

(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11月3日(03.11.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/174988 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 27/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/060643
- (22) 国際出願日: 2016年3月31日(31.03.2016)
- (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 2015-093602 2015年4月30日(30.04.2015) JP
- (71) 出願人: 日本写真印刷株式会社(NISSHA PRINTING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6048551 京都府京都市中京区壬生花井町3番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 松本 晋一(MATSUMOTO, Shinichi); 〒6640891 兵庫県伊丹市北園三丁目3番3号 エフアイエス株式会社内 Hyogo (JP). 島袋 宗春(SHIMABUKURO, Muneharu); 〒6640891 兵庫県伊丹市北園三丁目3番3号 エフアイエス株式会社内 Hyogo (JP). 栗林 晴美(KURIBAYASHI, Harumi); 〒6640891 兵庫県伊丹市北園三丁目3番3号 エフアイエス株式会社内 Hyogo (JP). 福地 健一(FUKUCHI, Kenichi); 〒6640891 兵庫県伊丹市北園三丁目3番3号 エフアイエス株式会社内 Hyogo (JP). 田村 隆司(TAMURA, Ryuji);

〒6640891 兵庫県伊丹市北園三丁目3番3号
エフアイエス株式会社内 Hyogo (JP).

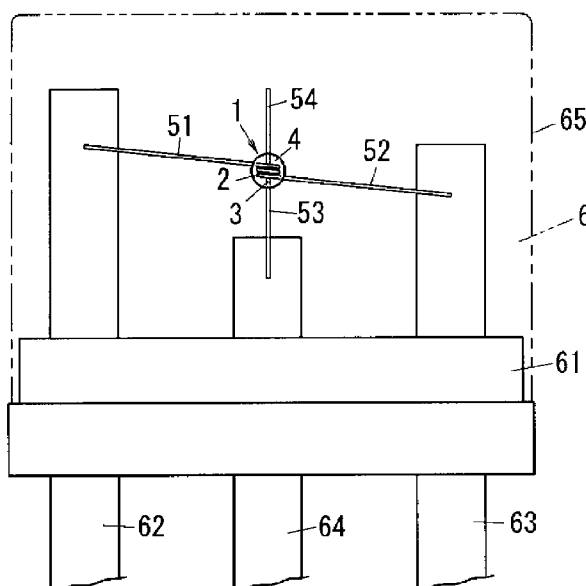
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, 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, 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), ユーロシア (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))

(54) Title: SEMICONDUCTOR GAS SENSOR AND GAS DETECTION DEVICE PROVIDED WITH SAME

(54) 発明の名称: 半導体式ガスセンサ、およびこれを備えたガス検知装置



(57) Abstract: [Problem] To provide a semiconductor gas sensor in which even if the size of a heater-electrode is reduced to make it possible to reduce the size of a gas-sensitive element, a central electrode can be prevented from coming into contact with the heater-electrode, and a gas detection device provided with the same. [Solution] A semiconductor gas sensor 1 is provided with a central electrode 3, a coil-shaped heater-electrode 2 that is wound around the central electrode 3 in a state of being removed from the central electrode 3, and a gas-sensitive element 4 that covers the heater-electrode 2 and central electrode 3. The heater-electrode 2 has an outer diameter ϕ of 140 μm or less and is configured such that the ratio of the length L along the central axis direction to the outer diameter ϕ is 1 or less.

(57) 要約: 【課題】感ガス体の大きさを小さくするべく、ヒータ兼用電極の大きさを小さくしても、中心電極がヒータ兼用電極に接触するのを抑制できる半導体式ガスセンサ、およびこれを備えたガス検知装置を提供する。【解決手段】中心電極3と、中心電極3から離れた状態でこの中心電極3の周囲に巻き回されてコイル状に形成されたヒータ兼用電極2と、ヒータ兼用電極2と中心電極3とを覆う感ガス体4とを備えた半導体式ガスセンサ1である。ヒータ兼用電極2は、外径 ϕ が140 μm 以下で、かつ、外

径 ϕ に対する前記中心軸方向の長さ L の比率が1以下となるように構成されている。

明 細 書

発明の名称：

半導体式ガスセンサ、およびこれを備えたガス検知装置

技術分野

[0001] 本発明は、半導体式ガスセンサ、およびこれを備えたガス検知装置に関する。

背景技術

[0002] 特許文献 1 には、従来の半導体式ガスセンサが開示されている。この特許文献 1 記載の半導体式ガスセンサは、金属酸化物半導体ビーズと、この金属酸化物半導体ビーズに埋設されたヒータ兼用電極コイルと、このヒータ兼用電極コイルの中心軸に沿って配置された中心電極とを備えている。

[0003] この特許文献 1 記載の半導体式ガスセンサは、ヒータ兼用電極コイルの大きさが、中心軸方向の長さ $300\mu\text{m}$ 、内径 $150\mu\text{m}$ となるように形成されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開 2001-174426 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、この種の半導体式ガスセンサは、ヒータ兼用電極コイルと中心電極との間の抵抗値を検知するに当たり、ヒータ兼用電極コイルによって、金属酸化物半導体ビーズを対象ガスの検知に適した温度にまで加熱する。このため、半導体式ガスセンサは、金属酸化物半導体ビーズの体積が大きいと、熱応答性が悪くなり、対象ガスが検知可能な状態となるのに時間が掛かってしまう。

[0006] 一方、金属酸化物半導体ビーズは、ヒータ兼用電極コイルを覆うように設けられる。このため、金属酸化物半導体ビーズの体積は、ヒータ兼用電極コ

イルの径と中心軸方向の長さに影響を受けざるを得ない。したがって、金属酸化物半導体ビーズの体積をできる限り小さくするには、ヒータ兼用電極コイルの径と中心軸方向の長さを従来品よりも小さくする必要がある。

[0007] しかしながら、従来の半導体式ガスセンサは、ヒータ兼用電極コイルの中心軸方向の長さが、内径の2倍以上の長さに形成されている。このため、従来のヒータ兼用電極コイルを単に小さくするだけでは、製造時において、中心電極が中心軸に平行な状態から傾いた場合に、ヒータ兼用電極コイルの内周に中心電極が接触しやすいという問題がある。

[0008] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、ヒータ兼用電極の大きさを小さくしても、中心電極がヒータ兼用電極に接触するのを抑制できる半導体式ガスセンサ、およびこれを備えたガス検知装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の半導体式ガスセンサは、中心電極と、前記中心電極から離れた状態で前記中心電極の周囲に巻き回されてコイル状に形成されたヒータ兼用電極と、前記ヒータ兼用電極と前記中心電極とを覆う感ガス体とを備えた半導体式ガスセンサであって、前記ヒータ兼用電極は、外径が $140\mu\text{m}$ 以下で、かつ、前記外径に対する前記中心軸方向の長さの比率が1以下となるように構成されていることを特徴とする。

[0010] またこの半導体式ガスセンサにおいて、前記ヒータ兼用電極のターン数が2以下であることが好ましい。

[0011] またこの半導体式ガスセンサにおいて、前記感ガス体の体積が 0.001mm^3 以上 0.01mm^3 以下であることが好ましい。

[0012] また、ガス検知装置は、上記半導体式ガスセンサと、前記半導体式ガスセンサを駆動する駆動部と、前記半導体式ガスセンサの駆動中の前記ヒータ兼用電極と中心電極との間の抵抗値に基づいて対象ガスを検知する検出部とを備えていることを特徴とする。

発明の効果

[0013] 本発明の半導体式ガスセンサは、外径に対する中心軸方向の長さの比率が 1 以下となるように構成されているため、製造時において、中心電極が傾いた場合であっても、当該中心電極がヒータ兼用電極に接触しにくい。したがって、本発明の半導体式ガスセンサおよびガス検知装置によれば、ヒータ兼用電極の大きさを小さくしても、中心電極がヒータ兼用電極に接触するのを抑制できる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]実施形態のガス検知装置の概略図である。

[図2]実施形態の半導体式ガスセンサにおけるヒータ兼用電極および中心電極の近傍の正面図である。

[図3]実施形態のガス検知装置のブロック図である。

[図4]従来品の半導体式ガスセンサと実施形態の半導体式ガスセンサとを並べて撮影した写真である。

[図5]図 5 A は実施形態の半導体式ガスセンサである。図 5 B は従来の半導体式ガスセンサである。

[図6]図 6 A は変形例 1 のヒータ兼用電極および中心電極の正面図である。図 6 B は変形例 1 のヒータ兼用電極および中心電極の側面図である。図 6 C は変形例 1 のヒータ兼用電極および中心電極の平面図である。

[図7]図 7 A は変形例 2 のヒータ兼用電極および中心電極の正面図である。図 7 B は変形例 2 のヒータ兼用電極および中心電極の側面図である。図 7 C は変形例 2 のヒータ兼用電極および中心電極の平面図である。

[図8]図 8 A は変形例 3 のヒータ兼用電極および中心電極の正面図である。図 8 B は変形例 3 のヒータ兼用電極および中心電極の側面図である。図 8 C は変形例 3 のヒータ兼用電極および中心電極の平面図である。

[図9]図 9 A は、実施例 1 ～ 3 の試験結果を示したグラフである。図 9 B は、実施例 4 ～ 6 の試験結果を示したグラフである。図 9 C は、参考例の試験結果を示したグラフである。

[図10]図 10 A は、実施例 1 ～ 3 の熱応答性についての試験結果を示したグ

ラフである。図 10 B は、実施例 4 ～ 6 の熱応答性についての試験結果を示したグラフである。図 10 C は、参考例の熱応答性についての試験結果を示したグラフである。

[図11]図 11 A は、実施例 1 のヒータ温度とガスセンサの感度との関係を示したグラフである。図 11 B は、実施例 2 のヒータ温度とガスセンサの感度との関係を示したグラフである。図 11 C は、実施例 3 のヒータ温度とガスセンサの感度との関係を示したグラフである。

[図12]図 12 A は、実施例 4 のヒータ温度とガスセンサの感度との関係を示したグラフである。図 12 B は、実施例 5 のヒータ温度とガスセンサの感度との関係を示したグラフである。図 12 C は、実施例 6 のヒータ温度とガスセンサの感度との関係を示したグラフである。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明の実施形態について添付図面に基づいて説明する。

[0016] 本実施形態のガス検知装置は、半導体式ガスセンサ 1（以下、ガスセンサ 1 という）と、このガスセンサ 1 を駆動する駆動部 7 と、ガスセンサ 1 の駆動中の抵抗値に基づいて対象ガスを検知する検出部 8 と、筐体 6 とを備えている。

[0017] ガスセンサ 1 は、検知対象の気体（以下、対象ガス）に曝露されると、対象ガスの濃度に応じて抵抗値を変化させる。ガスセンサ 1 は、図 1 に示すように、ヒータ兼用電極 2 と、中心電極 3 と、感ガス体 4 と、複数のリード線 5 1 ～ 5 3 とを備えている。

[0018] ヒータ兼用電極 2 は、所定温度になるよう感ガス体 4 を加熱する。ヒータ兼用電極 2 は、中心軸回りに巻き回されたコイル状（いわゆる空芯コイル状）をなしており、通電により発熱するように構成されている（ヒータ兼用電極 2 の内周で囲まれた空間を透孔部 2 1 という）。ヒータ兼用電極 2 は、たとえば、線径が 10 ～ 25 μm （好ましくは 15 ～ 20 μm 、より好ましくは 15 μm ）の白金や白金合金等の貴金属線からなる線材により構成される。

[0019] ヒータ兼用電極 2 は、図 2 に示すように、外径 ϕ が $140\ \mu\text{m}$ 以下で、かつ、中心軸に沿った方向（以下、中心軸方向という）の長さ L の外径 ϕ に対する比率が 1 以下（すなわち、外径 ϕ : 長さ $L = 1 : 1$ 以下）となるように設定されている。このヒータ兼用電極 2 は、感ガス体 4 を保持することができればよく、外径 ϕ に対する中心軸方向の長さ L の比率は、好ましくは 1 未満、より好ましくは 0.2 以上 1 未満である。

[0020] 本実施形態にいう中心軸方向の長さ L とは、ヒータ兼用電極 2 の中心軸方向の一方の端部側の辺から他方の端部側の辺までの寸法をいう。なお、中心軸方向の長さ L は、感ガス体 4 に覆われている部分において中心軸に平行な方向の長さとはほぼ同じ長さとなるため、これを用いてもよい。

[0021] 具体的に、本実施形態のヒータ兼用電極 2 は、線径 $15\ \mu\text{m}$ の線材を、外径 ϕ が $110\ \mu\text{m}$ 、中心軸方向の長さ L が $65\ \mu\text{m}$ となるよう巻き回すことで形成されている。すなわち、本実施形態のヒータ兼用電極 2 の外径 ϕ に対する中心軸方向の長さ L の比率は、0.59 である。

[0022] また、本実施形態のヒータ兼用電極 2 は、ターン数が 2 である。ここで、ターン数は、図 2 において a 点から b 点までを 1 ターンとし、中心軸方向に見た場合の巻き回数 N （ N は自然数）を示す。

[0023] なお、本実施形態のヒータ兼用電極 2 は、2 ターン以下であるが、後述の変形例のように 1 ターンであることが好ましい。また、後述の変形例のように 3 ターンであってもよい。つまり、2 ターン以下であることは必須ではない。

[0024] ヒータ兼用電極 2 の両端には、それぞれ、リード線 51, 52 が設けられている。リード線 51, 52 は、感ガス体 4 の内部から感ガス体 4 の外部に引き出されるようにして設けられている。リード線 51, 52 は、図 1 に示すように、ベース 61 を貫通し当該ベース 61 に保持された端子 62, 63 に電氣的に接続される。これにより、ガスセンサ 1 は、端子 62, 63 に固定される。なお、リード線 51, 52 とヒータ兼用電極 2 とは、別体であってもよいが、本実施形態では、1 本の線材により構成されており、一体に形

成されている。

[0025] 中心電極3は、ヒータ兼用電極2の中心軸に沿うようにして透孔部21に通されており、すなわち、ヒータ兼用電極2の内部に通されている。中心電極3は、ヒータ兼用電極2に接触しないように、ヒータ兼用電極2から離れて配置されている。中心電極3は、直線状に形成されており、感ガス体4に埋め込まれている。中心電極3は、たとえば、線径が $10\sim 25\mu\text{m}$ （好ましくは $15\sim 20\mu\text{m}$ 、より好ましくは $15\mu\text{m}$ ）の白金や白金合金等の貴金属線からなる線材により構成される。なお、本実施形態の中心電極3は、ヒータ兼用電極2に対し、同じ線径でかつ同じ材質で構成されているが、互いに異なってもよい。

[0026] 中心電極3の少なくとも一端には、リード線53が設けられている。このリード線53は、感ガス体4の内部から感ガス体4の外部に引き出されるようにして設けられている。本実施形態のガス検知装置は、図1に示すように、リード線53が端子64に電氣的に接続される。なお、中心電極3において、端子64に接続された側とは反対側の端部の、感ガス体4から引き出された部分54は、設けられていなくてもよい。

[0027] 感ガス体4は、ヒータ兼用電極2と中心電極3との間の隙間に充填され、さらに、ヒータ兼用電極2を覆うようにして設けられている。感ガス体4は、金属酸化物半導体を含有し、略球状をなしている。この金属酸化物半導体は、たとえば、酸化スズ、酸化タングステン、酸化インジウム、酸化亜鉛、酸化チタン、チタン酸ストロンチウム、チタン酸バリウム、およびスズ酸バリウムから選択される金属酸化物を含有する。感ガス体4は、たとえば、金属酸化物半導体の粉末を含有する成形材料が焼成されることで形成される。

[0028] 感ガス体4の体積は、ヒータ兼用電極2の大きさに影響されるが、たとえば、 0.001mm^3 以上 0.01mm^3 以下であるが、好ましくは 0.001mm^3 以上 0.003mm^3 以下であり、より好ましくは、 0.001mm^3 以上 0.002mm^3 以下に形成される。

[0029] なお、本実施形態のヒータ兼用電極2は、線径 $15\mu\text{m}$ 、外径 $\phi 110\mu$

m, 中心軸方向の長さL 65 μ m, 2ターンに設定されており、体積は0.0006 mm³である。この場合の感ガス体4の体積は、0.003 mm³である。

[0030] このようなガスセンサ1は、たとえば、次のようにして製造される。ヒータ兼用電極2の内部において、中心軸に沿って中心電極3を通す。このとき、本実施形態のヒータ兼用電極2は、外径 ϕ が140 μ m以下であり、従来品に比べて小径であるため、中心電極3に接触しやすく、一見すると作業が困難であるようにも思える。しかし、本実施形態のヒータ兼用電極2は、外径 ϕ に対する中心軸方向の長さLの比率が1以下となるように設定されているため、中心電極3が多少傾いても、当該中心電極3に接触しにくいように構成されている。このため、ヒータ兼用電極2の外径 ϕ が従来品より小さくても、作業性の低下が抑制でき、この結果、組み立て不良品の発生を抑制できる。

[0031] 次に、この状態で、中心電極3およびヒータ兼用電極2を覆うようにして成形材料を塗布する。このとき、中心電極3とヒータ兼用電極2とが離れた状態を保ったまま成形材料を塗布し、これにより、中心電極3とヒータ兼用電極2との間の隙間に成形材料を充填すると共に、成形材料でヒータ兼用電極2を覆う。そして、この状態のまま成形材料を加熱し、成形材料を焼結する。これにより、感ガス体4が形成される。

[0032] このような構成のガスセンサ1は、ヒータ兼用電極2に一定時間通電することで、当該ヒータ兼用電極2を発熱させ、これにより、感ガス体4の温度を対象ガスの検知に適した温度にまで上昇させる。この状態で、ガスセンサ1の感ガス体4が対象ガスに曝露されると、対象ガスの濃度に応じて、端子62と端子64との間の抵抗値が変化する。

[0033] なお、ここでいう端子62と端子64との間の抵抗値は、ヒータ兼用電極2と中心電極3との間に介在する感ガス体4の抵抗値を意味する。

[0034] 筐体6は、ベース61と、このベース61に取り付けられるキャップ体65とを備えている。キャップ体65は、上下方向に開口した筒状に形成され

ている。キャップ体 6 5 の上部開口（気体取込口）には、たとえば、ステンレス製の金網が設けられている。キャップ体 6 5 の下部開口には、ベース 6 1 が取り付けられる。ガスセンサ 1 は、この筐体 6 の内部に配置される。また、気体取込口とガスセンサ 1 との間には、活性炭やシリカ等のフィルタが装着されている。気体取込口から取り込まれた気体はフィルタを通過し、フィルタを通過した気体は、ガスセンサ 1 に接触するように構成されている。

[0035] ガス検知装置は、図 3 に示すように、ガスセンサ 1 を駆動する駆動部 7 と、ガスセンサ 1 の駆動中の抵抗値に基づいて対象ガスを検知する検出部 8 とを備えている。

[0036] 駆動部 7 は、制御部 7 1 と、電源回路 7 2 と、スイッチング素子 7 3 とを備えている。制御部 7 1 は、スイッチング素子 7 3 を制御し、電源回路 7 2 からヒータ兼用電極 2 に通電して感ガス体 4 を加熱する。これにより、駆動部 7 はガスセンサ 1 を駆動する。制御部 7 1 は、スイッチング素子 7 3 の制御によって、ヒータ兼用電極 2 へ供給する電力量を調節している。電源回路 7 2 は、一定の電圧の直流電圧を出力する。電源回路 7 2 の正極の出力端は、ガスセンサ 1 の端子 6 2 に対し、スイッチング素子 7 3 を介して電氣的に接続されている。電源回路 7 2 の負極の出力端は、ガスセンサ 1 の端子 6 3 に対し、電氣的に接続されている。つまり、ヒータ兼用電極 2 には、スイッチング素子 7 3 を介して電源回路 7 2 が電氣的に接続されている。

[0037] 検出部 8 は、ガスセンサ 1 に電氣的に接続されており、ガスセンサ 1 の抵抗値を検出する。検出部 8 は、ガスセンサ 1 の抵抗値に基づいて、燃焼ガス中における対象ガスを検知する。検出部 8 には、出力部 9 が接続されている。検出部 8 は、対象ガスの検出結果に応じて出力部 9 を制御し、発光ダイオードの点灯状態を変化させたり、ブザーやスピーカに警報音を出力させたりすることによって、検出結果をユーザに通知する。

[0038] なお、制御部 7 1 および検出部 8 は、マイコン（マイクロコンピュータ）により構成される。

[0039] 本実施形態のガス検知装置の駆動部 7 は、ヒータ兼用電極 2 に対し、間歇

的に電力を供給する。本実施形態の駆動部 7 は、たとえば、130 mW の電力を 0.06 ~ 0.1 秒間（好ましくは、0.1 秒間）続けて供給し、その後、2 秒 ~ 1 時間（本実施形態では 20 秒間）電力の供給を停止するように構成されている。

[0040] ここで、図 4 に本実施形態のガスセンサ 1 と、従来のガスセンサ 1' とを比較した写真を示す。図 4 にも明らかなように、本実施形態のガスセンサ 1 は、従来のガスセンサ 1' に比べて、感ガス体 4 の体積を大幅に小さくすることができた。このため、本実施形態のガスセンサ 1 は、従来のガスセンサ 1 に比べて、感ガス体 4 の熱容量が小さいため、消費電力を小さくすることができる。

[0041] 具体的に、感ガス体 4 を対象ガスの検知に適した温度に上昇させるための時間として、従来のガスセンサ 1 では、少なくとも 0.3 秒必要であったのに対し、本実施形態のガスセンサ 1 では、0.06 ~ 0.1 秒の加熱時間でよい。したがって、本実施形態のガスセンサ 1 は、従来のガスセンサ 1 に比べて、消費電力を小さくすることができ、熱応答性を大幅に改善できる。

<効果>

以上、説明したように、本実施形態の半導体式ガスセンサ 1 は、中心電極 3 と、ヒータ兼用電極 2 と、ヒータ兼用電極 2 と中心電極 3 とを覆う感ガス体 4 とを備える。ヒータ兼用電極 2 は、中心電極 3 から離れた状態でこの中心電極 4 の周囲に巻き回されてコイル状に形成される。ヒータ兼用電極 2 は、外径 ϕ が 140 μm 以下で、かつ、外径 ϕ に対する中心軸方向の長さ L の比率が 1 以下となるように構成されている。

[0042] このため、本実施形態の半導体式ガスセンサ 1 によれば、感ガス体 4 をできる限り小さく形成しようとした場合であっても、製造時において、作業性の低下が抑制でき、組み立て不良品の発生を抑制できる。すなわち、本実施形態のヒータ兼用電極 2 は、外径 ϕ に対する中心軸方向の長さ L の比率が 1 以下となるように構成されているため、製造時において、中心電極 3 が傾いた場合であっても、当該中心電極 3 に接触しにくい。また、中心電極 3 とヒ

ータ兼用電極 2 とが接触しないまでも、中心電極 3 の傾きは、中心電極 3 とヒータ兼用電極 2 との距離に影響するため、中心電極 3 とヒータ兼用電極 3 との間の感ガス体 4 の抵抗値（ガスセンサ 1 の抵抗値）に影響する。ただし、中心電極 3 とヒータ兼用電極 2 との距離に対する中心電極 3 の傾きの影響は、外径 ϕ に対する中心軸方向の長さ L の比率が小さいほど、小さくなる。したがって、本実施形態の構成によれば、中心電極 3 の傾きが生じたとしても、従来のガスセンサ 1' に比べてガスセンサ 1 の抵抗値への影響が小さく、複数のガスセンサ 1 間で抵抗値にばらつきが発生するのを抑制できる。

[0043] しかも、図 5 A に示すように、本実施形態のヒータ兼用電極 2 は、外径 ϕ に対する中心軸方向の長さ L の比率が 1 以下となるように構成されているため、感ガス体 4 を球状に近付けることができる。ここで、図 5 B には参考のために、外径 ϕ に対する中心軸方向の長さの比率が 1 以上となるヒータ兼用電極 2' と中心電極 3' とを用いた従来のガスセンサ 1 を示す。したがって、本実施形態のガスセンサ 1 によれば、ヒータ兼用電極 2 の中心軸方向の端部の外周部と、感ガス体 4 の外周面との間の厚み t を従来品の厚み t' に比べて厚くでき、被毒物質の影響を低減することができる。

[0044] また、本実施形態の半導体式ガスセンサ 1 は、以下の付加的な構成を有する。すなわち、本実施形態の半導体式ガスセンサ 1 は、ヒータ兼用電極 2 のターン数が 2 以下である。

[0045] このため、本実施形態の半導体式ガスセンサ 1 によれば、ヒータ兼用電極 2 の外径 ϕ に対する中心軸方向の長さ L の比率を極力小さくすることができ、一層、製造時において中心電極 3 がヒータ兼用電極 2 に接触しにくくできる。

[0046] また、本実施形態の半導体式ガスセンサ 1 は、以下の付加的な構成を有する。すなわち、本実施形態の半導体式ガスセンサ 1 は、感ガス体 4 の体積が 0.001 mm^3 以上 0.01 mm^3 以下である。

[0047] このため、本実施形態の半導体式ガスセンサ 1 は、感ガス体 4 の体積を、従来品に比べて大幅に小さくすることができる。この結果、本実施形態の半

導体式ガスセンサ 1 によれば、従来品に比べて、消費電力を小さくすることができ、熱応答性を大幅に改善できる。

[0048] また、本実施形態のガス検知装置は、本実施形態の半導体式ガスセンサ 1 と、半導体式ガスセンサ 1 を駆動する駆動部 7 と、半導体式ガスセンサ 1 の駆動中の抵抗値に基づいて対象ガスを検知する検出部 8 とを備えている。

[0049] このため、本実施形態のガス検知装置によれば、従来品に比べて、消費電力や熱応答性に優れたガス検知装置とすることができる。

<変形例>

本実施形態のヒータ兼用電極 2 は、たとえば、以下のような形状をなしていてもよい。以下、順に変形例 1, 2, 3 として説明する。

[0050] 変形例 1 のヒータ兼用電極 2 は、図 6 A ~ 図 6 C に示すように、線径が $15\ \mu\text{m}$ 、外径 ϕ が $110\ \mu\text{m}$ 、ターン数 1 で形成されており、中心軸方向の長さ L が $40\ \mu\text{m}$ に形成される。したがって、外径 ϕ に対する中心軸方向の長さ L の比率は約 0.36 である。

[0051] 変形例 1 のヒータ兼用電極 2 の体積は、 $0.0005\ \text{mm}^3$ である。この場合の感ガス体 4 の体積は、 $0.002\ \text{mm}^3$ となるように設定される。

[0052] 変形例 2 のヒータ兼用電極 2 は、図 7 A ~ 図 7 C に示すように、線径が $15\ \mu\text{m}$ 、外径 ϕ が $110\ \mu\text{m}$ 、ターン数 3 で形成されており、中心軸方向の長さ L が $90\ \mu\text{m}$ に形成される。したがって、外径 ϕ に対する中心軸方向の長さ L の比率は約 0.81 である。

[0053] 変形例 3 のヒータ兼用電極 2 の体積は、 $0.0009\ \text{mm}^3$ である。この場合の感ガス体 4 の体積は、 $0.004\ \text{mm}^3$ となるように設定される。

[0054] 変形例 3 のヒータ兼用電極 2 は、図 8 A ~ 図 8 C に示すように、線径が $15\ \mu\text{m}$ 、外径 ϕ が $90\ \mu\text{m}$ 、ターン数 3 で形成されており、中心軸方向の長さ L が $90\ \mu\text{m}$ に形成される。したがって、外径 ϕ に対する中心軸方向の長さ L の比率は 1 である。

[0055] なお、本実施形態および変形例 1 ~ 3 のヒータ兼用電極 2 は、ターン間の隙間が一定となるように構成されていたが、それぞれ異なってもよく、

特に限定されない。

<試験>

実施例1として、線径 $15\mu\text{m}$ 、外径 $\phi 110\mu\text{m}$ 、中心軸方向の長さ $L 65\mu\text{m}$ 、ターン数2のヒータ兼用電極を用いたガスセンサを作製した。実施例2として、線径 $15\mu\text{m}$ 、外径 $\phi 110\mu\text{m}$ 、中心軸方向の長さ $L 40\mu\text{m}$ 、ターン数1のヒータ兼用電極を用いたガスセンサを作製した。実施例3として、線径 $15\mu\text{m}$ 、外径 $\phi 110\mu\text{m}$ 、中心軸方向の長さ $L 90\mu\text{m}$ 、ターン数3のヒータ兼用電極を用いたガスセンサを作製した。

[0056] また、実施例4として、線径 $15\mu\text{m}$ 、外径 $\phi 90\mu\text{m}$ 、中心軸方向の長さ $L 65\mu\text{m}$ 、ターン数2のヒータ兼用電極を用いたガスセンサを作製した。実施例5として、線径 $15\mu\text{m}$ 、外径 $\phi 90\mu\text{m}$ 、中心軸方向の長さ $L 40\mu\text{m}$ 、ターン数1のヒータ兼用電極を用いたガスセンサを作製した。実施例6として、線径 $15\mu\text{m}$ 、外径 $\phi 90\mu\text{m}$ 、中心軸方向の長さ $L 90\mu\text{m}$ 、ターン数3のヒータ兼用電極を用いたガスセンサを作製した。なお、実施例1～6のヒータ兼用電極および中心電極には、線径 $15\mu\text{m}$ の白金製の線材を用いた。

[0057] ヒータ兼用電極は白金により構成されているため、時間ごとのヒータ兼用電極の抵抗を計測することで熱応答性を計測することができる。そこで、これら各ガスセンサに対し、感ガス体の温度が室温から 400°C へ瞬間的に上昇するように、ヒータ兼用電極に電圧を印加し、このときのヒータ兼用電極の抵抗値 R_H の変化を測定した。

[0058] また、参考例として、従来品のヒータ兼用電極（線径 $15\mu\text{m}$ の白金製線材、外径 $\phi 200\mu\text{m}$ 、中心軸方向の長さ $L 400\mu\text{m}$ 、10ターン）と中心電極（線径 $15\mu\text{m}$ の白金製線材）を用いてガスセンサを作製した。この参考例についても上述の試験と同様に、感ガス体の温度が室温から 400°C へ瞬間的に上昇するように、ヒータ兼用電極に電圧を印加し、このときのヒータ兼用電極の抵抗値 R_H の変化を測定した。

[0059] また、これら各ガスセンサについて、ヒータ兼用電極に印加する電圧を変

化させ、高温時や低温時に、対象ガスに対する感度がどのように変化するかを測定した。各ガスセンサについて、感ガス体を、大気（Air），濃度1000ppmのメタン（CH₄ 1000），濃度1000ppmのイソブタン（i-B 1000），濃度1000ppmの水素（H₂ 1000），濃度1000ppmのエタノール（Et 1000）の各雰囲気に曝露し、このときのガスセンサの抵抗値R_sを測定した。

[0060] 図9～図12に、試験結果を示す。

[0061] 図9A，図9B，図10A，図10Bに熱応答性についての試験結果を示す。図9A，図10Aには、外径φ110μmのヒータ兼用電極を用いたガスセンサ（実施例1～3）の測定結果を示し、図9B，図10Bには、外径φ90μmのヒータ兼用電極を用いたガスセンサ（実施例4～6）の測定結果を示し、図9C，図10Cには、参考例の測定結果を示した。なお、図9A～図9Cおよび図10A～図10Cのグラフにおいて、横軸は時間（秒）を示し、縦軸はヒータ兼用電極の抵抗値R_H（Ω）を示す。

[0062] また、図11，図12に、ヒータ兼用電極に印加する電圧に対する、各対象ガスの感度を示す。図11，図12のグラフにおいて、横軸はヒータ兼用電極に印加する電圧V_H（V）を示し、縦軸はガスセンサの抵抗値R_s（kΩ）を示す。

[0063] 図9A，図9B，図10A，図10Bに記載のグラフからも明らかなように、実施例1～6のガスセンサは、加熱開始から0.1秒程度でヒータ兼用電極の抵抗値が安定するのに対し、参考例のガスセンサは、ヒータ兼用電極の抵抗値が安定するのに1.2秒程度かかるのがわかる。これにより、実施例1～6のガスセンサによれば、従来品のガスセンサに比べて、大幅に熱応答性が改善されたのがわかった。

[0064] また、図11，12に記載のグラフからも明らかなように、実施例1～6のガスセンサは、高温時や低温時に対象ガスに対する感度を示し、一般的な半導体式ガスセンサと同じような特性を示した。

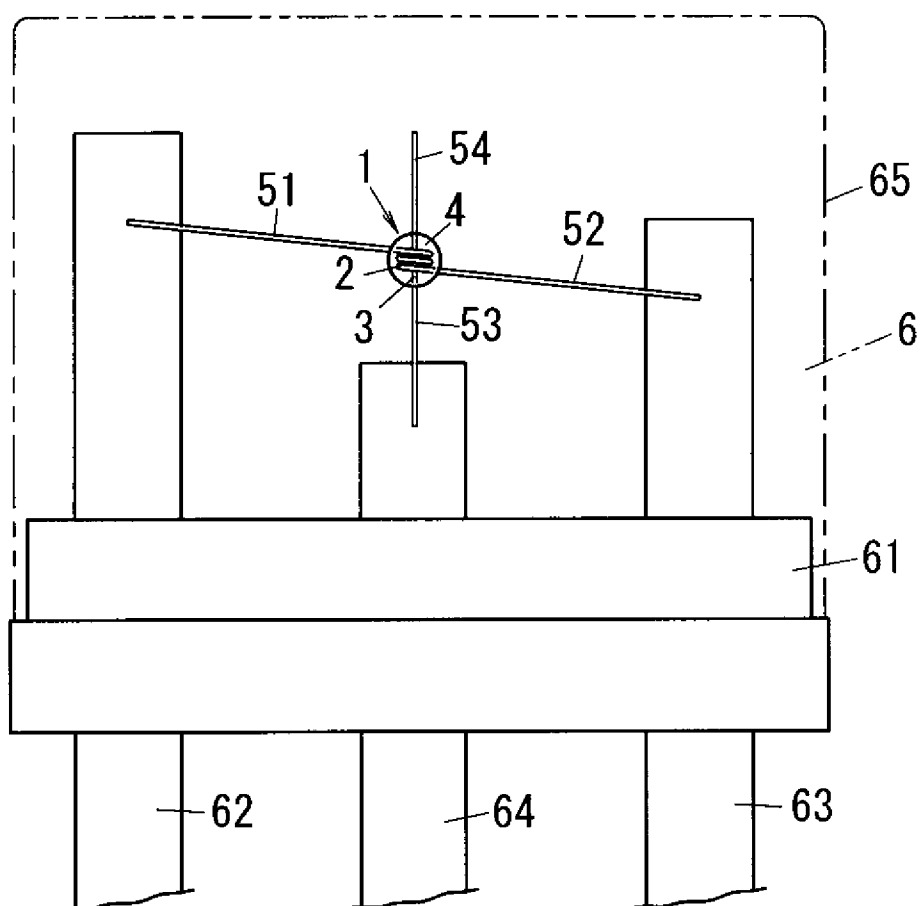
符号の説明

[0065]	1	半導体式ガスセンサ
	2	ヒータ兼用電極
	2 1	透孔部
	3	中心電極
	4	感ガス体
	6	筐体
	6 1	ベース
	6 5	キャップ体
	7	駆動部
	7 1	制御部
	7 2	電源回路
	7 3	スイッチング素子
	7 4	マイコン
	8	検出部
	9	出力部

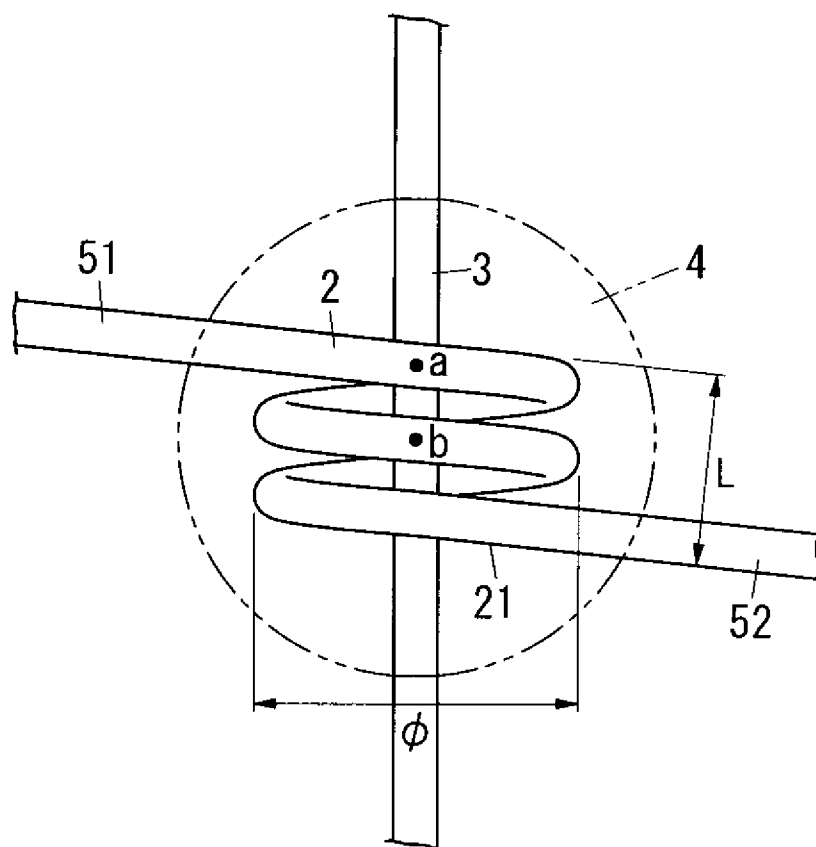
請求の範囲

- [請求項1] 中心電極と、
 前記中心電極から離れた状態で前記中心電極の周囲に巻き回されて
 コイル状に形成されたヒータ兼用電極と、
 前記ヒータ兼用電極と前記中心電極とを覆う感ガス体と
 を備えた半導体式ガスセンサであって、
 前記ヒータ兼用電極は、外径が $140\mu\text{m}$ 以下で、かつ、前記外径
 に対する前記中心軸方向の長さの比率が1以下となるように構成され
 ている、
 半導体式ガスセンサ。
- [請求項2] 前記ヒータ兼用電極のターン数が2以下である、
 請求項1記載の半導体式ガスセンサ。
- [請求項3] 前記感ガス体の体積が 0.001mm^3 以上 0.01mm^3 以下で
 ある、
 請求項1または請求項2記載の半導体式ガスセンサ。
- [請求項4] 請求項1～3のいずれか一項に記載の半導体式ガスセンサと、
 前記半導体式ガスセンサを駆動する駆動部と、
 前記半導体式ガスセンサの駆動中の前記ヒータ兼用電極と中心電極
 との間の抵抗値に基づいて対象ガスを検知する検出部と
 を備えている、
 ガス検知装置。

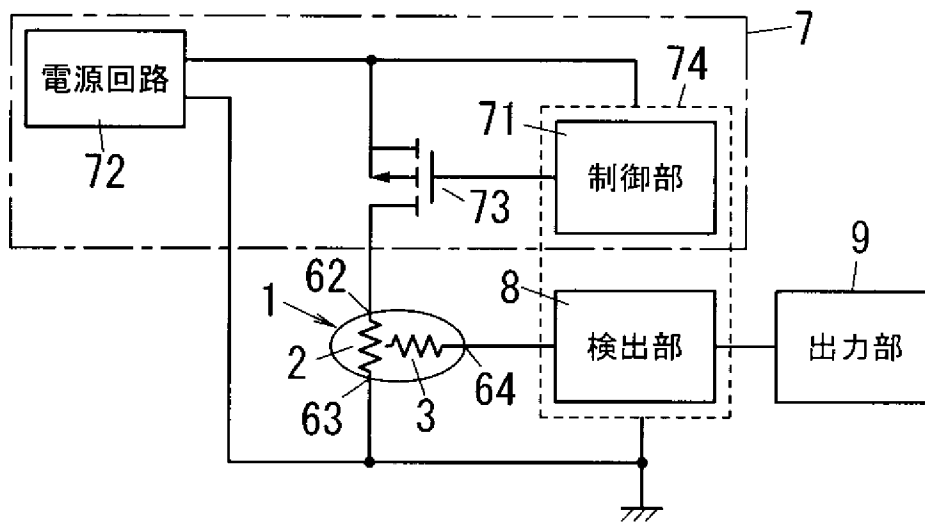
[図1]



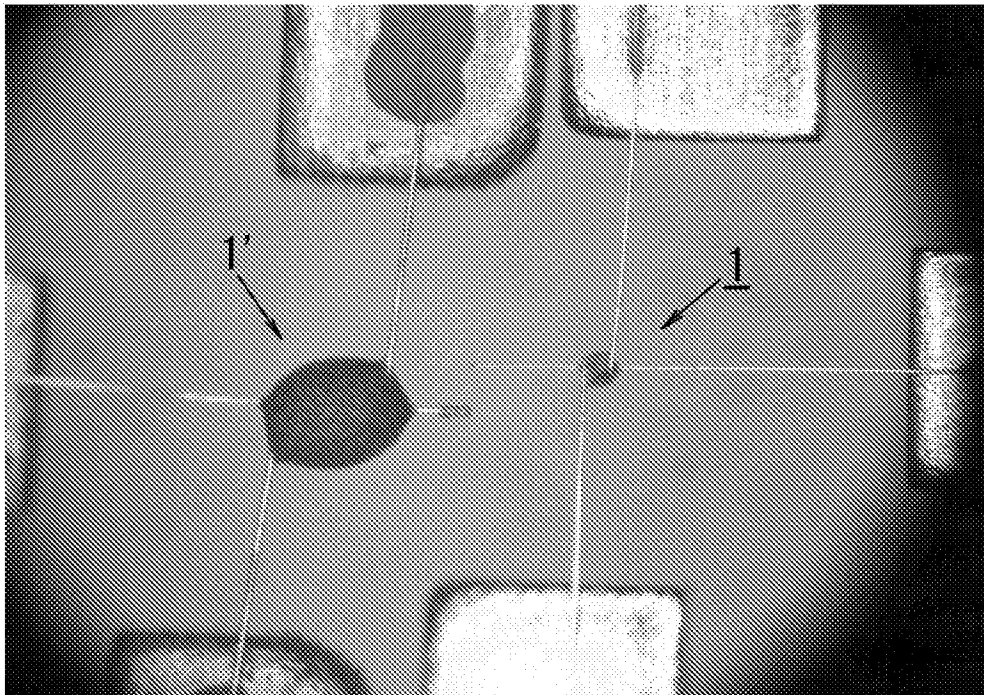
[図2]



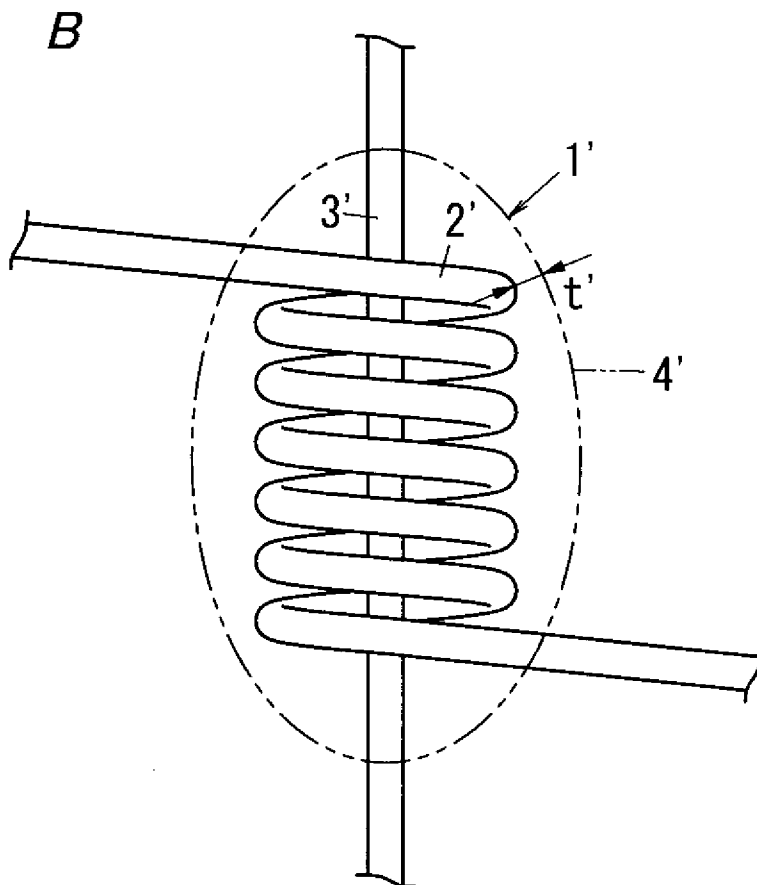
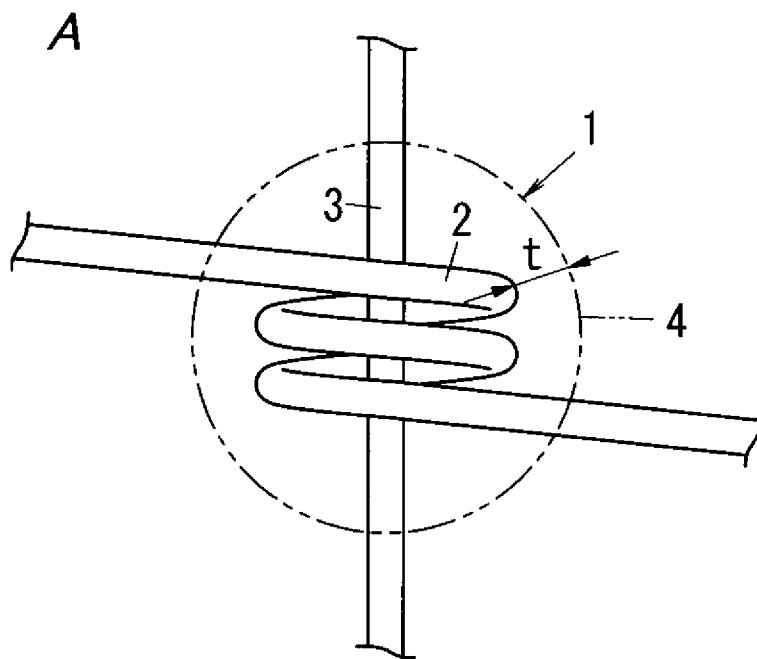
[図3]



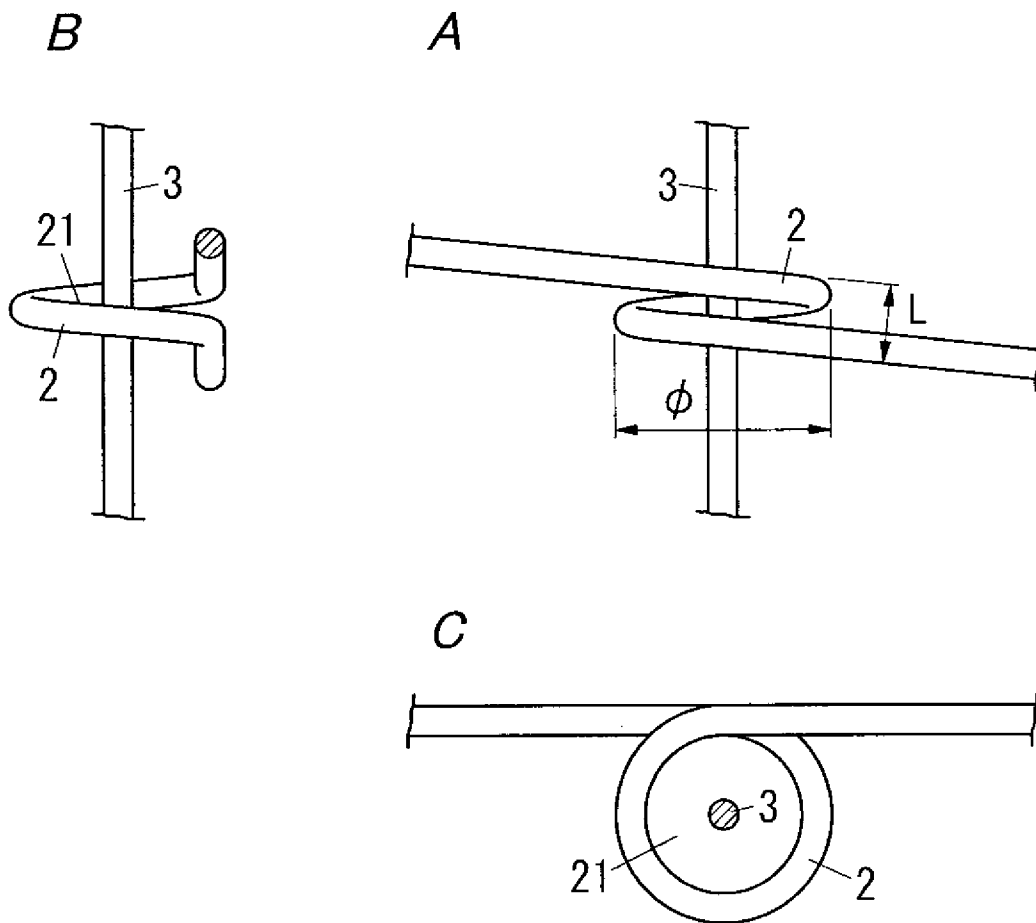
[図4]



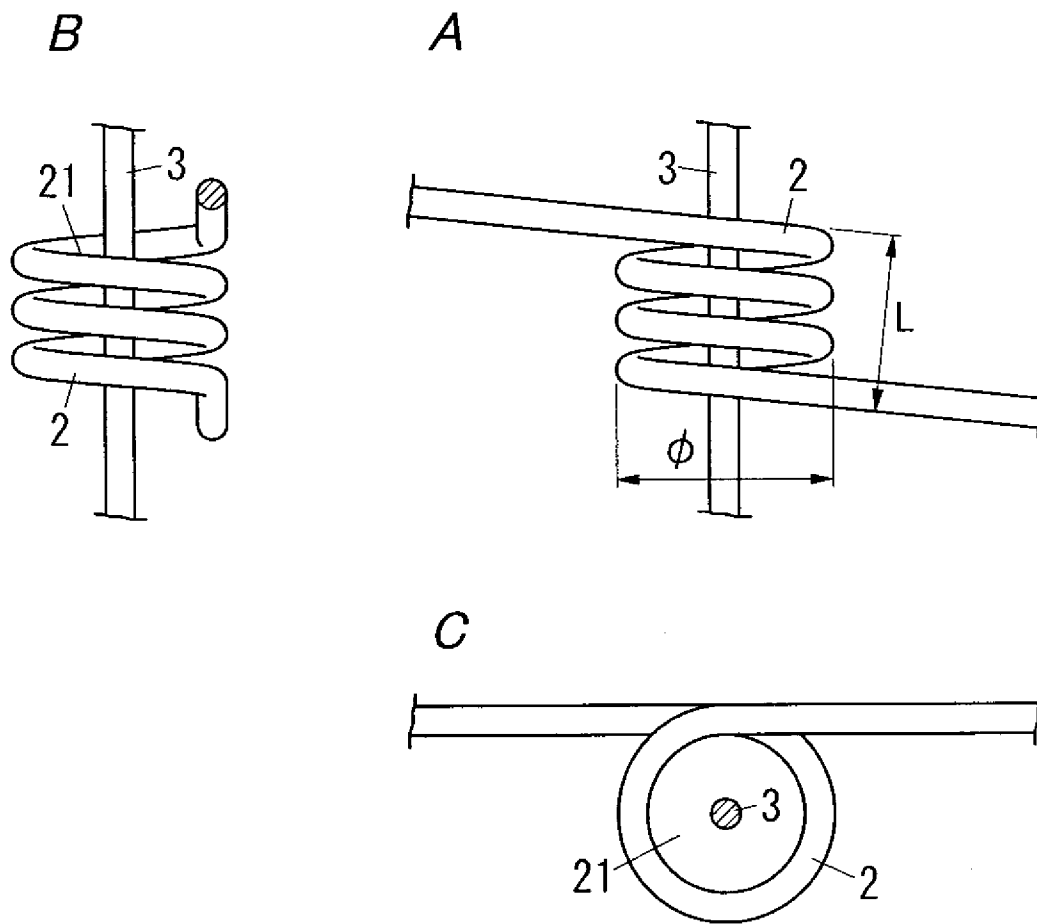
[図5]



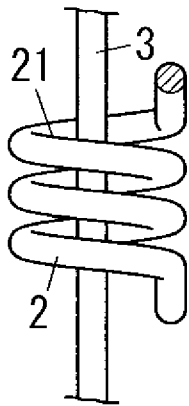
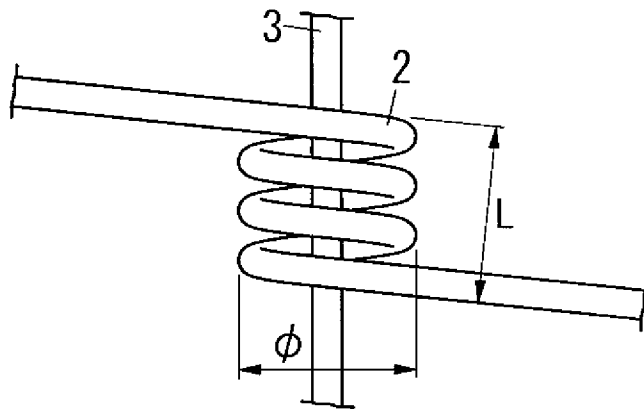
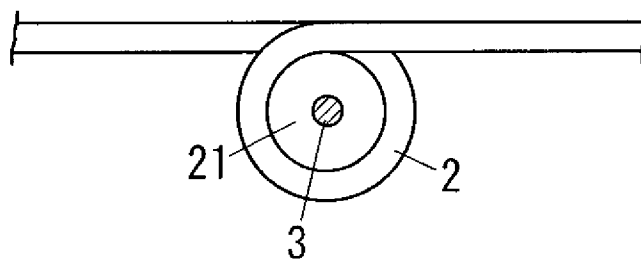
[図6]



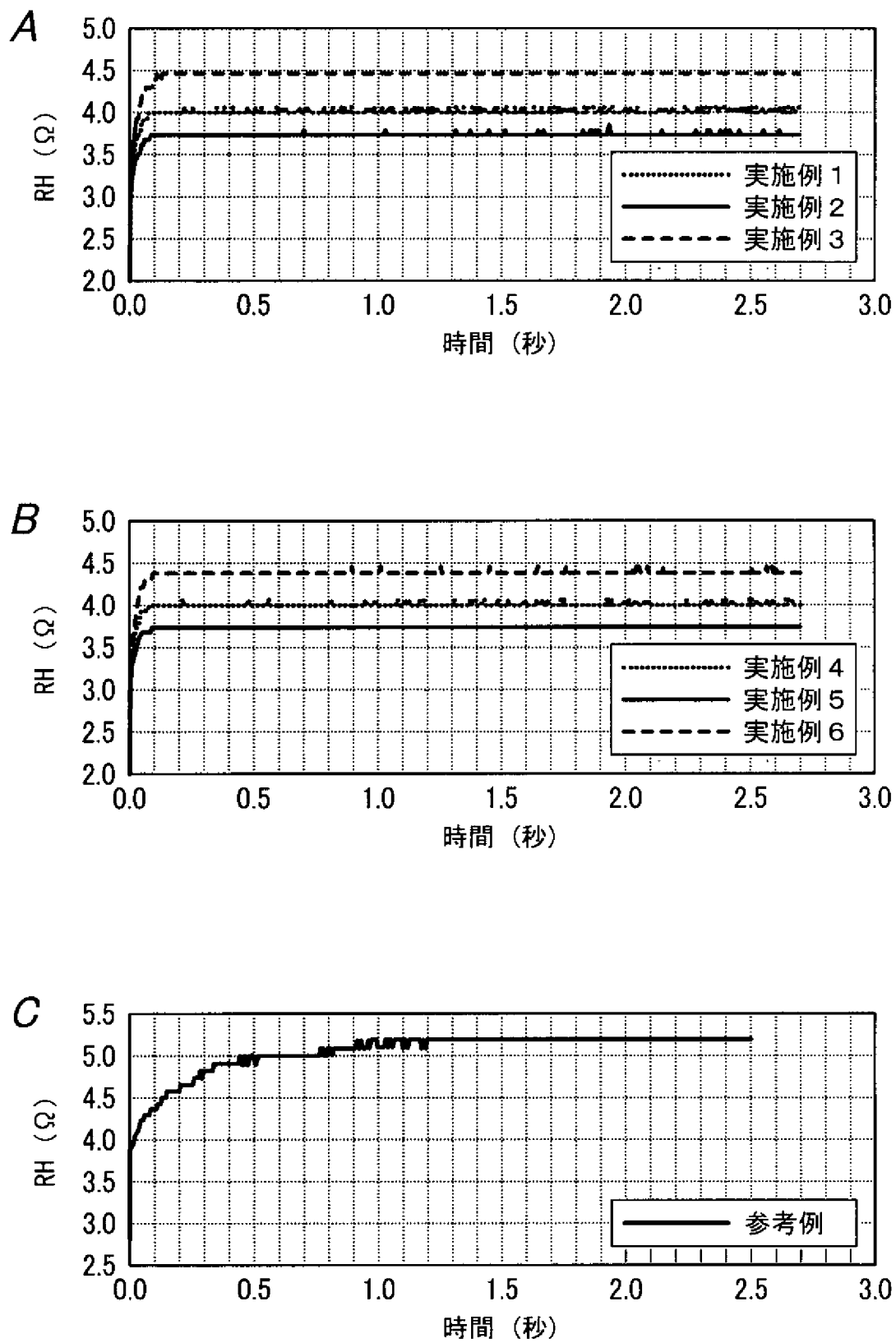
[図7]



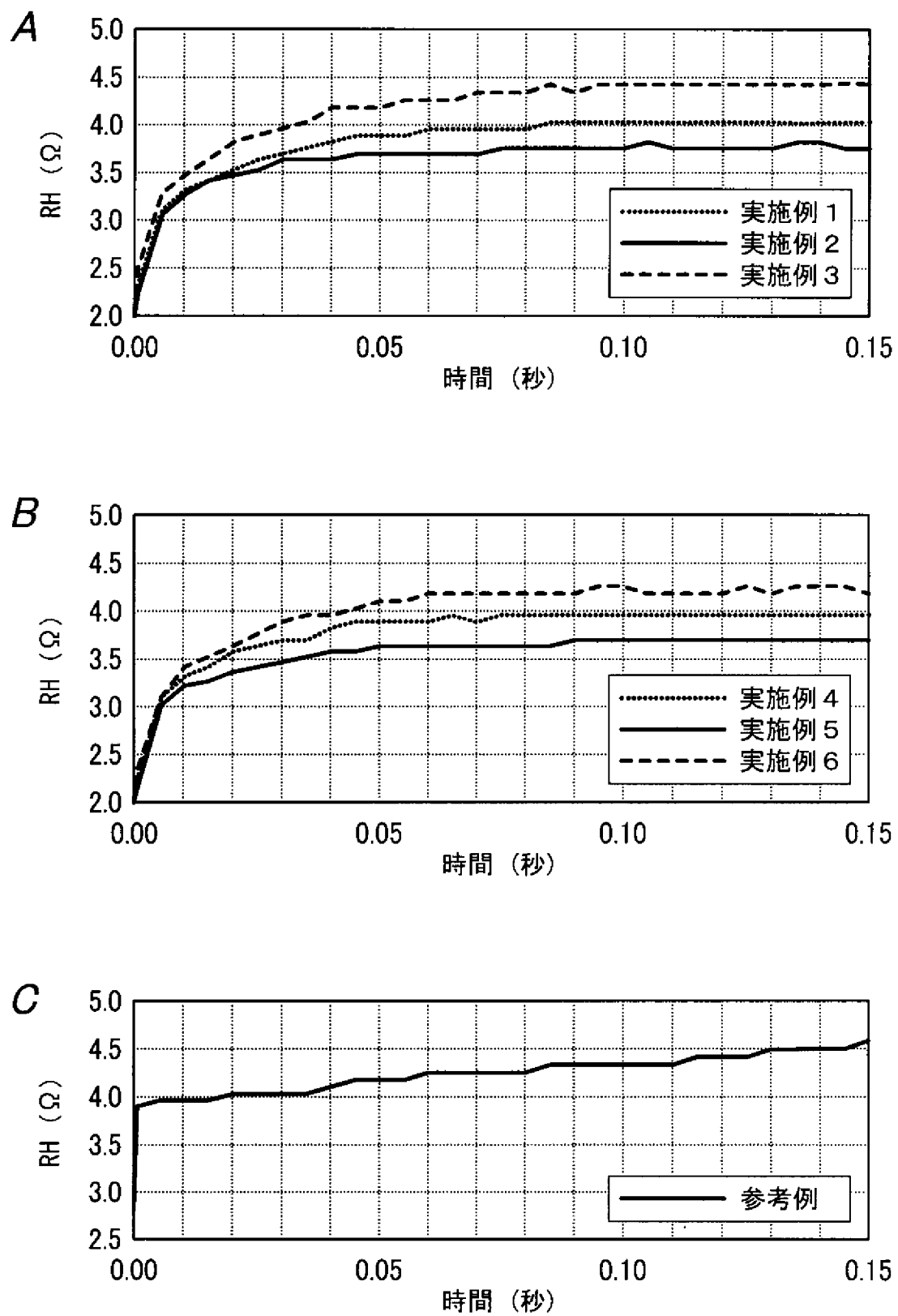
[図8]

B*A**C*

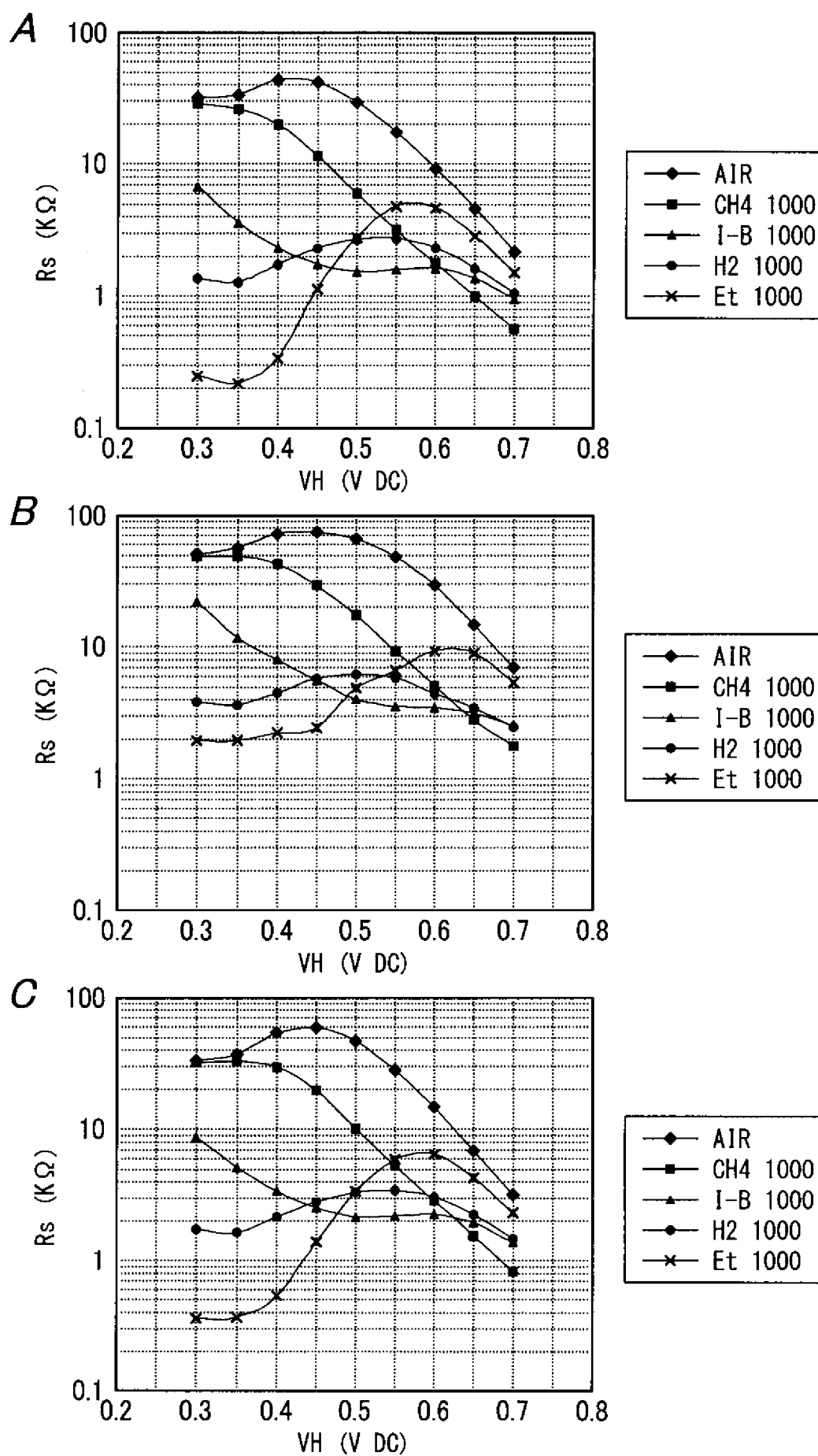
[図9]



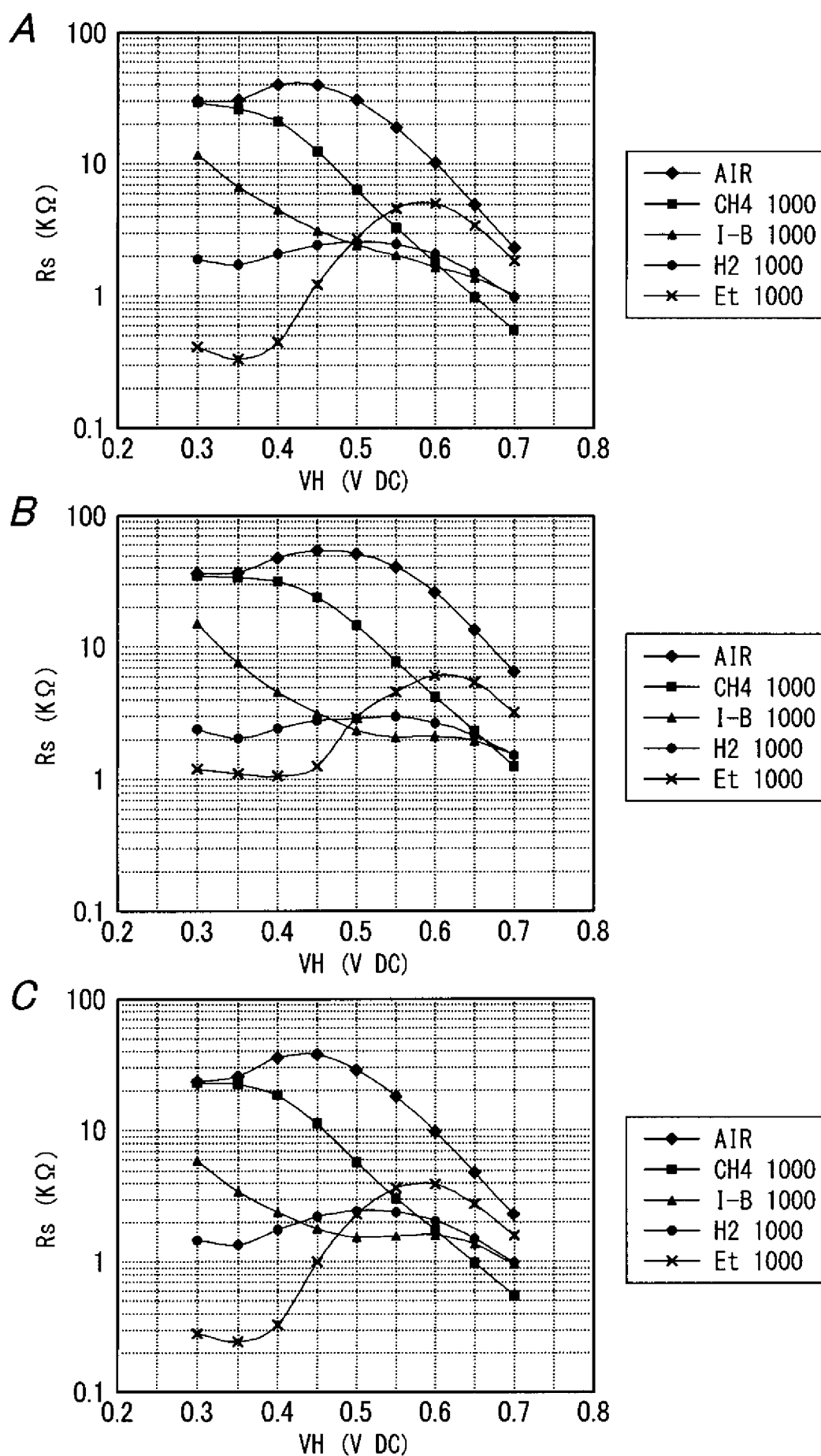
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/060643

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N27/12(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)

G01N27/12

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
Y	JP 2013-130441 A (FIS Inc.), 04 July 2013 (04.07.2013), paragraphs [0014] to [0015], [0025]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-4
Y	JP 2001-133427 A (Figaro Engineering Inc.), 18 May 2001 (18.05.2001), paragraph [0022]; all drawings & US 6565812 B1 column 4, lines 56 to 60; all drawings & CN 1295251 A	1-4

☒ 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
13 June 2016 (13.06.16)

Date of mailing of the international search report
21 June 2016 (21.06.16)

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/JP2016/060643

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-174426 A (Figaro Engineering Inc.), 29 June 2001 (29.06.2001), paragraphs [0009], [0013]; fig. 1 & US 2001/0003916 A1 paragraphs [0028], [0031]; fig. 1	3

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01N27/12(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. G01N27/12

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
Y	JP 2013-130441 A（エフアイエス株式会社） 2013.07.04, 段落[0014]-[0015], [0025], 図 1-3（ファミリーなし）	1-4
Y	JP 2001-133427 A（フィガロ技研株式会社） 2001.05.18, 段落[0022], 全図 & US 6565812 B1, 第 4 欄第 56-60 行, 全図 & CN 1295251 A	1-4

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

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

13.06.2016

国際調査報告の発送日

21.06.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/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）

櫃本 研太郎

2 J

4 4 1 1

電話番号 03-3581-1101 内線 3252

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
Y	JP 2001-174426 A (フィガロ技研株式会社) 2001.06.29, 段落[0009], [0013], 図 1 & US 2001/0003916 A1, 段落[0028], [0031], 図 1	3