

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 1 月 7 日(07.01.2016)



(10) 国際公開番号

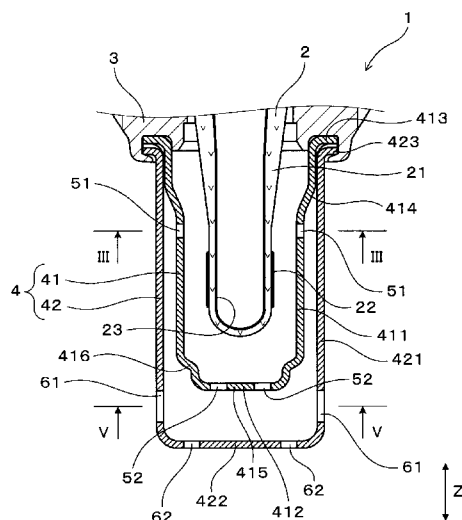
WO 2016/002658 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 27/409 (2006.01) G01N 27/41 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/068528
- (22) 国際出願日: 2015 年 6 月 26 日(26.06.2015)
- (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 2014-133482 2014 年 6 月 30 日(30.06.2014) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 水谷 圭祐(MIZUTANI, Keisuke); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 辻 伸幸(TSUJI, Nobuyuki); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 今村 弘男(IMAMURA, Hiroo); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 菊地 保宏(KIKUCHI, Yasuhiro); 〒1600003 東京都新宿区本塩町 1 8 番地 4 M Y K 四ツ谷 2 階 よつや国際特許事務所 Tokyo (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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,

[続葉有]

(54) Title: GAS SENSOR PROVIDED WITH ELEMENT COVER HAVING OUTER COVER AND INNER COVER

(54) 発明の名称: アウタカバーとインナカバーを有する素子カバーを備えたガスセンサ



(57) Abstract: This gas sensor (1) is provided with a sensor element (2), and an element cover (4) having inner side surface holes (51), outer side surface holes (61), inner bottom surface holes (52), and outer bottom surface holes (62). The inner side surface holes are located closer to the basal end side than is a measuring electrode (22), the outer side surface holes are located closer to the distal end side than are the inner side surface holes, the inner bottom surface holes (52) are located closer to the distal end side than is the measuring electrode, and the outer bottom surface holes (62) are located further outward than are the inner bottom surface holes. When fluid analysis is carried out under analytical conditions such that the gas sensor is installed in a flow passage of a gas having a flow rate of 0.02 kg/s, a temperature of 625°C, a density of 0.393229547 kg/m³, a gas viscosity of 3.75223 × 10⁻⁵ kg/(m · s), a diffusion coefficient of 0.000234886 m²/s, and a flow velocity of 15.119167 m/s, the gas exchange index, which indicates the product of the total rate of inflow of gas from the outer side surface holes (61) and the total rate of outflow of gas from the inner bottom surface holes (52), is 13-80 mg²/s².

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/002658 A1



ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

センサ素子 (2) と、インナ側面孔 (5 1) とアウト側面孔 (6 1) インナ底面孔 (5 2) とアウト底面孔 (6 2) を有する素子カバー (4) を備えるガスセンサ (1)。インナ側面孔は測定電極 (2 2) よりも基端側に位置し、アウト側面孔はインナ側面孔よりも先端側に位置し、インナ底面孔 (5 2) は測定電極よりも先端側に位置し、アウト底面孔 (6 2) はインナ底面孔よりも外側に位置している。流量: 0.02 kg/s 、温度: 625°C 、密度: $0.393229547 \text{ kg/m}^3$ 、ガス粘性率: $3.75223 \times 10^{-5} \text{ kg/(m} \cdot \text{s)}$ 、拡散係数: $0.000234886 \text{ m}^2/\text{s}$ 、流速: 15.119167 m/s であるガスの流路にガスセンサを設置したという解析条件下において流体解析を行ったとき、アウト側面孔 6 1 からのガスの流入総流量と、インナ底面孔 5 2 からのガスの流出総流量との積であるガス交換指標が $13 \sim 80 \text{ m}^2/\text{s}^2$ となるよう構成されている。

明 細 書

発明の名称：

アウトカバーとインナカバーを有する素子カバーを備えたガスセンサ

技術分野

[0001] 本開示は、ガスセンサに関する。詳しくは、車両に搭載され、被測定ガス中の特定ガス濃度を検出するガスセンサに関する。

背景技術

[0002] 車両用の内燃機関等の排気系には、排ガス等の被測定ガス中における特定ガス濃度（例えば、酸素濃度）を検出するガスセンサが配設されている。このガスセンサは、固体電解質体と該固体電解質体の一方の面と他方の面とにそれぞれ設けた測定電極及び基準電極とを有するセンサ素子と、該センサ素子を内側に挿通するハウジングと、該ハウジングの先端側に配設された素子カバーとを備えている。

[0003] 前記ガスセンサに設けられる素子カバーは、排ガス等の被測定ガスと共に飛来する水滴等の液滴がセンサ素子に付着すること（以下において適宜「被液」という。）を抑制することを一つの目的として設けられている。すなわち、液滴がセンサ素子に付着すると、センサ素子に応力が発生して、素子割れの要因となることが考えられる。それゆえ、素子カバーによってセンサ素子の被液を抑制している。この素子カバーの機能を、以下において、被液抑制能という。

[0004] その一方で、素子カバーには、センサ素子の検知部（測定電極）に被測定ガスが良好に到達するようにすべく、通気孔が形成されている。すなわち、十分に被測定ガスが素子カバー内に導入され、素子カバーから排出されるように、通気孔を形成して、これにより、ガスセンサの応答性を確保する。

[0005] しかし、一般に、応答性と被液抑制能とは背反の関係にあり、従来、応答性と被液抑制能とを両立するために、たとえば、特開 2012-18188 号公報では、素子カバーの構造に関して、種々の検討がなされている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2012-18188号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、近年、ガスセンサに求められる応答性と被液抑制能は高くなっている。例えば、車両の使用地域の多様化により、各地域において用いられるオイルや燃料が多様化し、排ガス規制が強化され、燃料消費量低減の要求が大きくなっている。したがって、ガスセンサにおいては、より高度な応答性と被液抑制能との両立が求められている。

[0008] 本開示は、かかる背景に鑑みてなされたものであり、高い応答性と被液抑制能とを両立することができるガスセンサを提供する。

課題を解決するための手段

[0009] 本開示の一態様は、酸素イオン伝導性の固体電解質体と該固体電解質体の一方の面と他方の面とにそれぞれ設けた測定電極及び基準電極とを有するセンサ素子と、該センサ素子を内側に挿通するハウジングと、該ハウジングの先端側に配設された素子カバーと、を備えるガスセンサであって、該素子カバーは、上記センサ素子の先端部を外周側及び先端側から覆うように配設されたインナカバーと、該インナカバーを外周側及び先端側から覆うように配設されたアウトカバーとを有し、上記インナカバーは、軸方向に沿ったインナ側壁部と、該インナ側壁部の先端側に設けられて軸方向に対して交差するインナ底壁部とを有し、上記アウトカバーは、軸方向に沿ったアウト側壁部と、該アウト側壁部の先端側に設けられて軸方向に対して交差するアウト底壁部とを有し、上記インナ側壁部に形成されたインナ側面孔は、上記測定電極よりも基端側に位置し、上記アウト側壁部に形成されたアウト側面孔は、上記インナ側面孔よりも先端側に位置し、上記インナ底壁部に形成されたインナ底面孔は、上記測定電極よりも先端側に位置し、上記アウト底壁部に形

成されたアウト底面孔は、上記インナ底面孔よりも外側に位置しており、流量： 0.02 kg/s 、温度： 625°C 、密度： $0.393229547 \text{ kg/m}^3$ 、ガス粘性率： $3.75223 \times 10^{-5} \text{ kg/(m} \cdot \text{s)}$ 、拡散係数： $0.000234886 \text{ m}^2/\text{s}$ 、流速： 15.119167 m/s であるガスの流路に上記ガスセンサを設置したという解析条件下において流体解析を行ったとき、上記アウト側面孔から上記アウトカバー内へのガスの流入総流量と、上記インナ底面孔から上記インナカバー外へのガスの流出総流量との積によって定義されるガス交換指標が、 $13 \sim 80 \text{ m g}^2/\text{s}^2$ となるよう構成されていることを特徴とするガスセンサにある。

発明の効果

[0010] 上記ガスセンサは、上記流体解析によって得られる上記ガス交換指標が $13 \sim 80 \text{ m g}^2/\text{s}^2$ となるよう構成されている。これにより、上記ガスセンサは、高い応答性と被液抑制能とを両立することができる。

[0011] 本願の発明者らは、ガスセンサにおける応答性と被液抑制能との両立を、これまでよりも高いレベルで達成するために、流体解析（CFD：Computational Fluid Dynamics）を用いた。センサ素子に達するガスの流れを具体的に解析することによって、本開示に至った。すなわち、上述の解析条件のもとで流体解析を行うと共に、後述の被水試験（実験例3）を行うことで、発明者らは、上記ガス交換指標（上記アウト側面孔から上記アウトカバー内へのガスの流入総流量と、上記インナ底面孔から上記インナカバー外へのガスの流出総流量との積）が、応答性と被液抑制能とに大きく依存することを見出した。そして、このガス交換指標が $13 \sim 80 \text{ m g}^2/\text{s}^2$ の範囲にあるとき、応答性と被液抑制能とを高いレベルにて両立することができることを見出した。

したがって、上記第1の態様のガスセンサによれば、高い応答性と被液抑制能とを両立することができる。

[0012] 以上のごとく、本開示によれば、高い応答性と被液抑制能とを両立することができるガスセンサを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0013] 添付図面において：

[図1]実施例1における、ガスセンサの素子カバー周辺の断面図。

[図2]実施例1における、ガスセンサの断面図。

[図3]実施例1における、図1のⅠⅠⅠ－ⅠⅠⅠ線矢視断面相当の、インナカバーの断面図。

[図4]実施例1における、先端側から見たインナカバーの平面図。

[図5]実施例1における、図1のV－V線矢視断面相当の、アウトカバーの断面図。

[図6]実施例1における、先端側から見たインナカバーの平面図。

[図7]実施例1における、アウト底面孔とインナ底面孔との位置関係を示す平面図。

[図8]実施例2における、ガスセンサの素子カバー周辺の断面図。

[図9]実施例2における、中心軸を含む平面によるインナカバーの断面図。

[図10]図9のX－X線矢視断面図。

[図11]実施例2における、先端側から見たインナカバーの平面図。

[図12]実験例2における、中心軸を含む平面によるアウトカバーの断面図。

[図13]図12のXⅠⅠⅠ－XⅠⅠⅠ線矢視断面図。

[図14]実施例2における、先端側から見たアウトカバーの平面図。

[図15]実験例1における、排気管へのガスセンサの設置状態を示す説明図。

[図16]実験例1における、排気管に設置したガスセンサの説明図。

[図17]実験例1における、ガス交換指標と平均入れ替り時間との関係の解析結果を示すグラフ図。

[図18]実験例2における、ガス交換指標と平均応答時間との関係の実験結果を示すグラフ図。

[図19]実験例2における、平均応答時間の定義の説明図。

[図20]実験例3における、被水試験結果のグラフ図。

発明を実施するための形態

[0014] 上記ガスセンサは、例えば、車両用の内燃機関等の排気系に配設して用いられる。

なお、本明細書において、ガスセンサを排気系等に挿入する側を先端側、その反対側を基端側という。また、軸方向とは、特に言及しない限り、ガスセンサの軸方向をいうものとする。

[0015] また、インナ底面孔の総面積とは、例えば、インナ底面孔が複数存在する場合に、そのすべてのインナ底面孔の面積の合計を意味し、インナ底面孔が一つの場合にはその一つのインナ底面孔の面積を意味する。アウト側面孔の総面積、インナ側面孔の総面積等についても、同様である。

実施例

[0016] (実施例 1)

上記ガスセンサの実施例につき、図 1～図 7 を用いて説明する。

本例のガスセンサ 1 は、図 1、図 2 に示すごとく、センサ素子 2 と、センサ素子 2 を内側に挿通するハウジング 3 と、ハウジング 3 の先端側に配設された素子カバー 4 とを備える。センサ素子 2 は、酸素イオン伝導性の固体電解質体 2 1 と該固体電解質体 2 1 の一方の面と他方の面とにそれぞれ設けた測定電極 2 2 及び基準電極 2 3 とを有する。

[0017] 図 1 に示すごとく、素子カバー 4 は、センサ素子 2 の先端部を外周側及び先端側から覆うように配設されたインナカバー 4 1 と、該インナカバー 4 1 を外周側及び先端側から覆うように配設されたアウトカバー 4 2 とを有する。

インナカバー 4 1 は、軸方向 Z に沿ったインナ側壁部 4 1 1 と、インナ側壁部 4 1 1 の先端側に設けられて軸方向 Z に対して交差するインナ底壁部 4 1 2 とを有する。

アウトカバー 4 2 は、軸方向 Z に沿ったアウト側壁部 4 2 1 と、アウト側壁部 4 2 1 の先端側に設けられて軸方向 Z に対して交差するアウト底壁部 4 2 2 とを有する。

[0018] インナ側壁部 4 1 1 に形成されたインナ側面孔 5 1 は、測定電極 2 2 より

も基端側に位置している。アウト側壁部4 2 1に形成されたアウト側面孔6 1は、インナ側面孔5 1よりも先端側に位置している。インナ底壁部4 1 2に形成されたインナ底面孔5 2は、測定電極2 2よりも先端側に位置している。アウト底壁部4 2 2に形成されたアウト底面孔6 2は、インナ底面孔5 2よりも外側に位置している。

[0019] そして、ガスセンサ1は、下記の解析条件下において流体解析を行ったとき、下記のガス交換指標が、 $13 \sim 80 \text{ m g}^2/\text{s}^2$ となるよう構成されている。

すなわち、上記解析条件は、流量： 0.02 kg/s 、温度： 625°C 、密度： $0.393229547 \text{ kg/m}^3$ 、ガス粘性率： $3.75223 \times 10^{-5} \text{ kg/(m} \cdot \text{s)}$ 、拡散係数： $0.000234886 \text{ m}^2/\text{s}$ 、流速： 15.119167 m/s であるガスの流路にガスセンサ1を設置したという解析条件である。

[0020] また、上記ガス交換指標は、上記解析条件下において流体解析を行ったとき、アウト側面孔6 1からアウトカバー4 2内へのガスの流入総流量（以下において、「流入総流量A」ともいう。）と、インナ底面孔5 2からインナカバー4 1外へのガスの流出総流量（以下において、「流入総流量B」ともいう。）との積によって定義される指標である。なお、このガス交換指標を、以下において、単に「ガス交換指標E」ともいう。

[0021] インナ底面孔5 2は、軸方向Zに対して直交するインナ底壁部4 1 2に形成されている。ここで、軸方向Zに対して直交とは、軸方向Zに対する角度が正確に 90° となる場合のみならず、概略直交する状態をも含む。例えば、軸方向Zに対する角度が例えば $88 \sim 92^\circ$ となるインナ底壁部4 1 2にインナ底面孔5 2が形成されている。

[0022] センサ素子2は、先端側が閉塞されると共に基端側が開放された有底筒状のコップ型である。すなわち、固体電解質体2 1が、上記のような有底筒状のコップ型の形状を有している。そして、その外側面に測定電極2 2が形成されており、内側面に基準電極2 3が形成されている。

[0023] 固体電解質体 2 1 は、ジルコニアを主成分としてなる。また、測定電極 2 2 及び基準電極 2 3 は、何れも白金族元素からなることが好ましく、特に本実施例においては、白金からなる。

基準電極 2 3 は、固体電解質体 2 1 の内側面の略全面に形成されている。一方、測定電極 2 2 は、固体電解質体 2 1 における先端部付近の一部に設けられている。ただし、本実施例においては、測定電極 2 2 の先端は、固体電解質体 2 1 の先端よりも基端側に位置する。また、測定電極 2 2 は、周方向の全体に形成されている。

[0024] 素子カバー 4 は、その基端のフランジ部 4 1 3、4 2 3 において、ハウジング 3 の先端部にかしめ固定されている。インナカバー 4 1 とアウトカバー 4 2 とは、それらのフランジ部 4 1 3、4 2 3 を互いに重ね合わせるようにした状態で、ハウジング 3 にかしめ固定されている。

[0025] インナカバー 4 1 は、フランジ部 4 1 3 とインナ側壁部 4 1 1 との間に傾斜面部 4 1 4 を有する。インナ側面孔 5 1 は、傾斜面部 4 1 4 よりも先端側において、インナ側壁部 4 1 1 に形成されている。すなわち、インナ側面孔 5 1 は、軸方向 Z において、傾斜面部 4 1 4 と測定電極 2 2 との間の位置に形成されている。図 3 に示すごとく、インナ側面孔 5 1 は、周方向に等間隔に、6 個形成されている。

[0026] また、インナ底壁部 4 1 2 は、軸方向 Z に直交する直交平面部 4 1 5 と、該直交平面部 4 1 5 の周囲において、内側に窪みつつインナ側壁部 4 1 1 と繋がるように形成された窪み部 4 1 6 とを有する。そして、インナ底面孔 5 2 は、インナ底壁部 4 1 2 における直交平面部 4 1 5 に形成されている。また、図 4 に示すごとく、インナ底面孔 5 2 は、3 個形成されている。

[0027] また、図 1 に示すごとく、アウトカバー 4 2 のアウト側壁部 4 2 1 は、フランジ部 4 2 3 から先端側へ向かって延びるように形成されている。そして、アウト側壁部 4 2 1 の先端に繋がるように、軸方向 Z に直交するようにアウト底壁部 4 2 2 が形成されている。アウト側面孔 6 1 は、図 1、図 5 に示すごとく、インナ側面孔 5 1 よりも先端側であると共に、センサ素子 2 の先

端部よりも先端側となる位置に、周方向に等間隔に 8 個形成されている。

[0028] また、図 6 に示すごとく、アウト底面孔 6 2 は、アウト底壁部 4 2 2 に 8 個形成されている。図 1、図 7 に示すごとく、これらのアウト底面孔 6 2 は、いずれも、インナ底面孔 5 2 よりも外側に形成されている。なお、インナ底面孔 5 2、アウト底面孔 6 2、インナ側面孔 5 1、アウト側面孔 6 1 は、いずれも円形の孔である。また、図 1 に示すごとく、インナ側壁部 4 1 1 とアウト側壁部 4 2 1 との間には、クリアランスが形成されており、インナ底壁部 4 1 2 とアウト底壁部 4 2 2 との間にも、クリアランスが形成されている。

[0029] また、インナ側壁部 4 1 1 及びアウト側壁部 4 2 1 は、有底筒状のセンサ素子 2 の外周面に沿って、センサ素子 2 の中心軸と中心軸を共有するように、略円筒状に形成されている。

[0030] また、図 2 に示すごとく、センサ素子 2 の内側には、センサ素子 2 を加熱するためのヒータ 1 1 が配設されている。ヒータ 1 1 は、アルミナ (Al_2O_3) を主成分とするヒータ基材に、発熱体及びリード部が形成されている（図示略）。発熱体及びリード部は、タングステンを主成分とし、少なくともレニウム、モリブデンのいずれかを含む材料からなる。また、ヒータ 1 1 は、円柱形状を有する。

[0031] また、本実施例のガスセンサ 1 は、内燃機関の排気系における触媒フィルタよりも下流側に設置されるリア用ガスセンサである。また、本例のガスセンサ 1 は、測定電極 2 2 と基準電極 2 3 との間に所定の電圧を印加することにより、被測定ガス（排ガス）中の特定ガス濃度（酸素濃度）に依存した限界電流値を出力する限界電流式のガスセンサである。

[0032] すなわち、ガスセンサ 1 は、自動車エンジンの排気系において、排ガスを浄化する触媒フィルタの下流側に配置される。そして、触媒フィルタを通過した後の排ガス中の酸素濃度に依存した限界電流値を出力する。得られた限界電流値に基づいて、内燃機関に供給された混合気における空燃比を算出して、エンジン制御システムにフィードバックするよう構成することができる。

。

[0033] 次に、本実施例の作用効果につき説明する。

ガスセンサ 1 は、上述の流体解析によって得られる上記ガス交換指標 E が $1.3 \sim 8.0 \text{ mg}^2/\text{s}^2$ となるよう構成されている。これにより、ガスセンサ 1 は、高い応答性と被液抑制能とを両立することができる。詳細については、後述する実験例 1 ～ 3 を参照されたい。

[0034] また、センサ素子 2 は、有底筒状のコップ型である。これにより、出力精度の高いガスセンサ 1 を得ることができる。

[0035] ガスセンサ 1 は、内燃機関の排気系における触媒フィルタよりも下流側に設置されるリア用ガスセンサである。したがって、特にガスセンサ 1 に要求される応答性及び被液抑制能は高いが、上記構成により、その要求を満たすことができる。

[0036] また、ガスセンサ 1 は限界電流式のガスセンサであるため、高い出力精度（ストイキ精度）を得ることができる。

[0037] 以上のごとく、本実施例によれば、高い応答性と被液抑制能とを両立することができるガスセンサを提供することができる。

[0038] （実施例 2）

本例は、図 8 ～ 図 14 に示すごとく、素子カバー 4 の形状を変更した例である。なお、図 8 は、素子カバー 4 のうち、ハウジング 3 の先端よりも先端側の部分のみを表したものであり、フランジ部 413、423 は省略してある。

[0039] 本例のガスセンサ 1 においては、アウト側面孔 61 が、アウト側壁部 421 における軸方向 Z の 2 つの位置に形成されている。すなわち、アウト側壁部 421 には、アウト底壁部 422 に近い位置に、8 個のアウト側面孔 61 が形成されているとともに、これらのアウト側面孔 61 よりも基端側に、同じく 8 個のアウト側面孔 61 が形成されている。先端側の 8 個のアウト側面孔 61 は、インナ底面孔 52 よりも先端側に位置し、基端側の 8 個のアウト側面孔 61 は、インナ底面孔 52 よりも基端側に位置している。

[0040] 図9～図11に示すごとく、インナカバー41は、実施例1に示したものと略同様の形状を有する。そして、インナ側面孔51は、インナ底壁部412の先端面から12.9mmの位置に中心を有する。そして、各インナ側面孔51は、直径1mmの円形状に形成されている。また、インナ底面孔52は、インナカバー41の中心軸から1.75mm離れた位置に中心を有する。そして、各インナ底面孔52は、直径1.2mmの円形状に形成されている。

[0041] また、図12～図14に示すごとく、アウトカバー42においては、先端側の8個のアウト側面孔61が、アウト底壁部422の先端面から2mmの位置に中心を有し、先端側の8個のアウト側面孔61が、アウト底壁部422の先端面から5mmの位置に中心を有する。そして、各アウト側面孔61は、直径2mmの円形状に形成されている。また、アウト底面孔62は、アウトカバー42の中心軸から3.6mm離れた位置に中心を有する。そして、各アウト底面孔62は、直径1.2mmの円形状に形成されている。

[0042] その他の基本構成については、実施例1と同様である。そして、本実施例のガスセンサ1も、ガス交換指標Eが、 $13 \sim 80 \text{ mg}^2/\text{s}^2$ となるよう構成されている。なお、本例又は本例に関する図面において用いた符号のうち、実施例1において用いた符号と同一のものは、特に示さない限り、実施例1と同様の構成要素等を表す。

[0043] 本例のガスセンサ1につき、後述の実験例1、2、3の試験を行ったところ、具体的なデータとして以下の値が得られた。すなわち、ガス交換指標Eが $42.1 \text{ mg}^2/\text{s}^2$ 、平均入れ替り時間T1が280ms、平均応答時間T2が692ms、被水痕面積が 2.3 mm^2 であった。このように、本例のガスセンサは、高い応答性と被液抑制能とを両立することができる。

[0044] (実験例1)

本例は、図15～図17に示すごとく、実施例1、2のガスセンサ1と基本構成を略同じくした種々のガスセンサ10について、流体解析を行った例である。複数のガスセンサ10は、インナカバー41の形状、アウトカバー

4 2 の形状、インナ側面孔 5 1、インナ底面孔 5 2、アウト側面孔 6 1、アウト底面孔 6 2 の位置や大きさ、個数等を種々変更したものである。なお、本例又は本例に関する図面において用いた符号のうち、実施例 1 において用いた符号と同一のものは、特に示さない限り、実施例 1 と同様の構成要素等を表す。

[0045] 図 1 5、図 1 6 に示すごとく、排気管 7 1 にガスセンサ 1 0 を配置した状態で、完全燃焼を想定したガスを、排気管 7 1 に流したときのガス（流体）の流れをコンピュータシミュレーションにて解析した。なお、図 1 5、図 1 6 において、矢印 G は、排気管 7 1 内のガスの流れを示している。

[0046] すなわち、流量： 0.02 kg/s 、温度： 625°C 、密度： $0.393229547 \text{ kg/m}^3$ 、ガス粘性率： $3.75223 \times 10^{-5} \text{ kg/(m} \cdot \text{s)}$ 、拡散係数： $0.000234886 \text{ m}^2/\text{s}$ 、流速： 15.119167 m/s であるガスの流路（排気管 7 1 内）にガスセンサ 1 0 を設置したという解析条件下において流体解析を行った。

[0047] ガス流路における上記のガスの状態は、完全燃焼を想定したガスであり、ガスの成分比率（体積比率）として、 $\text{N}_2 : \text{H}_2\text{O} : \text{CO}_2 = 39 : 8 : 7$ である混合気体であり、この混合気体の密度： $0.393229547 \text{ kg/m}^3$ 、ガス粘性率： $3.75223 \times 10^{-5} \text{ kg/(m} \cdot \text{s)}$ 、拡散係数： $0.000234886 \text{ m}^2/\text{s}$ は、各ガス成分の物性値を上記の比率で掛け合わせた値である。

[0048] なお、排気管 7 1 は、内径 58 mm 、長さ 106 mm の円筒形状を有するものとする。そして、その長手方向の中央に、ガスセンサ 1 0 を設置する。ここで、ガスセンサ 1 0 は、排気管 7 1 の内側面から 20.6 mm の位置まで流路の中心軸に向かって突出した状態とする。そして、排気管 7 1 の一端から他端へ上記のガスを流したときの素子カバー 4 周辺のガスの流れを解析した。

[0049] 上記流体解析によって、アウト側面孔 6 1 からアウトカバー 4 2 内へのガスの流入総流量 A と、インナ底面孔 5 2 からインナカバー 4 1 外へのガスの

流出総流量 B とを得た。また、上記流体解析によって、ガスセンサ 10 の測定電極 22 の表面の 2 つの特定部位 221、222 におけるガスの平均入れ替り時間 T_1 を、算出した。ここで、平均入れ替り時間 T_1 とは、測定電極 22 の表面でガスの上流側の特定部位 221 と下流側の特定部位 222 とにおいてそれぞれ算出されるガスの入れ替り時間の平均値を意味する。また、入れ替り時間とは、各特定部位 221、222 において、ガスが 63 体積% 分、入れ替るまでの時間として定義される。上記特定部位 221、222 は、センサ素子 2 の先端から 3.75 ~ 4.25 mm 基端側となる 0.5 mm × 0.5 mm × 0.5 mm の立方体状の領域とする。

[0050] 上記平均入れ替り時間 T_1 が短いガスセンサ 10 ほど、応答性に優れていることが予測される。そして、本例の解析結果を、図 17 に示す。図 17 に示すグラフの横軸は、流入総流量 A と流出総流量 B との積であるガス交換指標 E である。また、同図のグラフの縦軸が、平均入れ替り時間 T_1 である。

[0051] 図 17 から分かるように、ガス交換指標 E が大きくなるほど、平均入れ替り時間 T_1 が短くなる。そして、ガス交換指標 E が $13 \text{ mg}^2/\text{s}^2$ を下回ると、平均入れ替り時間 T_1 が 450 ms （ミリ秒）を超えて長くなる。また、ガス交換指標 E が $20 \text{ mg}^2/\text{s}^2$ 以上となると、平均入れ替り時間 T_1 を 350 ms 以下に短縮することができる。

これらの解析結果から、ガス交換指標 E を $13 \text{ mg}^2/\text{s}^2$ 以上とすることにより、ガスセンサの応答時間を低減することができ、 $20 \text{ mg}^2/\text{s}^2$ 以上とすることにより、一層ガスセンサの応答時間を低減することができると考えられる。

[0052]（実験例 2）

本例は、図 18 に示すごとく、実施例 1、2 のガスセンサ 1 と基本構成を略同じくした種々のガスセンサを、実際のエンジンの排気管に設置して、その応答性を評価した例である。なお、本例又は本例に関する図面において用いた符号のうち、実施例 1 において用いた符号と同一のものは、特に示さない限り、実施例 1 と同様の構成要素等を表す。

[0053] 試験にあたっては、2.5 Lの直列4気筒のエンジンの排気管に、各ガスセンサを設置した。そして、回転数1000回/分にてエンジンを運転した。そして、エンジンに供給する混合気の空燃比 A/F が14となる状態と、15となる状態とを複数回にわたって交互に形成した。また、ガスセンサの素子温度は750℃とした。

[0054] そしてこのとき、ガスセンサによって実際に測定される A/F の値を調べた。すなわち、図19の曲線L1に示すように、時刻 t_1 においてエンジンの空燃比を14から15へと移行したとき、時刻 t_1 から、曲線L2によって表したガスセンサによって測定される A/F の値が14から15に向かって63%上昇するまで（すなわち、 A/F の値が14.63となるまで）の時間を測定した。そして、この測定された時間と時刻 t_1 との時間のずれを応答時間 Δt_1 として算出した。

[0055] また、時刻 t_2 においてエンジンの空燃比（曲線L1）を15から14へと移行したとき、時刻 t_2 から、ガスセンサによって測定される A/F の値（曲線L2）が15から14に向かって63%減少するまで（すなわち、 A/F の値が14.37となるまで）の時間を測定した。そして、この測定された時間と時刻 t_2 との時間のずれを応答時間 Δt_2 として算出した。

そして、これを複数回繰り返し、複数の応答時間 Δt_1 及び複数の応答時間 Δt_2 の平均値を算出して各ガスセンサの平均応答時間 T_2 とした。

[0056] なお、複数のガスセンサは、実験例1と同様に、インナカバー41の形状、アウトカバー42の形状、インナ側面孔51、インナ底面孔52、アウト側面孔61、アウト底面孔62の位置や大きさ、個数等を種々変更したものである。また、各ガスセンサのガス交換指標 E は、上述の流体解析によって得られる値である。

[0057] 本例の実験の測定結果を、図18に示す。同図から分かるように、ガス交換指標 E が大きいほど、平均応答時間 T_2 は短くなる。この傾向は、実験例1の結果（図17）におけるガス交換指標 E と平均入れ替り時間 T_1 との関係と略同様である。

そして、ガス交換指標 E が $13 \text{ mg}^2/\text{s}^2$ を下回ると、平均応答時間 T_2 が 730 ms （ミリ秒）を超えて長くなる。また、ガス交換指標 E が $20 \text{ mg}^2/\text{s}^2$ 以上となると、平均応答時間 T_2 を 700 ms 以下に短縮することができる。

[0058] 本例の実験結果は、上記実験例 1 における解析結果による結論と略一致する。つまり、本例によっても、ガス交換指標 E を $13 \text{ mg}^2/\text{s}^2$ 以上とすることにより、ガスセンサの応答時間を低減することができ、 $20 \text{ mg}^2/\text{s}^2$ 以上とすることにより、一層ガスセンサの応答時間を低減することができるということが確認できた。

[0059]（実験例 3）

本例は、図 20 に示すごとく、ガスセンサの被液抑制能を評価した例である。

まず、実験例 2 と同様に、インナカバー 41 の形状、アウトカバー 42 の形状、インナ側面孔 51、インナ底面孔 52、アウト側面孔 61、アウト底面孔 62 の位置や大きさ、個数等を種々変更した複数のガスセンサを用意した。そして、これらのガスセンサにつき、被水（被液）試験を行った。

[0060] 被水試験は、特開 2007-225592 号公報に詳細に記載された被水確認試験方法を用いると共に以下の手順にて行った。すなわち、水平面に対して傾斜させた配管に、ガスセンサを取付ける。そして、配管の上端開口部から水滴を含む空気を、噴射機から複数回噴射する。このときの、ガスセンサに内蔵されたセンサ素子 2 への被水痕面積を、測定した。

[0061] 実験結果を図 20 に示す。同図から分かるように、ガス交換指標 E が $80 \text{ mg}^2/\text{s}^2$ を超えると、被水痕面積が約 30 mm^2 と大きくなる。また、ガス交換指標 E が $72 \text{ mg}^2/\text{s}^2$ 以下であれば、被水痕面積が 20 mm^2 以下に抑制されている。この結果から、素子カバー 4 による被液抑制能を充分に得るためには、ガス交換指標 E を $80 \text{ mg}^2/\text{s}^2$ 以下とすることが求められることがわかる。また、ガス交換指標 E を $72 \text{ mg}^2/\text{s}^2$ 以下とすることにより、被液抑制能をより向上させることができることが分かる。

[0062] なお、上記実施例においては、有底筒状のコップ型のセンサ素子を備えたガスセンサにつき説明したが、板棒状の固体電解質体に他の層を積層してなるセンサ素子を備えたガスセンサに、本開示を適用することもできる。

符号の説明

- [0063]
- 1 ガスセンサ
 - 2 センサ素子
 - 2 1 固体電解質体
 - 2 2 測定電極
 - 2 3 基準電極
 - 3 ハウジング
 - 4 素子カバー
 - 4 1 インナカバー
 - 4 1 1 インナ側壁部
 - 4 1 2 インナ底壁部
 - 4 2 アウタカバー
 - 4 2 1 アウタ側壁部
 - 4 2 2 アウタ底壁部
 - 5 1 インナ側面孔
 - 5 2 インナ底面孔
 - 6 1 アウタ側面孔
 - 6 2 アウタ底面孔
 - Z 軸方向

請求の範囲

- [請求項1] 酸素イオン伝導性の固体電解質体（21）と該固体電解質体（21）の一方の面と他方の面とにそれぞれ設けた測定電極（22）及び基準電極（23）とを有するセンサ素子（2）と、
- 該センサ素子（2）を内側に挿通するハウジング（3）と、
- 該ハウジング（3）の先端側に配設された素子カバー（4）と、を備えるガスセンサ（1）であって、
- 該素子カバー（4）は、上記センサ素子（2）の先端部を外周側及び先端側から覆うように配設されたインナカバー（41）と、該インナカバー（41）を外周側及び先端側から覆うように配設されたアウトカバー（42）とを有し、
- 上記インナカバー（41）は、軸方向（Z）に沿ったインナ側壁部（411）と、該インナ側壁部（411）の先端側に設けられて軸方向（Z）に対して交差するインナ底壁部（412）とを有し、
- 上記アウトカバー（42）は、軸方向（Z）に沿ったアウト側壁部（421）と、該アウト側壁部（421）の先端側に設けられて軸方向（Z）に対して交差するアウト底壁部（422）とを有し、
- 上記インナ側壁部（411）に形成されたインナ側面孔（51）は、上記測定電極（22）よりも基端側に位置し、
- 上記アウト側壁部（421）に形成されたアウト側面孔（61）は、上記インナ側面孔（51）よりも先端側に位置し、
- 上記インナ底壁部（412）に形成されたインナ底面孔（52）は、上記測定電極（22）よりも先端側に位置し、
- 上記アウト底壁部（422）に形成されたアウト底面孔（62）は、上記インナ底面孔（52）よりも外側に位置しており、
- 流量：0.02 kg/s、温度：625℃、密度：0.393229547 kg/m³、ガス粘性率：3.75223×10⁻⁵ kg/(m・s)、拡散係数：0.000234886 m²/s、流速：15.

119167 m/s であるガスの流路に上記ガスセンサ（１）を設置したという解析条件下において流体解析を行ったとき、上記アウト側面孔（６１）から上記アウトカバー（４２）内へのガスの流入総流量と、上記インナ底面孔（５２）から上記インナカバー（４１）外へのガスの流出総流量との積によって定義されるガス交換指標が、13～80 mg²/s²となるよう構成されていることを特徴とするガスセンサ（１）。

[請求項2] 上記ガス交換指標が、20～72 mg²/s²となるよう構成されていることを特徴とする請求項１に記載のガスセンサ（１）。

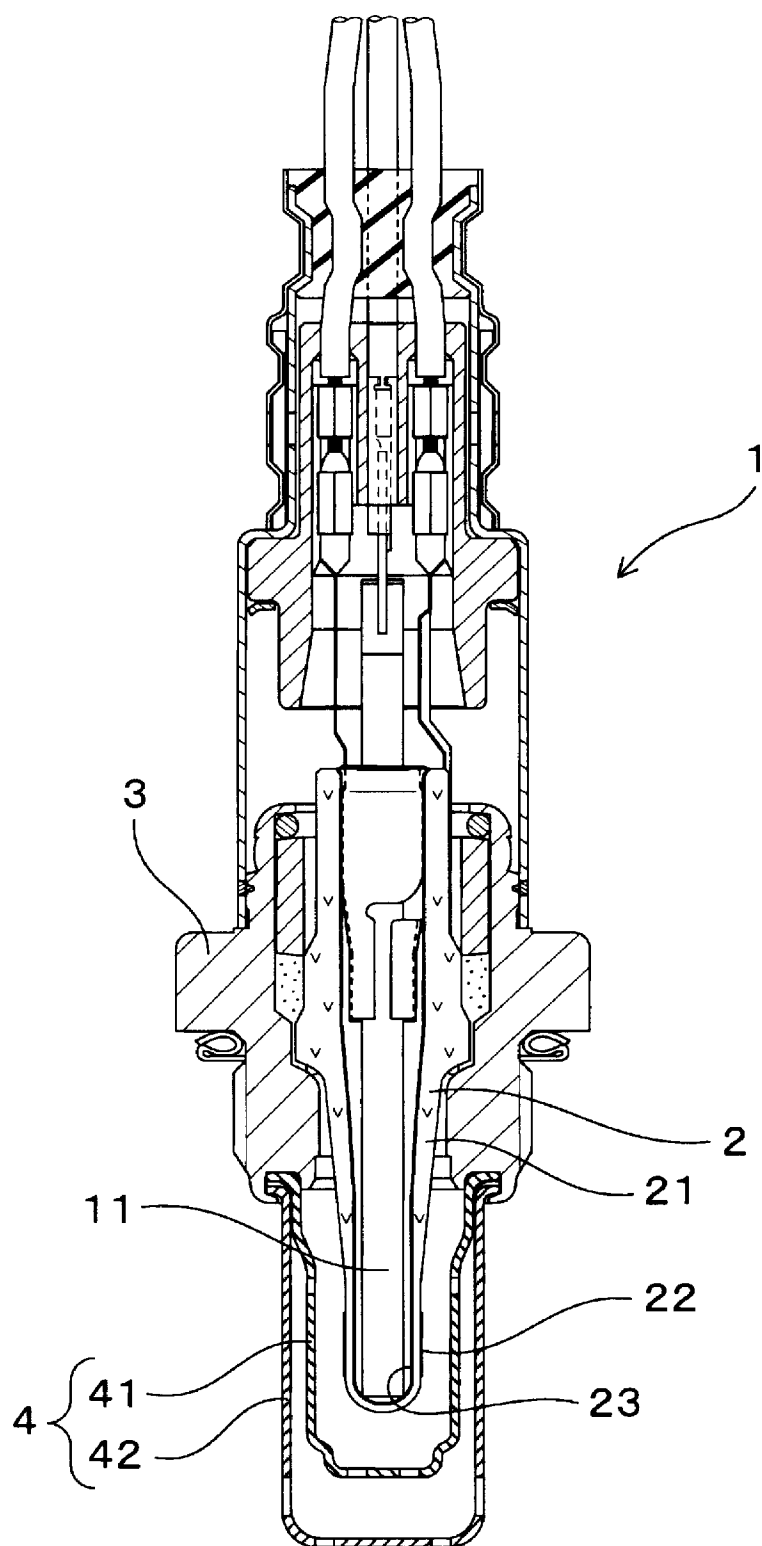
[請求項3] 上記インナ底面孔（５２）は、軸方向（Ｚ）に対して直交する上記インナ底壁部（４１２）に形成されていることを特徴とする請求項１又は２に記載のガスセンサ（１）。

[請求項4] 上記センサ素子（２）は、先端側が閉塞されると共に基端側が開放された有底筒状のコップ型であることを特徴とする請求項１～３のいずれか一項に記載のガスセンサ（１）。

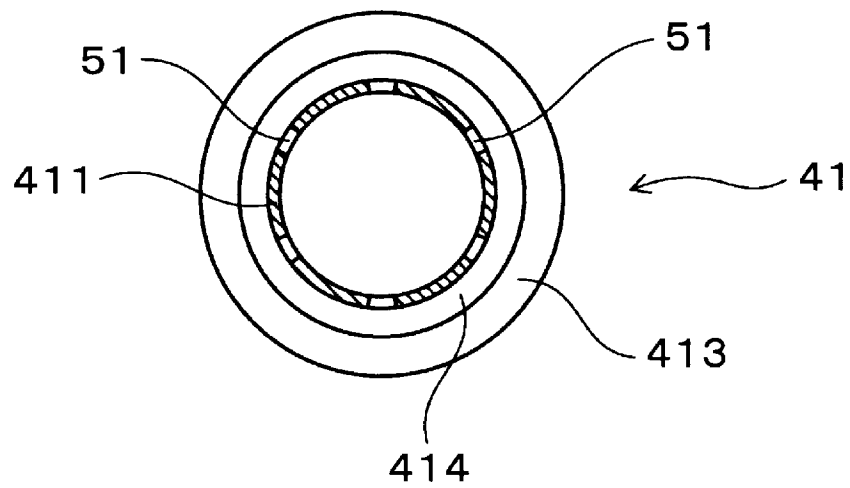
[請求項5] 内燃機関の排気系における触媒フィルタよりも下流側に設置されるリア用ガスセンサであることを特徴とする請求項１～４のいずれか一項に記載のガスセンサ（１）。

[請求項6] 上記測定電極（２２）と上記基準電極（２３）との間に所定の電圧を印加することにより、被測定ガス中の特定ガス濃度に依存した限界電流値を出力する限界電流式のガスセンサであることを特徴とする請求項１～５のいずれか一項に記載のガスセンサ（１）。

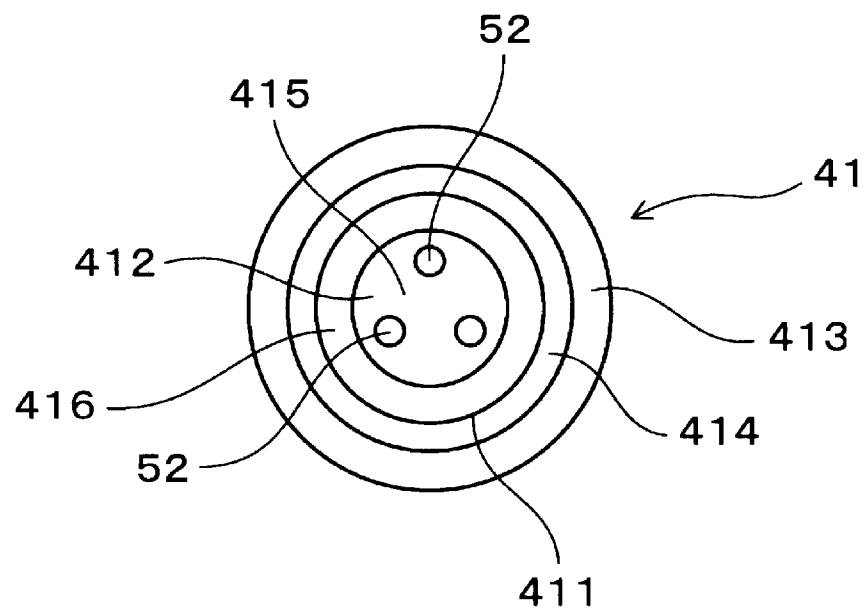
[図2]



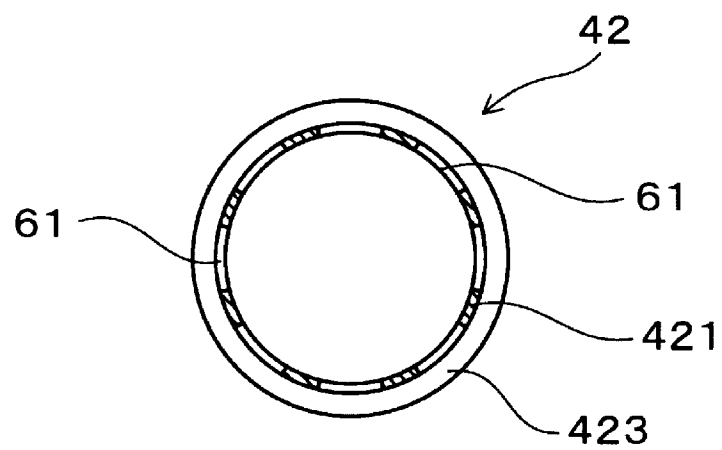
[図3]



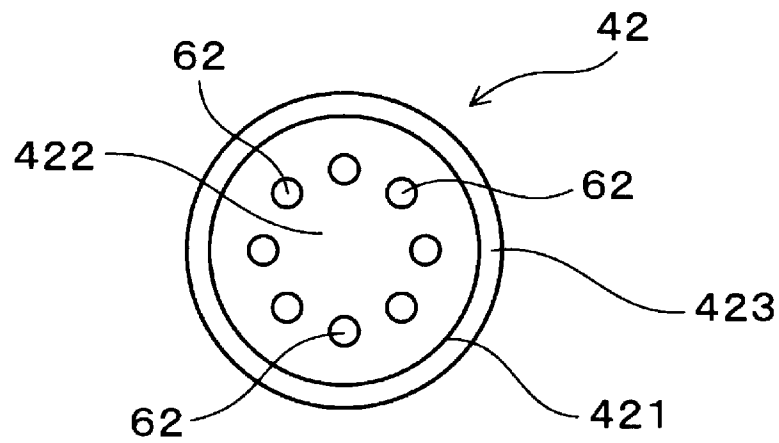
[図4]



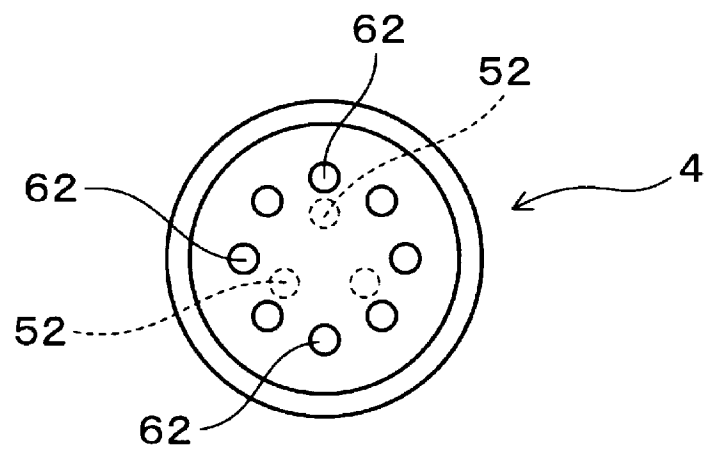
[図5]



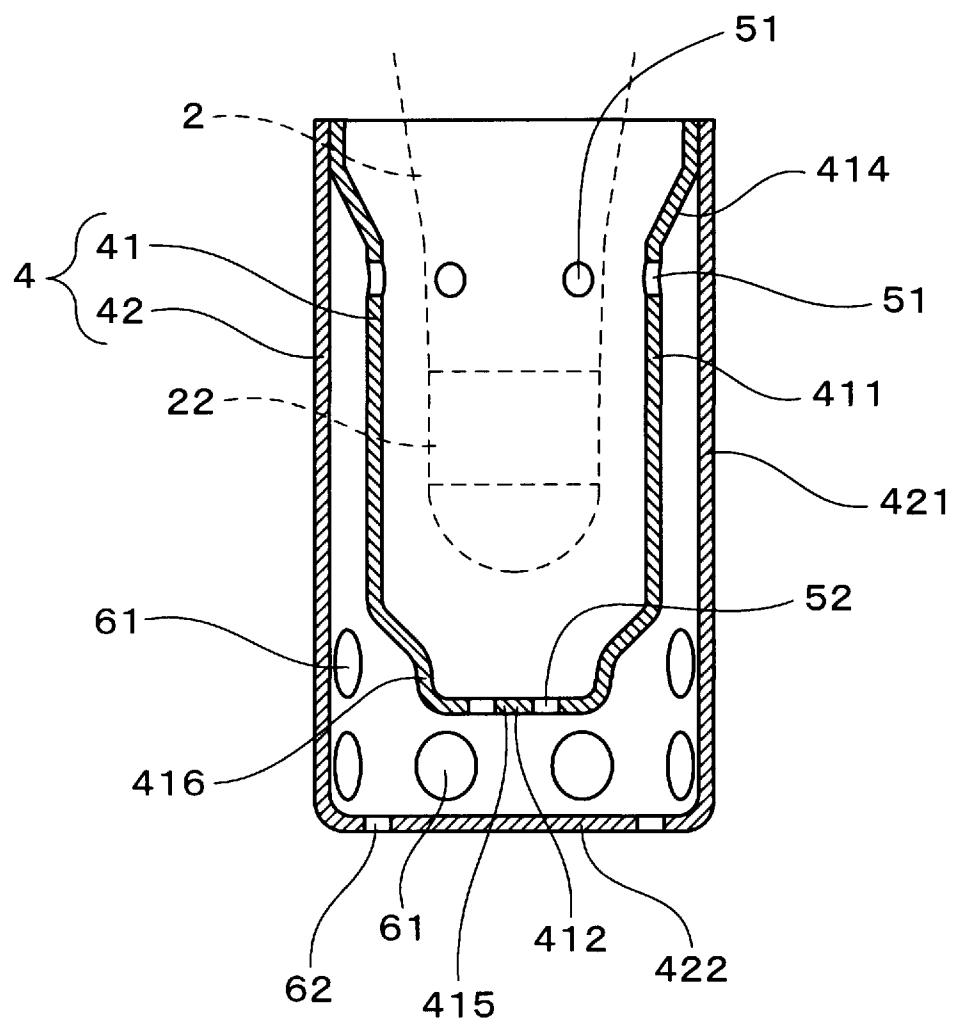
[図6]



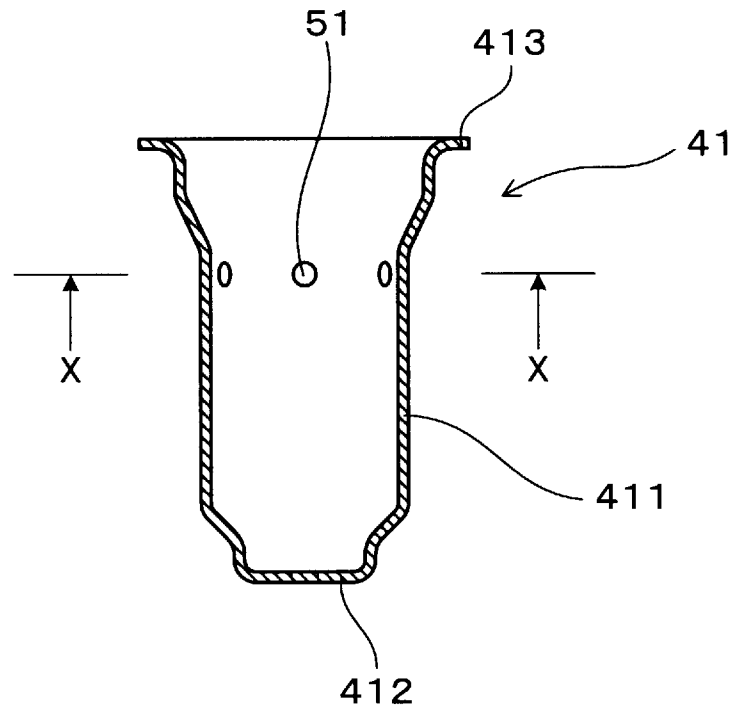
[図7]



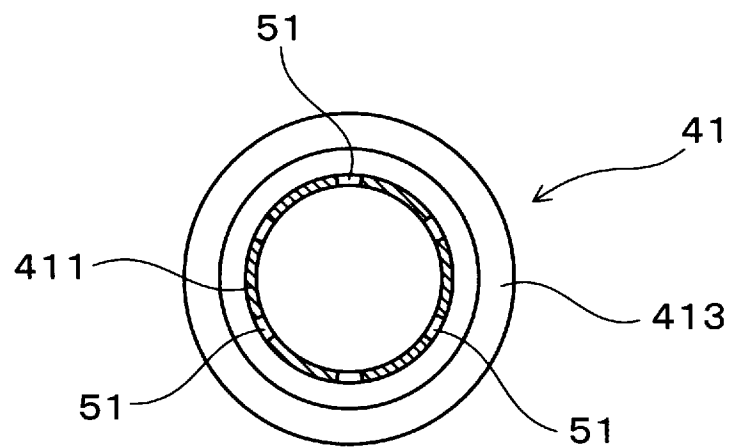
[図8]



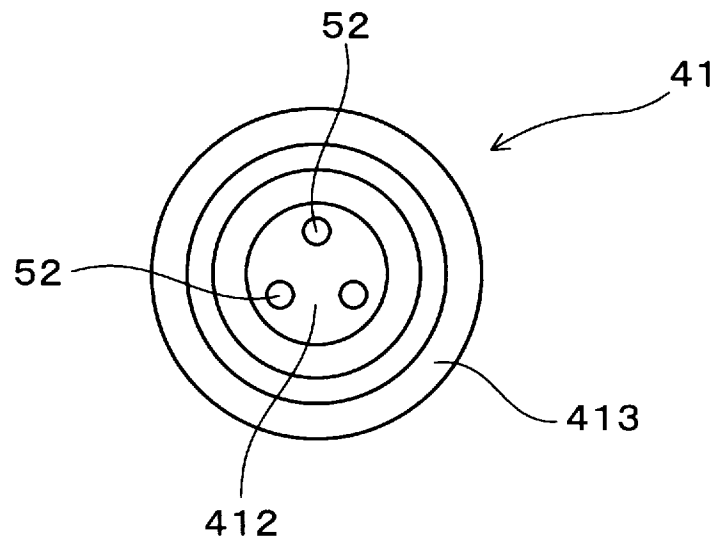
[図9]



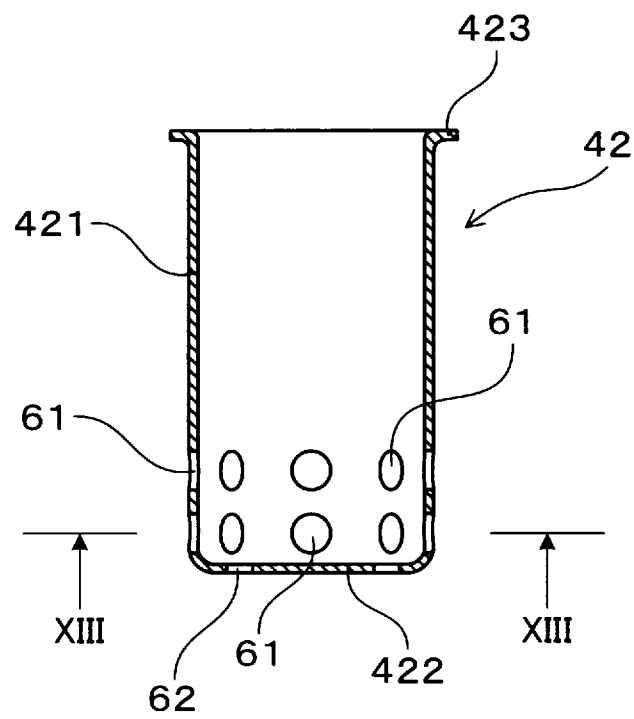
[図10]



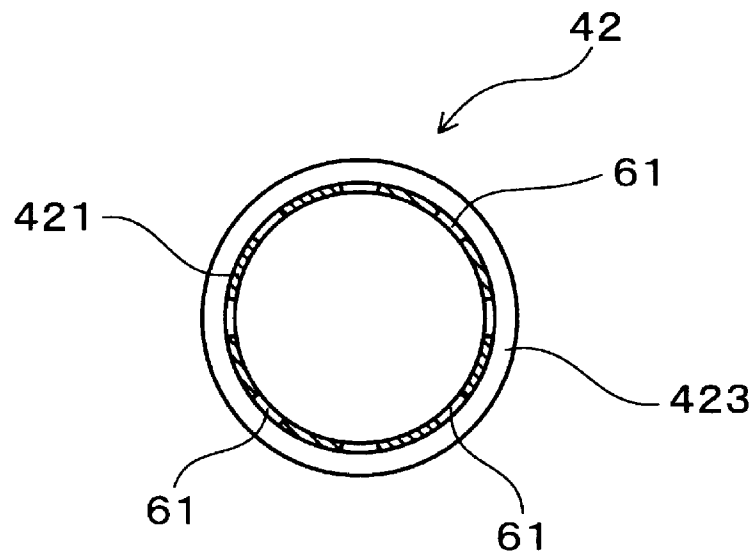
[図11]



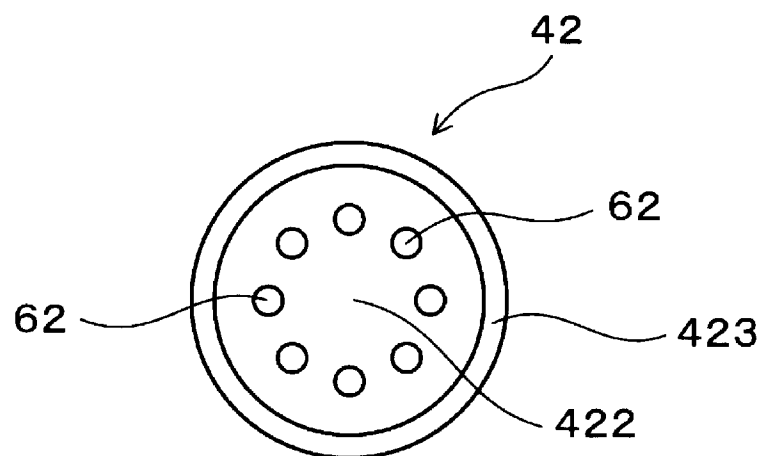
[図12]



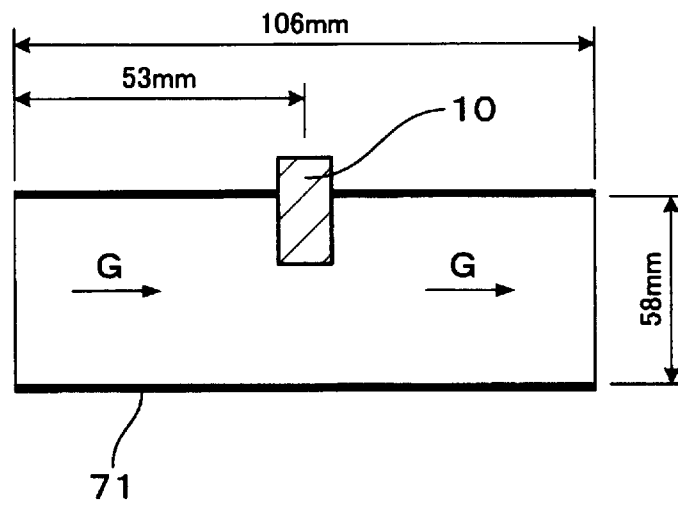
[図13]



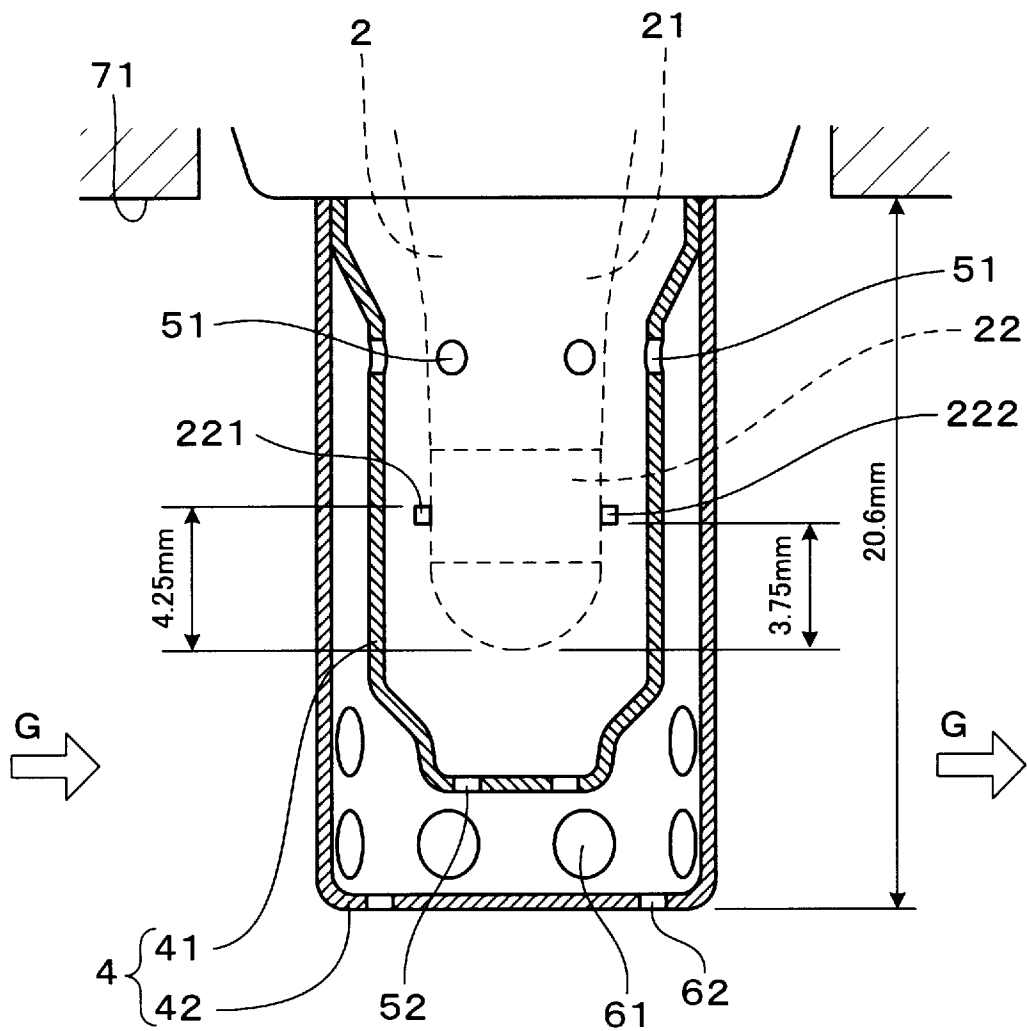
[図14]



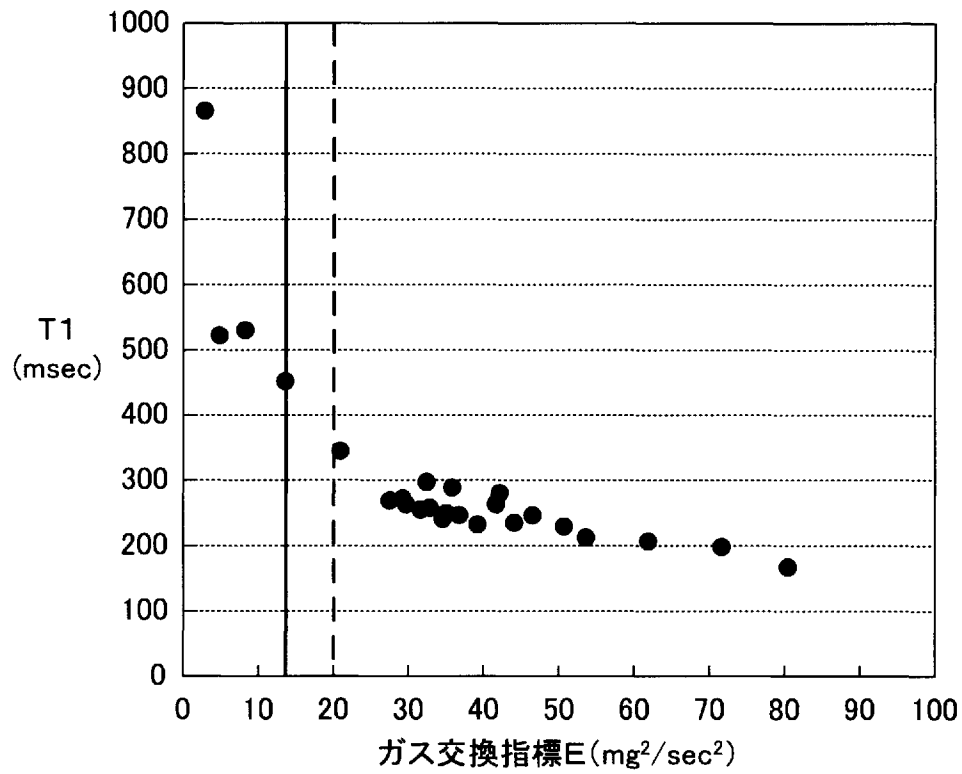
[図15]



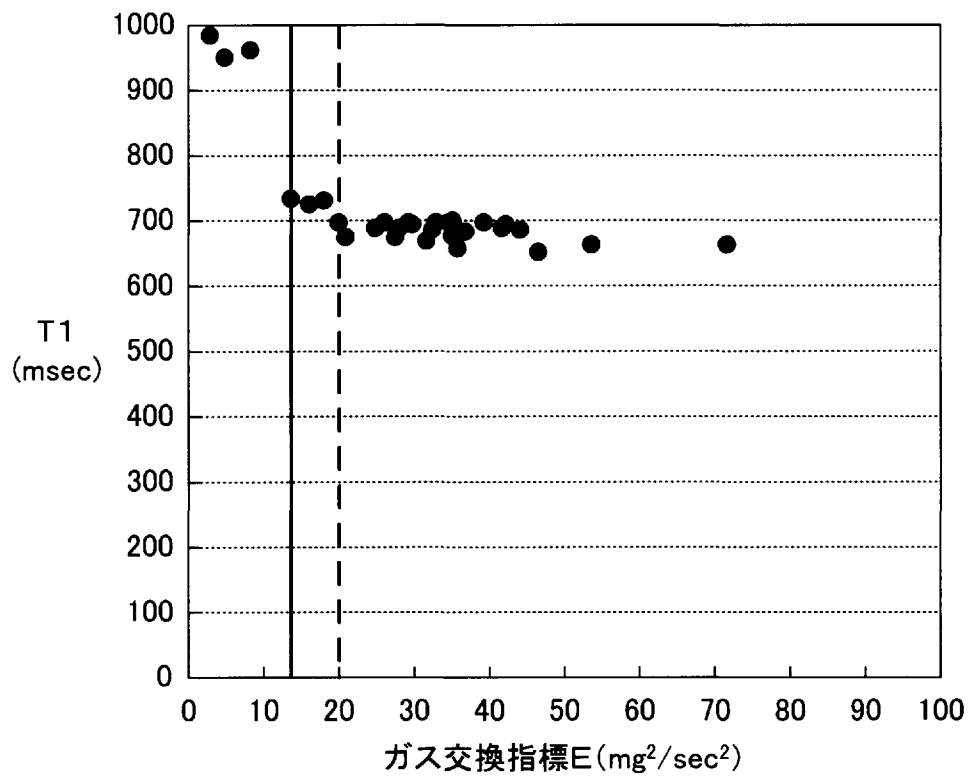
[図16]



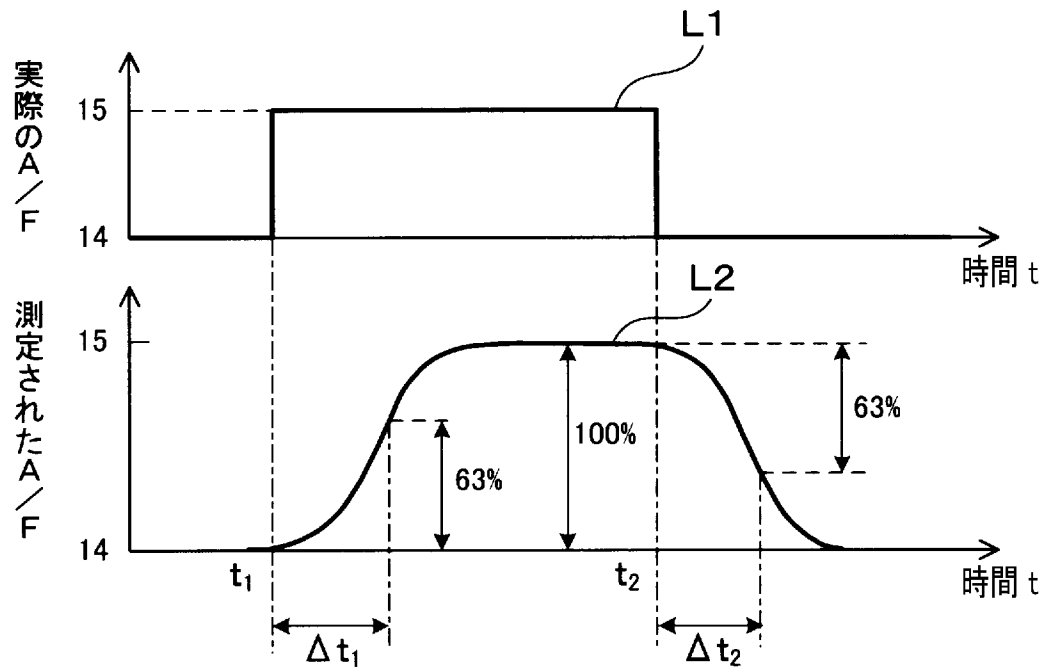
[図17]



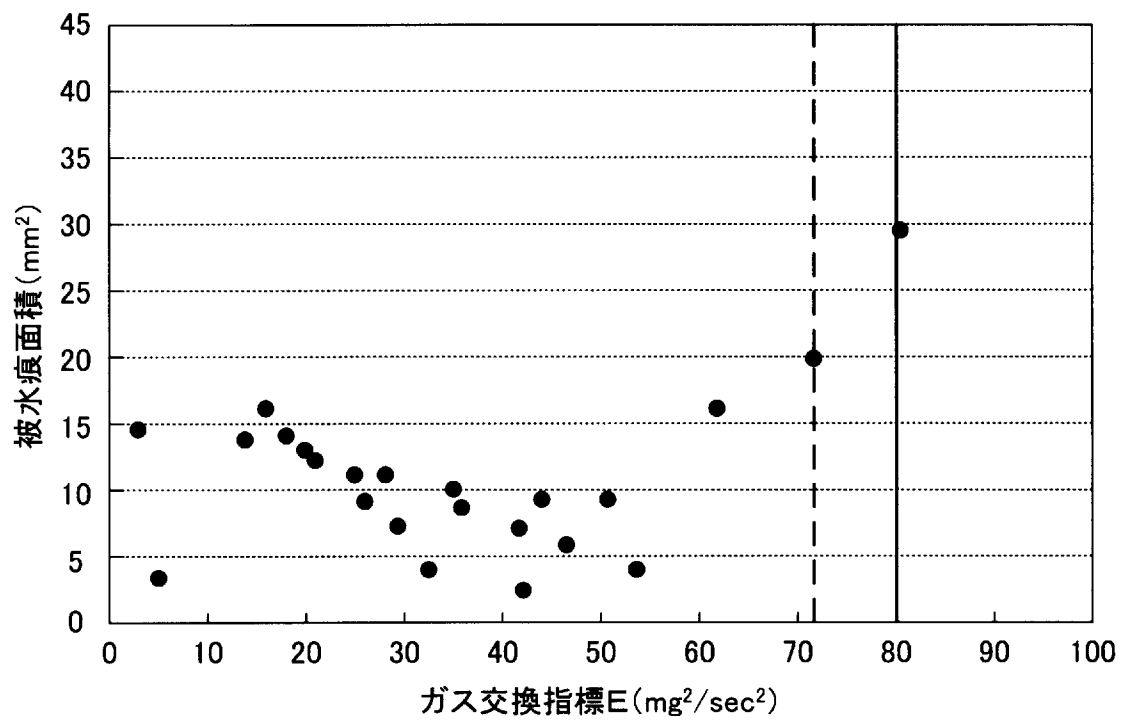
[図18]



[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/068528

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N27/409(2006.01)i, G01N27/41(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)

G01N27/409, G01N27/41

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 2007-33425 A (Denso Corp.), 08 February 2007 (08.02.2007), entire text; all drawings & US 2006/0108222 A1	1-6
A	JP 2007-101353 A (Denso Corp.), 19 April 2007 (19.04.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2009-145268 A (Denso Corp.), 02 July 2009 (02.07.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-6



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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
10 September 2015 (10.09.15)

Date of mailing of the international search report
29 September 2015 (29.09.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/068528

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 2007-17453 A (Denso Corp.), 25 January 2007 (25.01.2007), entire text; all drawings & US 2004/0011646 A1 & EP 1236998 A2	1-6
A	JP 2001-228112 A (Denso Corp.), 24 August 2001 (24.08.2001), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G01N27/409(2006.01)i, G01N27/41(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（I P C）） Int.Cl. G01N27/409, G01N27/41			
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 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015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）			
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 請求項の番号	
A	JP 2007-33425 A (株式会社デンソー) 2007.02.08, 全文、全図 & US 2006/0108222 A1	1-6	
A	JP 2007-101353 A (株式会社デンソー) 2007.04.19, 全文、全図（ファミリーなし）	1-6	
A	JP 2009-145268 A (株式会社デンソー) 2009.07.02, 全文、全図（ファミリーなし）	1-6	
☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ 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 10.09.2015		国際調査報告の発送日 29.09.2015	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 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） 黒田 浩一 電話番号 03-3581-1101 内線 3252	2 J 9218

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 請求項の番号
A	JP 2007-17453 A (株式会社デンソー) 2007. 01. 25, 全文、全図 & US 2004/0011646 A1 & EP 1236998 A2	1-6
A	JP 2001-228112 A (株式会社デンソー) 2001. 08. 24, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6