が検知される。さらに、水素感度と湿度感度とは異なることから、水素濃度に対する感度が等しくなるように計算された規格化出力  $K_L$ 、 $K_H$  の差は水素感度のみを差し引くことになり、残った値は湿度を示す。実際に両者の差を求めて湿度との相関をプロットした結果を図14に示す。横軸は  $K_L$  と  $K_H$  との差  $Hum (= K_H - K_L)$  を、縦軸は80℃での相対湿度  $RH$  をそれぞれ示す。図14より、 $Hum$  に対する  $RH$  の相関は従来の技術のようにピークを持つ非線形特性ではなく、一義的に湿度を決定できる略線形特性であることがわかる。

この相関を最小二乗法で二次近似した計算式を式(9)に示す。

$$RH = 243.65 \times Hum^2 + 132.57 \times Hum + 0.1011 \quad : (9)$$

従って、規格化出力差  $Hum$  を(9)式に代入すれば、湿度  $RH$  が求められる。なお、本実施の形態では湿度を80℃での相対湿度の単位で求めている。周囲温度に相当する  $T$  値が変わった場合、 $T$  値に応じて  $RH$  を、既知公式などを用いて絶対湿度に変換したり、 $T$  値における相対湿度に換算したりすることで、任意の温度下での湿度が求められる。

ここで、 $Hum$  の湿度に対する特性がピークを持つ非線形特性にならない理由について図15を用いて説明する。図15は水素を含まない湿り空気における湿度  $RH$  に対する  $K_L$ 、 $K_H$ 、 $Hum$  の相関図であり、横軸は湿度を、左縦軸は  $K_L$ 、 $K_H$  を、右縦軸は  $Hum$  をそれぞれ示す。図15より、規格化出力  $K_L$ 、 $K_H$  の湿度に対する特性はいずれもピークを持つ非線形特性であることがわかる。こ

これは湿り空気の持つ熱伝導特性を直接表していることによる。従って、湿度に対する  $K_L$ ,  $K_H$  の近似式は必ず二次以上の方程式で表さなければならない。このため従来の技術のようにこの近似式（推定式）を用いて連立方程式を解くと解が複数存在することになり、

5 一義的に湿度をひいては水素濃度を決定できない。

しかし、湿り空気のような混合ガスの熱伝導率を *Sutherland-Wassiljewa* 型理論式から計算すると、たとえ同濃度の混合ガスでも温度が変わると熱伝導率が変化する。これは式中の結合係数や構成ガスの純成分の熱伝導率が温度特性を持つため

10 である。従って、発熱素子の発熱温度が異なると、同湿度下であっても湿度感度が互いに異なる。これは図 15 で  $K_L$  のプロットと  $K_H$  のプロットとが異なることから裏付けられる。この点に着目し、異なる発熱温度における発熱素子の出力（ここでは  $K_L$ ,  $K_H$  に相当）の差を上記理論式から計算すると、ガスセンサの使用湿度範囲

15 では略線形特性になる。実際に  $K_L$  と  $K_H$  の差（= $Hum$ ）を求めた結果は図 15 に示されている。図 15 より、湿度  $RH$  に対する  $Hum$  は略線形特性を示し、これも理論計算を裏付けている。これらのことから、従来の技術では湿度を一義的に決定できないのに対し、本発明の演算手法により（9）式を用いれば湿度は一義的に決定され

20 る。

次に、水素濃度を求める手法について説明する。図 11 より湿度に応じたオフセットを差し引けば湿度補正を行えることがわかる。従って、湿度とオフセットとの相関を求めれば湿度補正が可能となる。図 14 より、 $Hum$  と湿度とが線形関係を表すことがわかるので、 $Hum$  とオフセット  $Off$  との相関を求めた結果を図 16 に示す。横軸は  $Hum$  を、縦軸は図 11 から求めた  $Off$  をそれぞれ示す。図 16 より  $Hum$  から差し引くべきオフセット量  $Off$  を一義的に決定できることがわかる。両者の相関を最小二乗法で三次近似した計算式を次式に示す。すなわち、（10）、（11）式は濃度既知

25

30 の被検出ガスであらかじめ求めた湿度補正式である。

$$\begin{aligned} O f f = & 11.247 \times Hum^3 - 27.502 \times Hum^2 \\ & + 17.242 \times Hum - 0.0351 \quad : (10) \end{aligned}$$

従って、湿度補正後の水素出力  $O u t$  は次式より得られる。

$$O u t = K H - O f f \quad : (11)$$

- 5 (10) 式では三次近似を採用し、低次の近似に比べ補正誤差を小さくしている。

以上の補正手法を用いて、実際に図 11 の出力を湿度補正した結果を図 17 に示す。横軸は非検出ガス中の水素濃度、縦軸は水素出力  $O u t$  である。図 17 より明らかなように、図 11 と比べ湿度補  
10 正が極めて良好になされていることがわかる。

また、(11) 式までに示した計算はいずれも簡単な四則演算である。このため、従来の技術のように連立方程式を二次以上の次数で計算するのに比べ複数の解が存在することなく正確に、さらに計算  
15 速度が極めて速く、応答性のよいガスセンサが実現できる。従って、湿度が影響する系のような場合には本実施の形態の計算方法が極めて有利である。

以上の計算手法は演算部 27 にプログラムされている。演算部 27 は、ガスセンサ動作時に得られる発熱素子 1 の出力 T 値、L 値、H 値が入力されると、上記 (1) 式から (11) 式の計算を行い水  
20 素濃度、湿度を出力する。この計算手順サブルーチンを図 18 のフローチャートに示す。

まず、発熱素子に最初の電流（ここでは 1 mA）を流す（S1）。次に規定時間（0.1 秒）待ち（S2）、規定時間経過後の発熱素子 1 の両端電圧 T 値を読み込む（S3）。次に発熱素子 1 に 2 回目の電  
25 流（ここでは 7 mA）を流し（S4）、規定時間（0.1 秒）待ち（S5）、発熱素子 1 の両端電圧 L 値を読み込む（S6）。同様に、発熱素子 1 に 3 回目の電流（ここでは 7.5 mA）を流し（S7）、規定時間（0.1 秒）待ち（S8）、発熱素子 1 の両端電圧 H 値を読み込む（S9）。次に、(1) 式から (4) 式を用いて温度による 0 点補  
30 正計算を行い（S10）、その結果を用いて (5) 式から (8) 式に

より温度による感度補正計算を行う (S 1 1)。次に、(9) 式より湿度計算を行い (S 1 2)、(10)、(11) 式より湿度補正による水素濃度を計算する (S 1 3)。最後に水素濃度と湿度を出力する (S 1 4)。以上の動作を1サイクルとして繰り返し、水素濃度と湿度を  
5 出力し続ける。このように検知を繰り返すことにより、水素濃度と湿度との経時的にモニターされる。

なお、本実施の形態では水素濃度と湿度のみを出力しているが、必要に応じてT値の値から周囲温度を出力するようにしてもよい。また本実施の形態では水蒸気と水素とが共存する場合について説明  
10 しているが、水素以外の他のガスとの組み合わせにおいても同様にしてそのガスの濃度を出力することができる。

### 産業上の利用可能性

以上のように本発明のガスセンサは、湿気を含む大気と混合した  
15 被検出ガスに接触する発熱素子と、この発熱素子に電流を流す電源装置と、この発熱素子の両端電圧を測定する電圧計と、を有する。さらにこのガスセンサは、この電圧計の出力電圧から湿度と被検出ガスの濃度とを演算出力する演算部を有する。演算部は、電源装置により発熱素子に少なくとも3段階以上の電流をステップ状に規定  
20 時間連続して流す。そしてそれぞれの電流値に対する発熱素子の規定時間経過後の両端電圧を取り込み、最も電流の少ない時の発熱素子の両端電圧から温度を求める。その温度と濃度既知の被検出ガスであらかじめ求めた0点補正式と感度の補正式とから上記最小電流以外の電流を流した時の発熱素子の両端電圧の値を補正することで  
25 規格化出力をそれぞれ求める。この規格化出力の差から湿度を求め、湿度と濃度既知の被検出ガスであらかじめ求めた湿度補正式とで規格化出力を補正することで被検出ガスの濃度を求める。このようにしてガスセンサは、湿度と被検出ガスの濃度とを出力する。このため、湿気があっても被検出ガス濃度と湿度とをそれぞれ区別して、  
30 精度よく検出することができるガスセンサが得られる。このガスセ

ンサにより水素濃度を検出すれば、燃料電池システムや燃料電池を搭載した自動車に用いて好適である。

## 請求の範囲

1. 湿気を含む大気と混合した被検出ガスに接触する発熱素子と、  
前記発熱素子に電流を流す電源装置と、  
5 前記発熱素子の両端電圧を測定する電圧計と、  
前記湿度と前記被検出ガスの濃度とを演算出力する演算部と、  
を備え、  
前記演算部は、  
A)前記電源装置を制御し、前記発熱素子に少なくとも第1値と、  
10 前記第1値より大きい第2値、第3値の電流を順次、ステップ状に  
規定時間連続して印加し、  
B)前記第1値、前記第2値、前記第3値に対する、前記発熱素  
子の規定時間経過後の両端電圧である第1出力、第2出力、第3出  
力を前記電圧計からそれぞれ取り込み、  
15 C)前記第1出力から周囲温度を求め、  
D)求められた周囲温度と、乾燥空気だけが存在する場合に前記  
電圧計が出力する0点出力とにより前記第2出力と前記第3出力と  
を補正する補正式と、濃度既知の被検出ガスであらかじめ求めた、  
前記発熱素子の感度の補正式とから、前記第2出力と前記第3出力  
20 とを補正して、前記第2値に対する第1規格化出力と、前記第3値  
に対する第2規格化出力とをそれぞれ求め、  
E)前記第1規格化出力と前記第2規格化出力との差から前記  
湿度を求め、  
F)求められた湿度と、濃度既知の被検出ガスであらかじめ求め  
25 た湿度補正式とで前記第1規格化出力と前記第2規格化出力とを補  
正することで前記被検出ガスの濃度を求める、  
ガスセンサ。
2. 前記演算部は前記A～前記Fの工程を繰り返す、  
30 請求項1記載のガスセンサ。

3. 前記被検出ガスが濃度4%までの水素である、  
請求項1記載のガスセンサ。
- 5 4. 前記第1値は前記発熱素子がほとんど発熱しない範囲内である、  
請求項1記載のガスセンサ。
5. 前記第3値は前記第2値よりも大きく、前記第1値、前記第  
10 2値、前記第3値の順に順次、前記発熱素子に印加される、  
請求項1記載のガスセンサ。
6. 前記発熱素子は、  
シリコンからなる台座と、  
15 前記台座上に形成された絶縁層と、  
前記絶縁層上に形成された発熱体と、を有し、  
前記台座の前記発熱体を有する前記絶縁層の下に窪み  
部を設けた、  
請求項1に記載のガスセンサ。
- 20 7. 前記発熱素子の、前記窪み部を設けた部分の厚みが3マイクロ  
メートル以上10マイクロメートル以下である、  
請求項6記載のガスセンサ。
- 25 8. 前記絶縁層がシリカからなる、  
請求項6記載のガスセンサ。
9. 前記発熱素子は、前記発熱体上に形成された保護層をさらに  
有する、  
30 請求項6記載のガスセンサ。

10. 前記保護層がシリカからなる、  
請求項9記載のガスセンサ。

5 11. 前記発熱素子は、前記発熱体と前記台座との間に貫通部を設けた、  
請求項6記載のガスセンサ。

12. 前記発熱素子は、少なくとも前記発熱体を設けたつづら折れ  
10 部分を有する、  
請求項6に記載のガスセンサ。

13. 前記発熱素子は白金薄膜を有する、  
請求項1記載のガスセンサ。

15

14. 前記発熱素子の外側に配置され、第1孔を設けた第1キャン  
と、

前記第1有孔キャンの外側に配置され、第2孔を設けた第2  
有孔キャンと、をさらに備え、前記第1孔の位置と前記第2孔の位  
20 置とが互いにずれている、  
請求項1記載のガスセンサ。

15. 前記第1キャン、前記第2キャンの少なくともいずれかが黒  
色である、  
25 請求項14に記載のガスセンサ。

16. 前記第1孔を覆う金属製の第1網と、前記第2孔を覆う金属  
製の第2網と、と少なくともいずれかをさらに有する、  
請求項14記載のガスセンサ。

30

17. 前記第1網と前記第2網の少なくともいずれかが黒色である、  
請求項16に記載のガスセンサ。
18. 水素濃度を出力する請求項1記載のガスセンサと、  
5 水素を燃料として発電する燃料電池と、  
前記ガスセンサの水素に対する出力が既定値を超えた時、前  
記燃料電池への水素供給を停止するように制御する制御回路と、を  
備えた、  
燃料電池システム。
- 10
19. 前記燃料電池へ水素を供給する流通路と、  
前記流通路を含む空間を換気する換気部と、をさらに備え、  
前記制御回路は、前記ガスセンサの水素に対する出力が既定  
値を超えた時、前記換気部を制御して前記空間を換気する、  
15 請求項18記載の燃料電池システム。
20. 乗車空間を形成する本体と、  
前記本体を支持するタイヤと、  
前記タイヤを駆動するモータと、  
20 水素を燃料として発電し前記モータに電力を供給する燃料電  
池と、  
前記乗車空間の上部に配置されて水素濃度を出力する請求項  
1記載のガスセンサと、  
前記ガスセンサの水素に対する出力が既定値を超えた時、前  
25 記燃料電池への水素供給を停止するように制御する制御回路と、を  
備えた、  
自動車。
21. 前記ガスセンサの水素に対する出力が既定値を超えた時、前  
30 記制御回路の制御により前記本体内に設けられた空間を換気する換

気部と、をさらに備えた、

請求項 20 記載の自動車。

22. 前記ガスセンサの水素に対する出力が既定値を超えた時、前  
5 記制御回路の制御により警報を発する報知部と、をさらに備えた、  
請求項 20 記載の自動車。

23. 前記乗車空間の湿度を調整するエアコンと、をさらに  
備え、

10 前記制御回路は前記ガスセンサの湿度出力をもとに前記乗車  
空間が最適な湿度になるように前記エアコンを制御する、  
請求項 20 記載の自動車。

24. 前記ガスセンサが常時水素濃度と湿度とを出力する、  
15 請求項 20 記載の自動車。

25. 湿気を含む大気と混合した被検出ガスに接触する発熱素子を用いて前記湿度と前記被検出ガスの濃度とを求める方法であって、  
A)前記発熱素子に少なくとも第 1 値と、前記第 1 値より大きい  
20 第 2 値、第 3 値の電流を順次、ステップ状に規定時間連続して流す  
ステップと、

B)前記第 1 値、前記第 2 値、前記第 3 値に対する、前記発熱素子の規定時間経過後の両端電圧である第 1 出力、第 2 出力、第 3 出力をそれぞれ取り込むステップと、

25 C)前記第 1 出力から周囲温度を求めるステップと、

D)求められた周囲温度と、乾燥空気だけが存在する場合に前記電圧計が出力する 0 点出力により前記第 2 出力と前記第 3 出力とを補正する補正式と、濃度既知の被検出ガスであらかじめ求めた、前記発熱素子の感度の補正式とから、前記第 2 出力と前記第 3 出力と  
30 を補正して、前記第 2 値に対する第 1 規格化出力と、前記第 3 値に

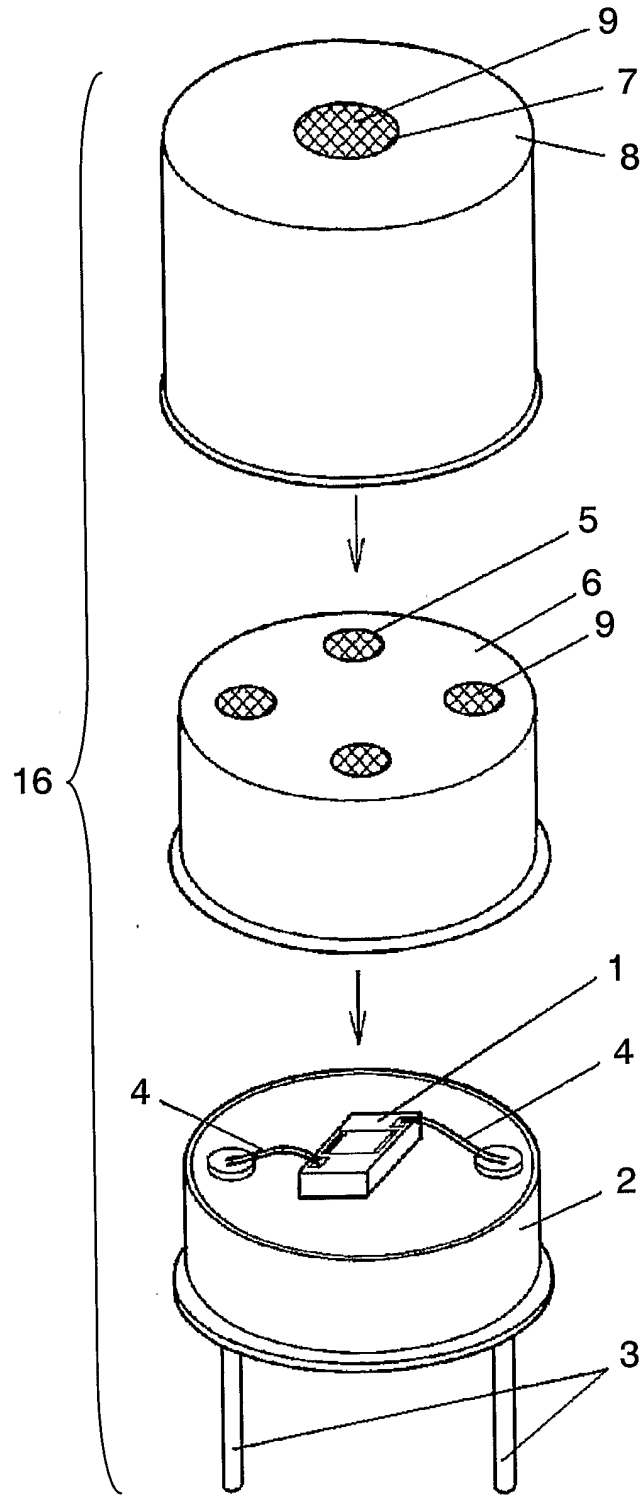
対する第 2 規格化出力とをそれぞれ求めるステップと、

E)前記第 1 規格化出力と前記第 2 規格化出力との差から前記湿度を求めるステップと、

F)求められた湿度と、濃度既知の被検出ガスであらかじめ求めた湿度補正式とで前記第 1 規格化出力と前記第 2 規格化出力とを補正することで前記被検出ガスの濃度を求めるステップと、を備える。

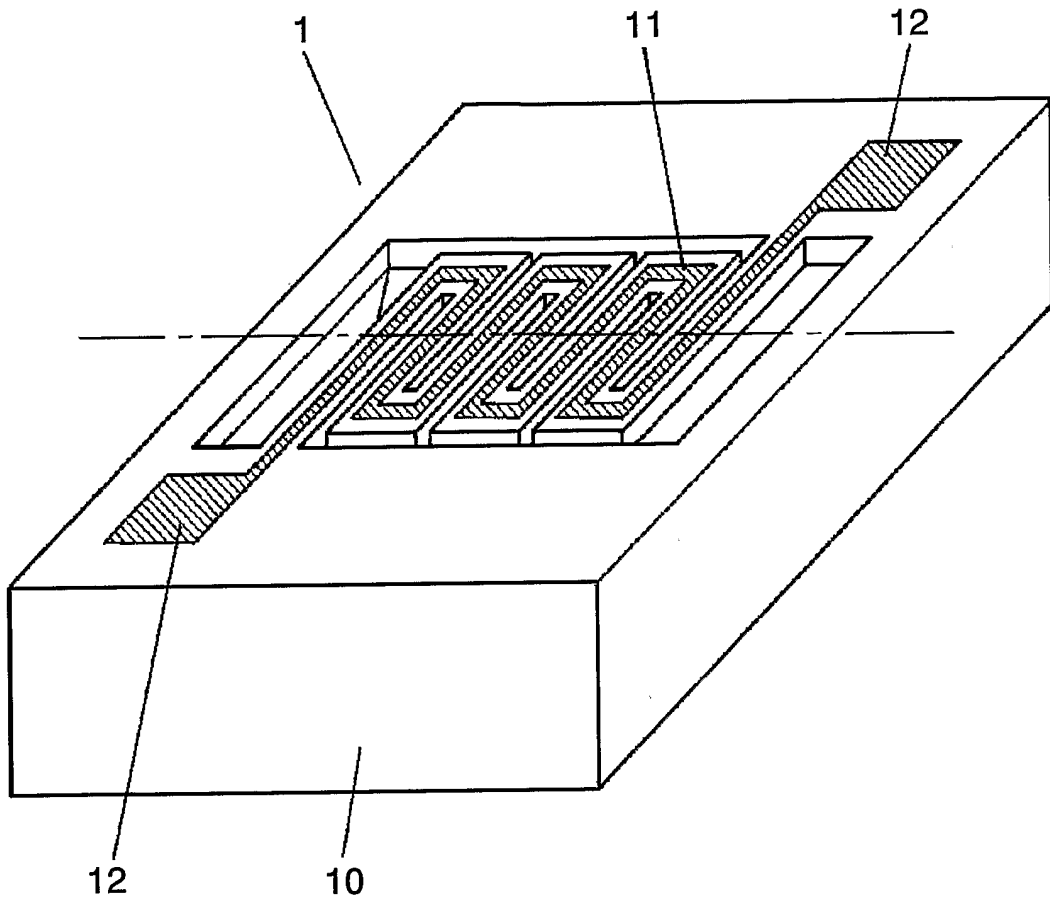
1/14

FIG. 1



2/14

FIG. 2



3/14  
FIG. 3

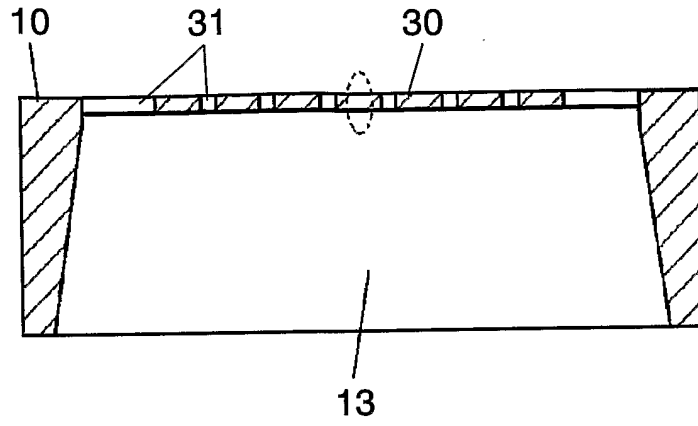
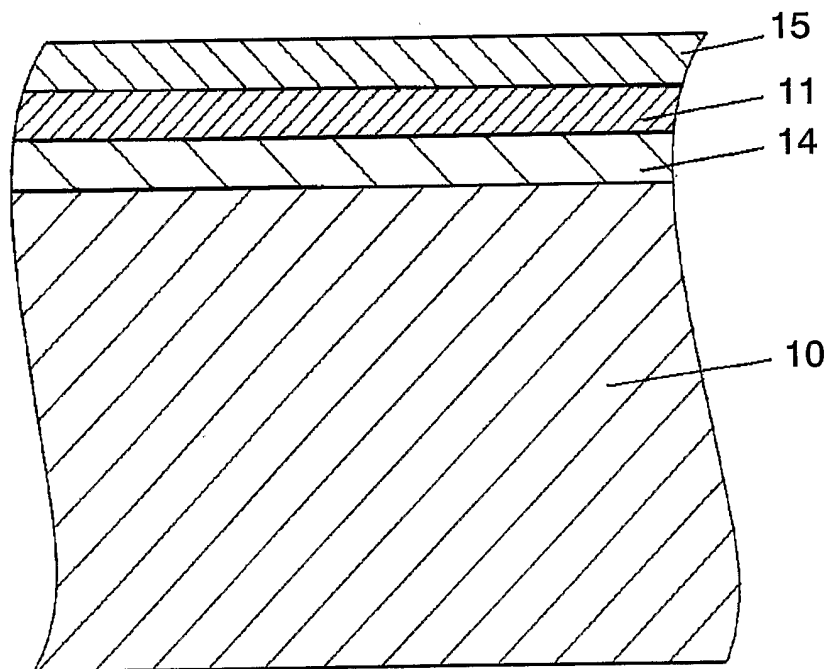


FIG. 4



4/14

FIG. 5A

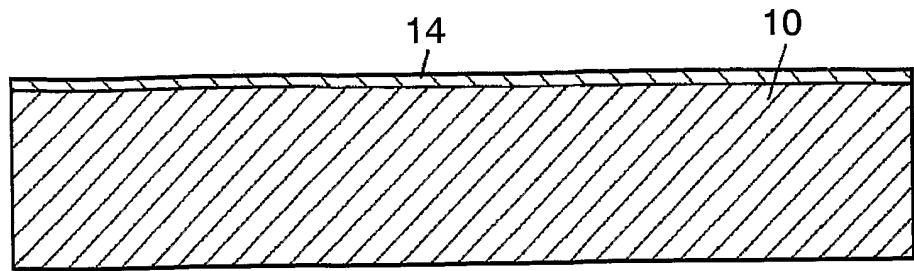


FIG. 5B

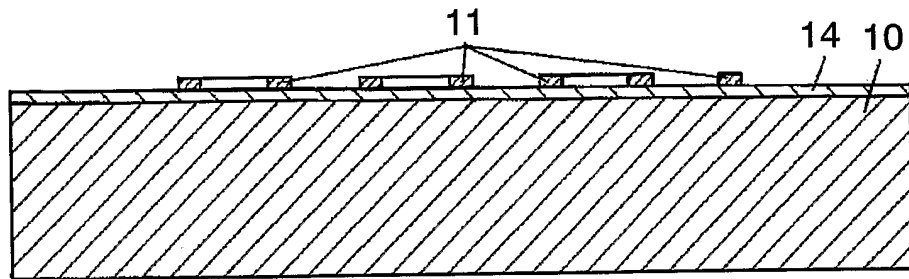


FIG. 5C

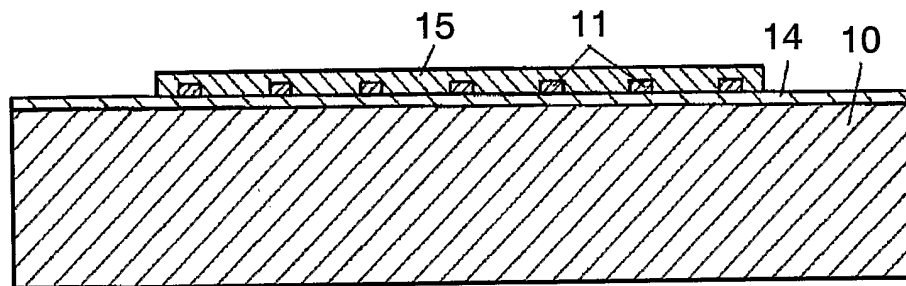


FIG. 5D

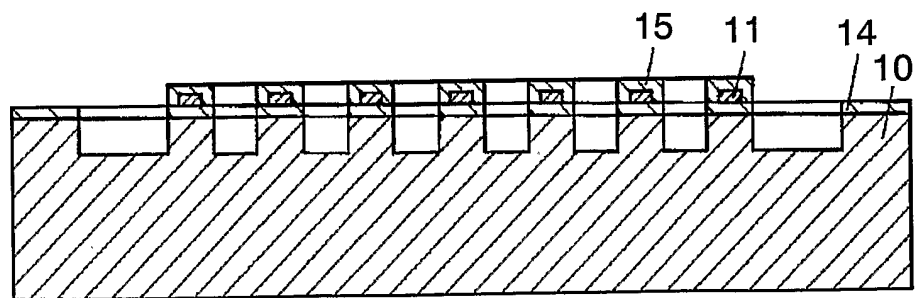
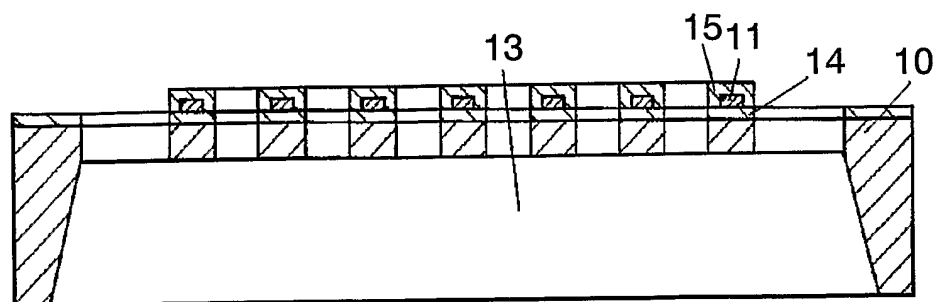


FIG. 5E



5/14

FIG. 6

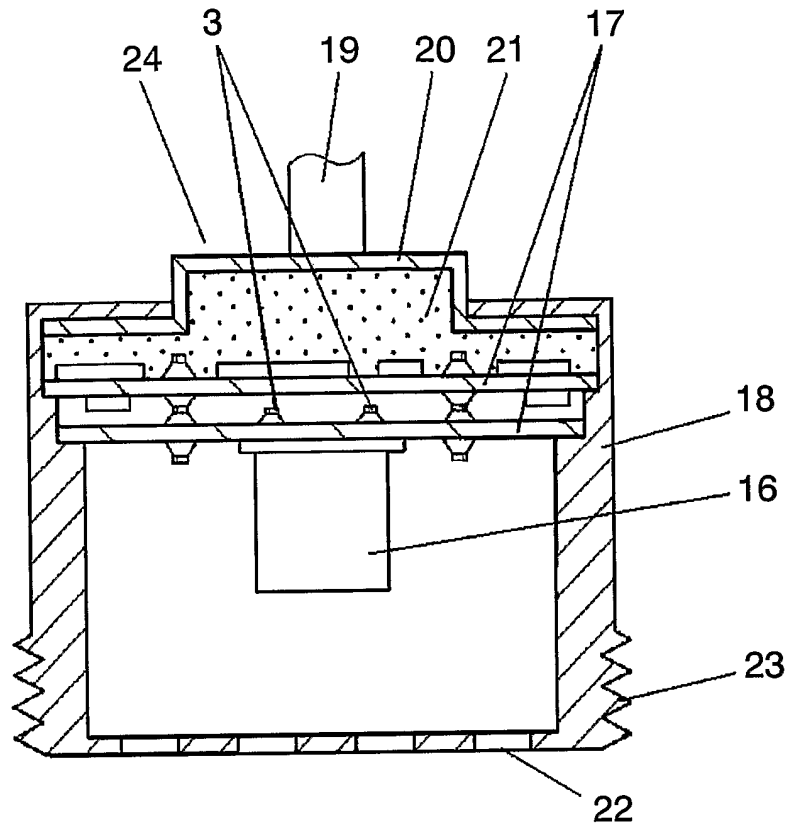
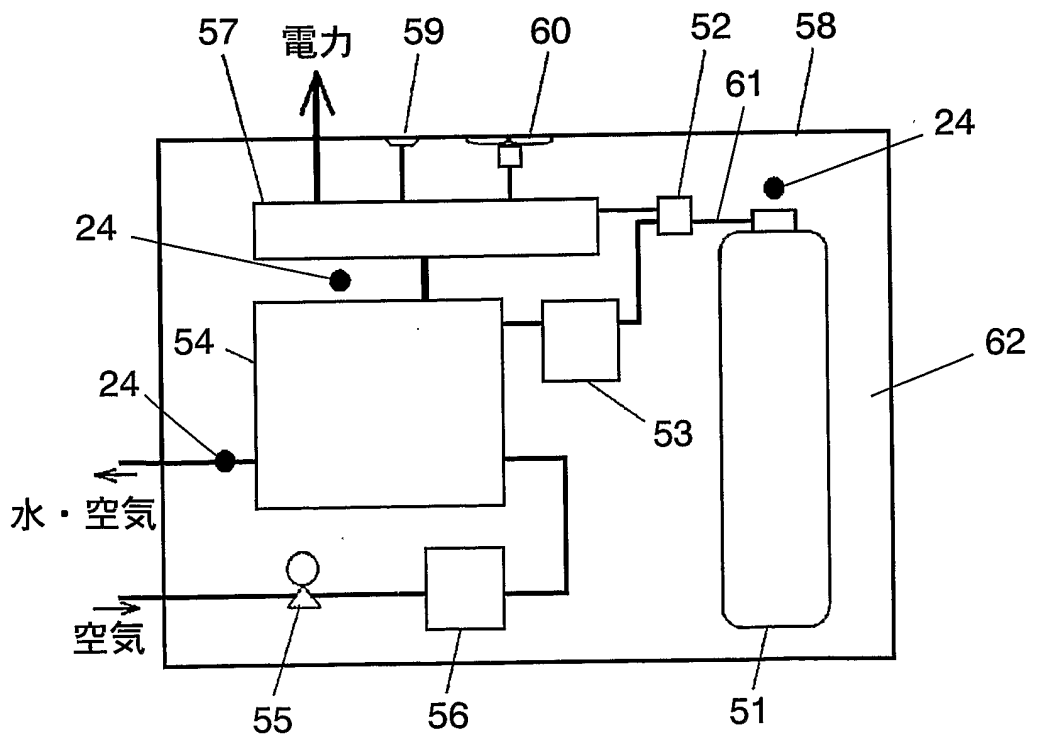
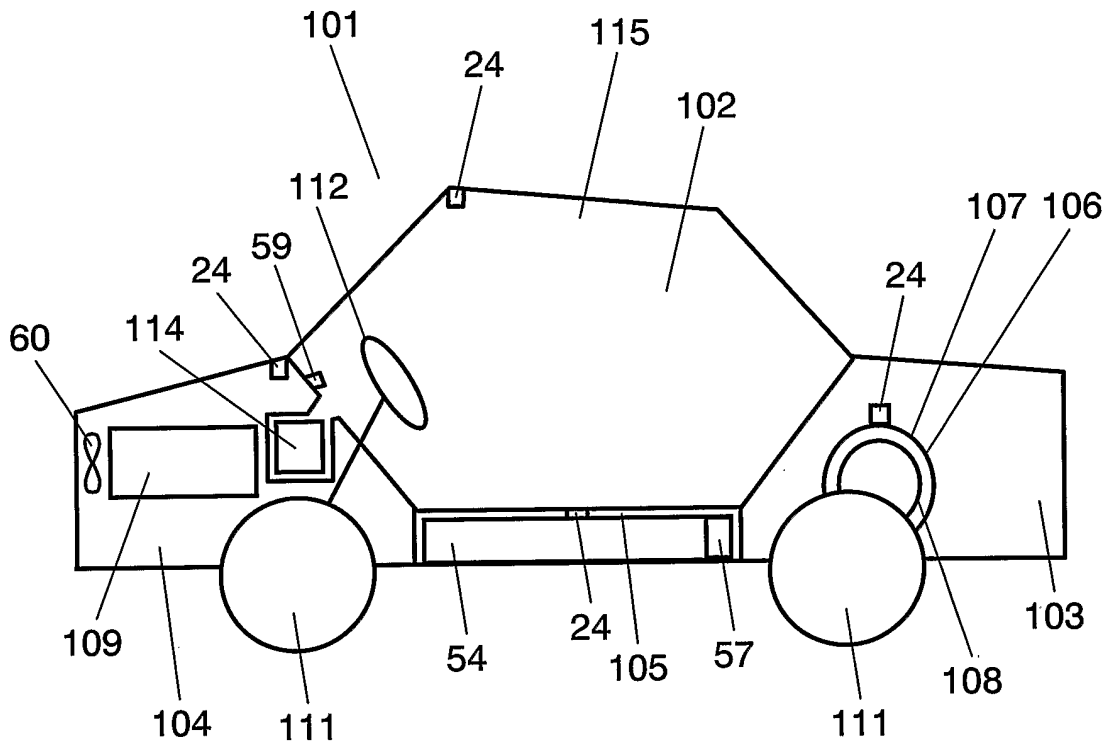


FIG. 7



6/14

FIG. 8



7/14

FIG. 9

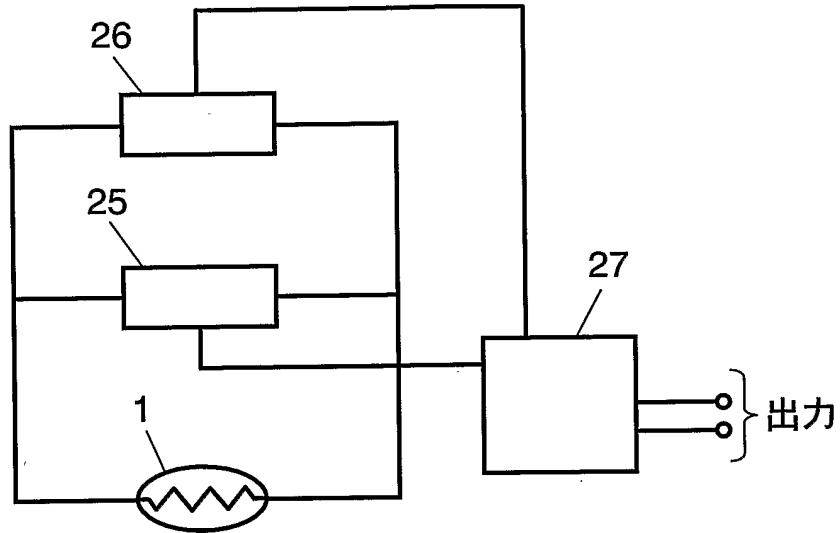
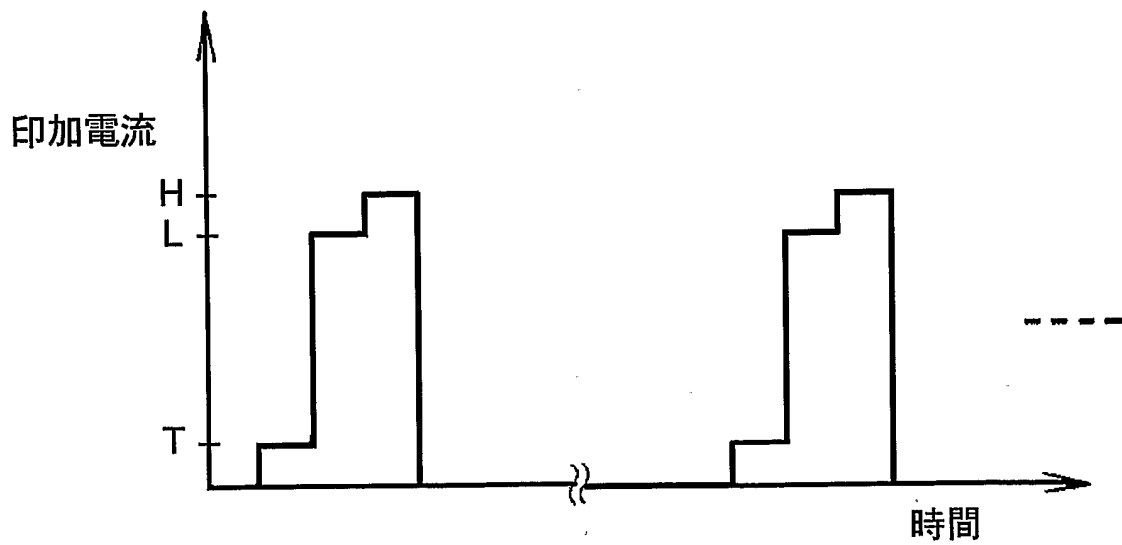


FIG. 10



8/14

FIG. 11

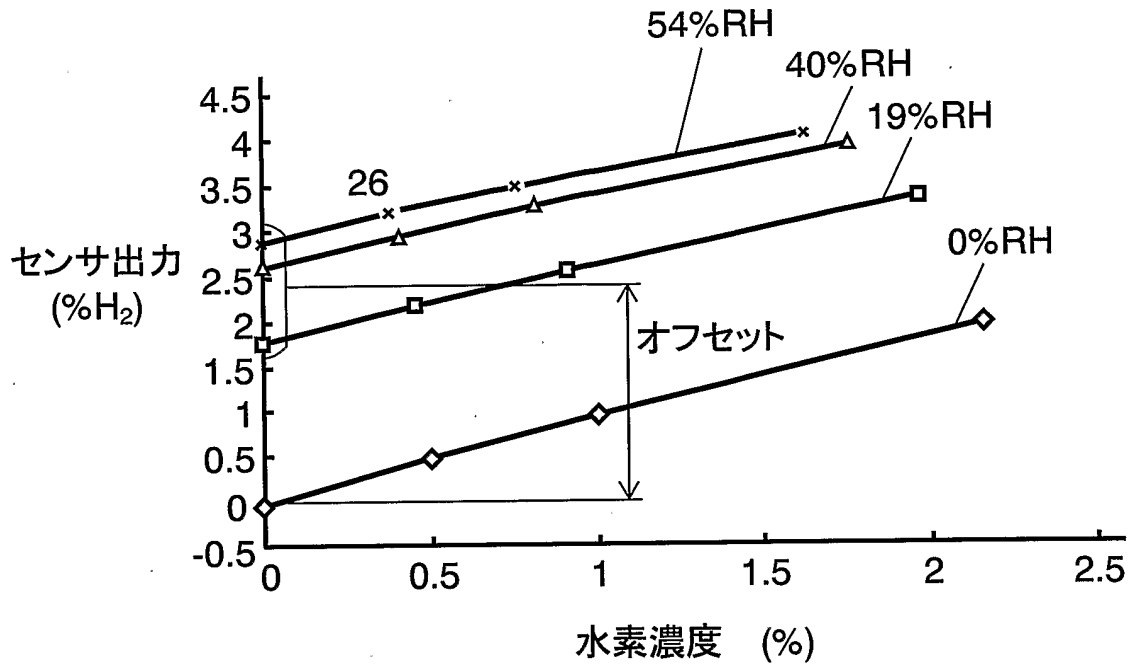
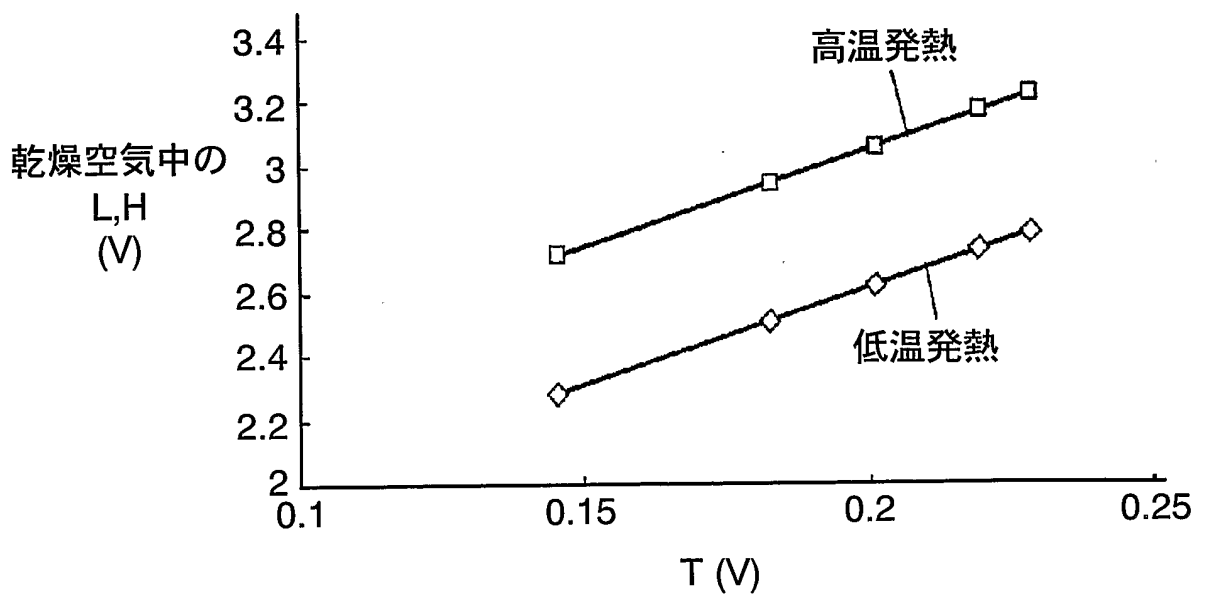


FIG. 12



9/14

FIG. 13

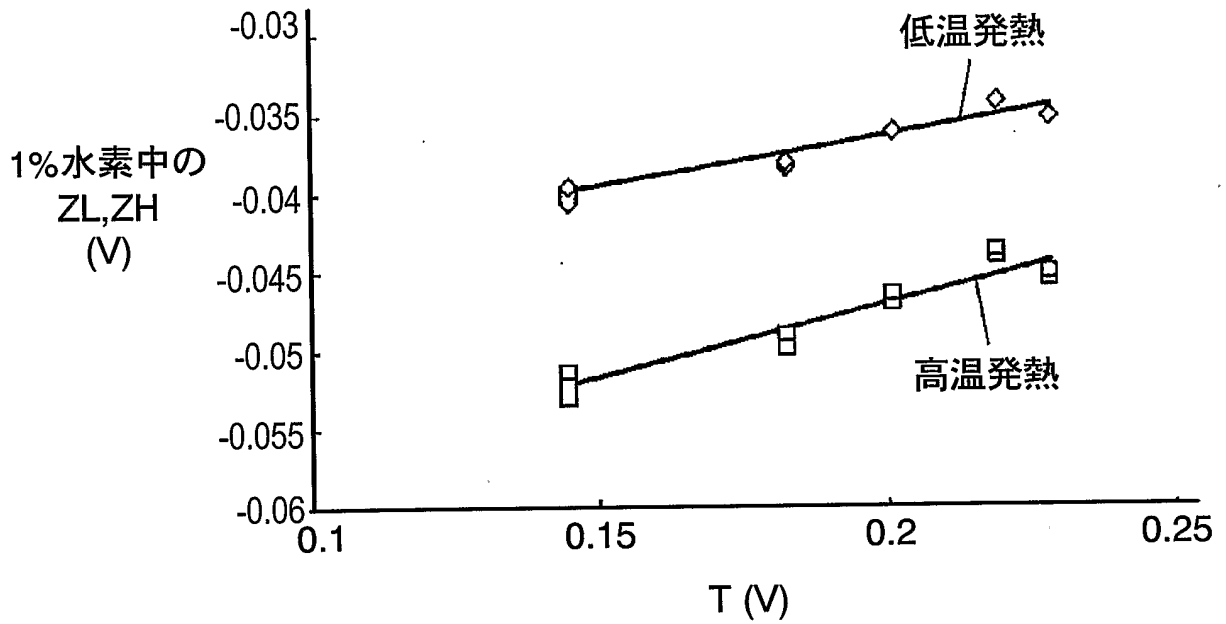
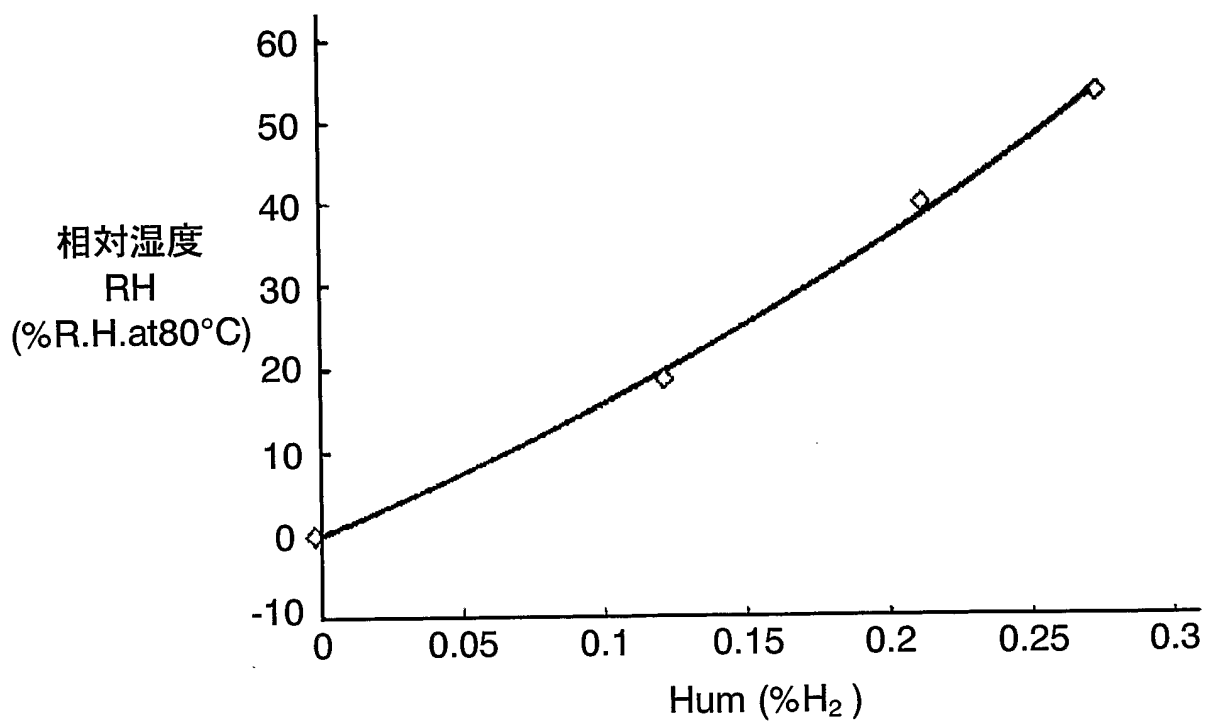


FIG. 14



10/14

FIG. 15

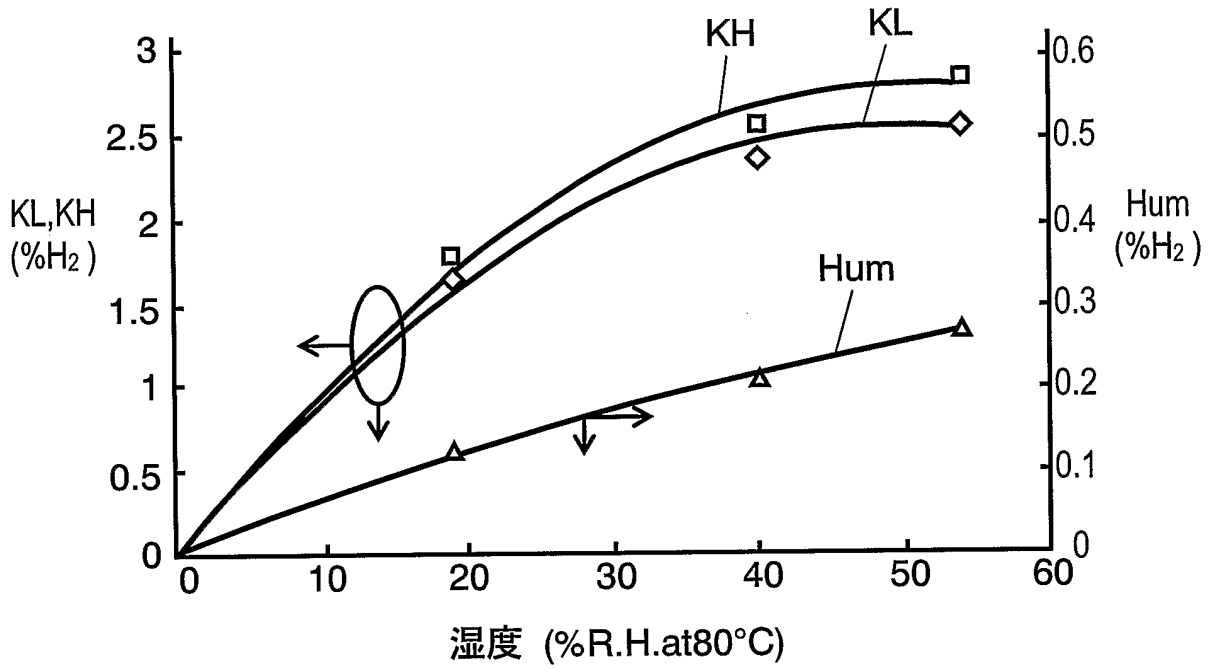
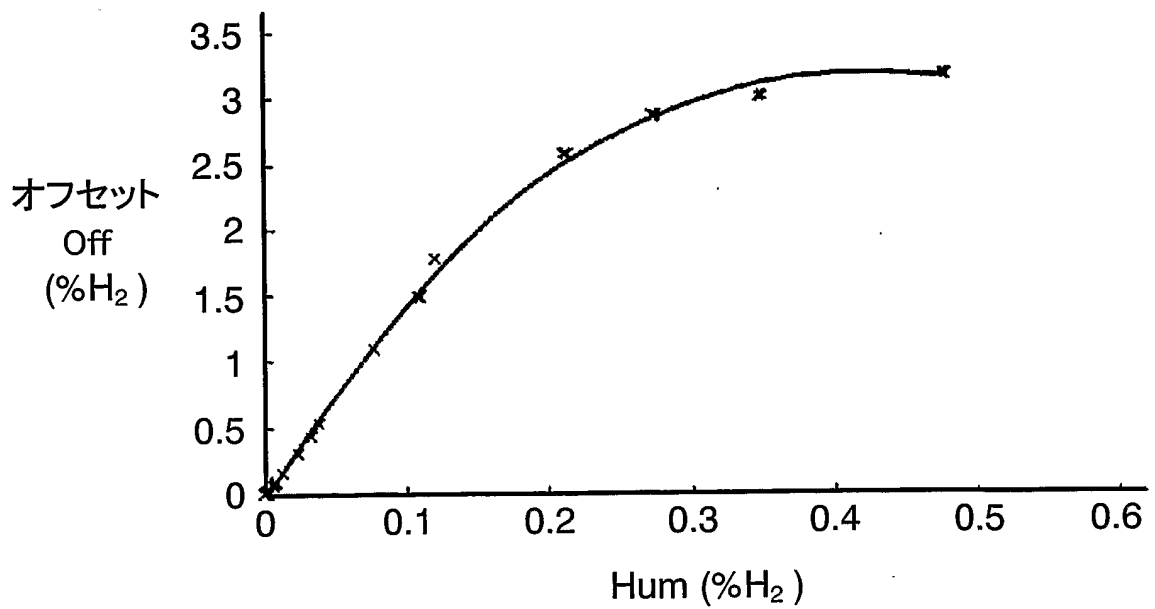
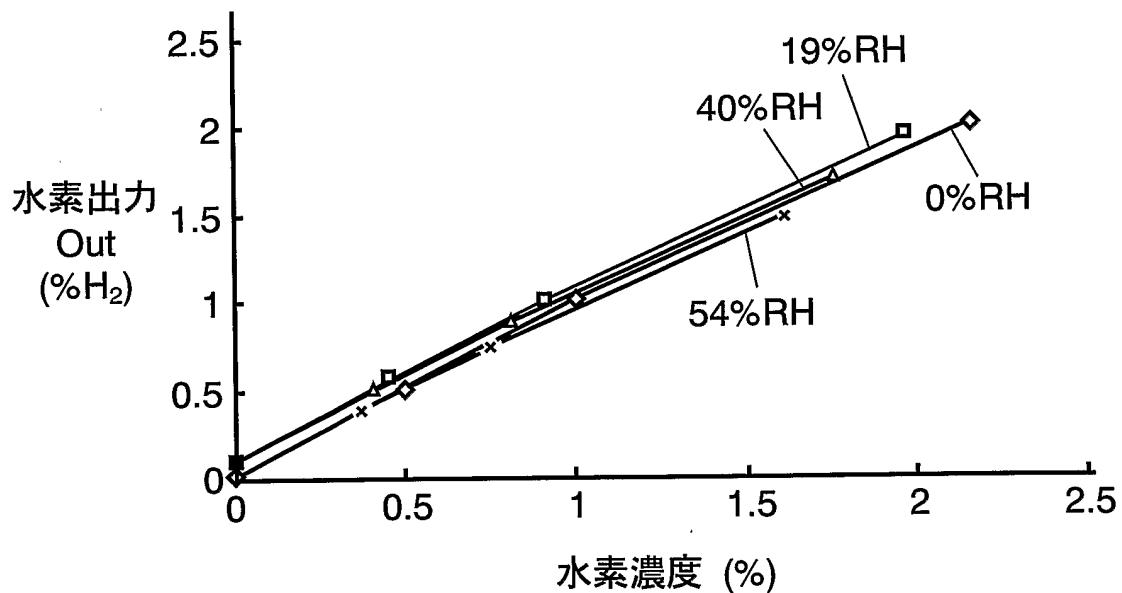


FIG. 16



11/14

FIG. 17



12/14

FIG. 18



## 図面の参照符号の一覧表

- 1 発熱素子
- 2 ベース
- 3 ピン
- 4 ワイヤー
- 5 内孔
- 6 内キャン
- 7 外孔
- 8 外キャン
- 9 網
- 10 台座
- 11 発熱体
- 12 ランド
- 13 窪み部
- 14 絶縁層
- 15 保護層
- 16 検出部
- 17 検出回路
- 18 容器
- 19 取り出しケーブル
- 20 容器フタ
- 21 耐湿樹脂
- 22 ガス取込口
- 23 ネジ部
- 24 ガスセンサ
- 25 定電流源
- 26 電圧計
- 27 演算部
- 30 つづら折れ部分
- 31 貫通部
- 51 水素タンク
- 52 遮断弁
- 53 水素加湿器
- 54 燃料電池
- 55 コンプレッサ
- 56 空気加湿器

14/14

- 5 7 制御回路
- 5 8 筐体
- 5 9 警報器
- 6 0 換気扇
- 6 1 水素流通路
- 6 2 空間
- 1 0 1 本体
- 1 0 2 乗車空間
- 1 0 3 水素タンク収納空間
- 1 0 4 駆動部収納空間
- 1 0 5 床下空間
- 1 0 6 タンク
- 1 0 7 外側タンク
- 1 0 8 内側タンク
- 1 0 9 モータ
- 1 1 0 燃料電池
- 1 1 1 タイヤ
- 1 1 2 ハンドル
- 1 1 4 エアコン

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/007030

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl <sup>7</sup> G01N27/18		
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) Int.Cl <sup>7</sup> G01N27/00-27/24		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) JICST FILE (JOIS)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 8-184576 A (Mitsuteru KIMURA), 16 July, 1996 (16.07.96), Full text; all drawings & WO 96/21146 A1 Full text; all drawings & EP 749013 A Full text; all drawings	1-25
A	JP 58-14045 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 26 January, 1983 (26.01.83), Full text; all drawings (Family: none)	1-25
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "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 04 June, 2004 (04.06.04)		Date of mailing of the international search report 22 June, 2004 (22.06.04)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/007030

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 8-50109 A (Yamatate-Honeywell Co., Ltd.), 20 February, 1996 (20.02.96), Full text; all drawings (Family: none)	1-25
A	JP 7-55748 A (Ricoh Seiki Co., Ltd.), 03 March, 1995 (03.03.95), Full text; all drawings & US 5551283 A Full text; all drawings	1-25
A	JP 9-5277 A (Gastar Co., Ltd.), 10 January, 1997 (10.01.97), Full text; all drawings (Family: none)	14-17
A	JP 2003-98147 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 03 April, 2003 (03.04.03), Full text; all drawings (Family: none)	18-24
A	JP 6-223850 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 12 August, 1994 (12.08.94), Full text; all drawings (Family: none)	18-19

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl <sup>7</sup> G01N 27/18		
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 <sup>7</sup> G01N 27/00-27/24		
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		
日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2004年 日本国登録実用新案公報 1994-2004年 日本国実用新案登録公報 1996-2004年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
JICSTファイル (JOIS)		
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 8-184576 A (木村光照) 1996.07.16, 全文, 全図 & WO 96/21146 A1, 全文, 全図 & EP 749013 A, 全文, 全図	1-25
A	JP 58-14045 A (松下電器産業株式会社) 1983.01.26, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-25
A	JP 8-50109 A (山武ハネウエル株式会社) 1996.02.20, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-25
<input checked="" 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	04.06.2004	国際調査報告の発送日
		22.6.2004
国際調査機関の名称及びあて先	特許庁審査官 (権限のある職員)	2W 3009
日本国特許庁 (ISA/JP)	田中 洋介	
郵便番号100-8915		
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	電話番号 03-3581-1101	内線 3290

C (続き). 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	J P 7-55748 A (リコー精器株式会社) 1995. 03. 03, 全文, 全図 & US 5551283 A, 全 文, 全図	1-25
A	J P 9-5277 A (株式会社ガスター) 1997. 01. 10, 全文, 全図 (ファミリーなし)	14-17
A	J P 2003-98147 A (松下電器産業株式会社) 2003. 04. 03, 全文, 全図 (ファミリーなし)	18-24
A	J P 6-223850 A (三菱重工業株式会社) 1994. 08. 12, 全文, 全図 (ファミリーなし)	18-19