

(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
2022年7月7日(07.07.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/145335 A1

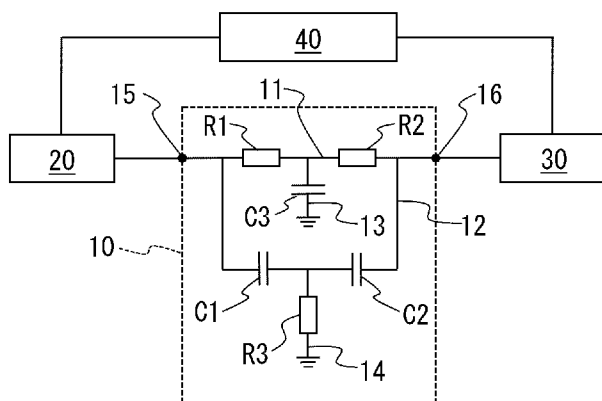
- (51) 国際特許分類:
G01N 27/04 (2006.01) *G01N 27/12* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/047845
- (22) 国際出願日: 2021年12月23日(23.12.2021)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2020-219497 2020年12月28日(28.12.2020) JP
- (71) 出願人: 国立大学法人岡山大学(NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION OKAYAMA UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒7008530 岡山県岡山市北区津島中一丁目1番1号 Okayama (JP).
- (72) 発明者: 紀和 利彦(KIWA Toshihiko); 〒7008530 岡山県岡山市北区津島中一丁目1番1号 国立大学法人岡山大学内 Okayama (JP). 塚田 啓二(TSUKADA Keiji); 〒7008530 岡山県岡山市北区津島中一丁目1番1号 国立大学法人岡山大学内 Okayama (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人矢野内外国特許事務所(YANO INTERNATIONAL PATENT ATTORNEYS OFFICE, P.C.); 〒5410054 大阪

府大阪市中央区南本町二丁目2番9号 辰野南本町ビル8階 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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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).

(54) Title: GAS SENSOR AND SENSOR CIRCUIT

(54) 発明の名称: ガスセンサ及びセンサ用回路



(57) Abstract: Provided are: a gas sensor that readily handles an increase in the number of sensors and can be adjusted for sensitivity; and a sensor circuit therefor. The present invention is a gas sensor in which a filter circuit, that allows the passage of or blocks a prescribed AC voltage signal, serves as a sensor circuit, the gas sensor being equipped with said filter circuit, and the gas sensor being configured such that changes in the concentration of a gas being measured are detected from amplitude or phase changes in a signal outputted from the filter circuit. The gas sensor is configured such that the filter circuit is a notch/filter circuit that connects a first resistor (R1) and a second resistor (R2) in series, and the conductivity of the first resistor (R1) and second resistor (R2) change according to the concentration of the gas.

添付公開書類：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：多センサ化に対応しやすく、また感度調整が可能なガスセンサ及びそのためのセンサ回路を提供する。 所定の交流電圧の信号を通過あるいは遮蔽するフィルタ回路をセンサ回路とし、このフィルタ回路を具備するガスセンサであって、フィルタ回路から出力される信号の振幅または位相の変化から計測対象のガスの濃度変化を検出するガスセンサとする。フィルタ回路は、第1の抵抗体(R1)と第2の抵抗体(R2)を直列に接続しているノッチ・フィルタ回路であって、第1の抵抗体(R1)及び第2の抵抗体(R2)の導電率がガスの濃度に応じて変化するガスセンサとする。

明 細 書

発明の名称： ガスセンサ及びセンサ用回路

技術分野

[0001] 本発明は、ガスセンサ及びセンサ用回路に関する。

背景技術

[0002] ガスを検知するセンサとして、金属酸化物半導体での電気伝導度変化を利用したセンサ、触媒金属の仕事関数変化を利用したセンサ、あるいは触媒反応熱による温度変化を利用したセンサ等の様々な応答原理を利用したセンサが報告されている。

[0003] 例えば半導体特性を有する金属酸化体 (SnO_2) を用いたガスセンサでは、金属酸化体がガスに触れることで金属酸化体の酸素が還元され、金属酸化体の導電性が変化し、この導電性の変化を抵抗の変化として検出することでガス濃度を検出可能としている。

[0004] また、同様の原理を用いたガスセンサとして、ヒーターの役割をする白金線に金属酸化物半導体を焼結してセンサ素子とし、ブリッジ回路でセンサ素子の抵抗変化を検出することでガス濃度を検出可能とした熱線型半導体式のガスセンサが知られている。

[0005] また、量産性が良く、室温近くで動作するガスセンサとして、電界効果型トランジスタを利用したガスセンサが知られている。このガスセンサでは、センサ素子である電界効果型トランジスタの絶縁膜の上にゲート金属として触媒金属を用いている（たとえば、特許文献1、及び非特許文献1参照）。

[0006] このような電界効果型トランジスタを用いたガスセンサでは、センサ素子の抵抗変化や起電力変化を測定するのではなく、測定対象のガスがゲート金属の触媒金属と解離吸着、脱着反応を起こすことで触媒金属に生じる仕事関数の変化を、電界効果型トランジスタによって計測している。なお、この場合の電界効果型トランジスタは、ゲートの入力インピーダンスが非常に高く、出力であるドレイン・ソース間での出力インピーダンスが低い、つまりイン

ピーダンス変換素子であり、ガスの濃度によって変化する触媒金属の微弱な電位変化を計測可能となっている。

[0007] また、ガスに対する触媒金属の発熱反応による温度変化を検出するガスセンサとして、熱電対上に白金皮膜を設けたセンサ素子が報告されており（たとえば、非特許文献2参照）、この場合の白金の発熱反応により生じた熱を熱電変換回路により電気信号に変換して検出する方法が報告されている（たとえば、特許文献2参照）。

[0008]あるいは、水素ガスを検出するガスセンサとして、水素ガスが金属格子中において安定化される金属水素化物を利用するガスセンサが提案されている（たとえば、特許文献3、及び非特許文献3参照）。この金属水素化物では、水素ガスの吸蔵によって構造変化が生じ、電気抵抗が変化することが知られており、この抵抗変化を検出することで水素ガスを検出可能としている。特に、金属水素化物は、数10nm程度の非常に薄い薄膜状態であっても機能するため、小型化しやすいという利点がある。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開2010-066234号公報

特許文献2：特開2007-064865号公報

特許文献3：特開2016-075597号公報

非特許文献

[0010] 非特許文献1：K. Tsukada, et al., Sensors and Actuators, B114, pp.158-163 (2006)

非特許文献2：Woosuck Shin et al, Japanese Journal of Applied Physics 40, pp L1232-1234 (2001)

非特許文献3：Ensongyi et al, International Journal of Hydrogen Energy 35, pp. 6984-6991 (2010)

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0011] 上述したうちの抵抗変化型のセンサでは、通常、ブリッジ回路を用いて抵抗変化を検出することで、検出感度を向上させている。
- [0012] そのため、ブリッジ回路の構成が決定された後には、感度の最適化作業や調整作業を行うことが困難であり、特に、感度低下が生じた場合の補正が困難であり、通常では取り替え作業で対応するしかなかった。
- [0013] さらに、複数のガスセンサを備えた装置とした場合には、センサごとに検出回路を設ける必要があり、センサの数に比例して回路規模が大きくなるという問題もあった。
- [0014] 本発明者は、このような現状を鑑み多センサ化に対応しやすく、また感度調整が可能なガスセンサとすべく研究開発を行い、本発明を成すに至ったものである。

課題を解決するための手段

- [0015] 本発明のガスセンサは、計測対象物と接触する抵抗体の抵抗の変動を検出することで計測対象物中のガス濃度の変化を検出するガスセンサであって、前記抵抗体が抵抗値の異なる第1の抵抗体と第2の抵抗体を直列に接続している構成からなり、接続された前記抵抗体に対して所定の周波数に調整された交流電圧の信号を入力する入力信号生成部、および前記抵抗体に接続され、所定の交流電圧の信号を通過あるいは遮蔽するフィルタ回路を有し、前記抵抗体の抵抗の変動に対応した、前記フィルタ回路から出力される信号の振幅または位相の変化から計測対象のガスの濃度変化を検出するものである。

これにより、入力信号の周波数・各抵抗体の無負荷での抵抗値を調整することによって検出感度の調整が可能となる。

- [0016] さらに、本発明のガスセンサでは、以下の点にも特徴を有するものである。

(1) 第1の抵抗体及び第2の抵抗体を白金薄膜で形成していること。

(2) フィルタ回路は、第1の抵抗体と第2の抵抗体を直列に接続しているノッチ・フィルタ回路であって、第1の抵抗体及び第2の抵抗体の導電率が

ガスの濃度に応じて変化すること。

また、直列に接続された第1の抵抗体と第2の抵抗体を有する前記抵抗体が複数配設され、各抵抗体に前記入力信号生成部から同時に交流信号を入力し、複数の計測対象物中のガス濃度の変化を検出することを特徴とする。

これにより、複数検出端を有する1つのセンサユニットによる多点測定が可能となり、各点ごとの検出感度調整が可能となる。また、検出信号の送信ロスや外乱影響を受けにくい多点測定が可能となる。

[0017] 本発明のセンサ回路は、入力された交流電圧の信号の振幅または位相に変化を生じさせることで計測対象物の状態を検出可能とするセンサ回路であって、第1の抵抗体と第2の抵抗体を直列に接続しているノッチ・フィルタ回路で構成し、第1の抵抗体及び第2の抵抗体の導電率を計測対象物の状態に応じて変化させているものである。

[0018] さらに、本発明のセンサ回路では、以下の点にも特徴を有するものである。

(1) 計測対象物はガスであって、計測対象物の状態はガスの濃度であること。

(2) 第1の抵抗体及び第2の抵抗体を白金薄膜で形成していること。

(3) 入力される信号の周波数を調整する調整手段を設けていること。

発明の効果

[0019] 本発明のガスセンサ及びセンサ回路では、入力した交流電圧の信号に生じた振幅または位相の変化を検出することによって計測対象に生じた変化を計測することから、従来の抵抗値変化の検出と異なり、検出する周波数を調整することで検査感度を最適化したり、検出する周波数を互いに異ならせることで多点計測を可能としたりすることができる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]本発明に係るガスセンサの構成説明図である。

[図2]本発明に係るガスセンサを用いた1%水素ガスの検出試験の結果のグラフである。

[図3]出力信号の検出周波数による依存性を示すグラフである。

[図4]本発明に係るガスセンサの変容例の説明図である。

[図5]本発明に係るガスセンサの変容例の説明図である。

発明を実施するための形態

[0021] 本発明のガスセンサ及びセンサ回路は、導電率あるいは電気抵抗等の物理量を計測するのではなく、検出部に所定の交流電圧の信号を入力し、計測対象物の状態の変化によって検出部からの出力信号に生じる振幅または位相の変化として検出しているものである。

[0022] 本発明では、検出部は、計測対象物と接触する抵抗体の抵抗の変動を検出することで計測対象物中のガス濃度の変化を検出するガスセンサであって、前記抵抗体が抵抗値の異なる第1の抵抗体と第2の抵抗体を直列に接続している構成からなり、接続された前記抵抗体に対して所定の周波数に調整された交流電圧の信号を入力する入力信号生成部、および前記抵抗体に接続され、所定の交流電圧の信号を通過あるいは遮蔽するフィルタ回路で構成しており、特に、フィルタ回路は、直列に接続した第1抵抗体と第2抵抗体を有するノッチ・フィルタ回路の特性を利用するものである。

[0023] すなわち、本発明のガスセンサでは、図1に示すように、ノッチ・フィルタ回路で構成したセンサ部10と、このセンサ部10に所定の交流電圧信号を入力する入力信号生成部20と、センサ部10の出力信号の振幅及び位相を検出する出力信号検出部30と、入力信号生成部20と出力信号検出部30とを制御するとともにセンサ部10で検出したガスの濃度を特定する解析部40とを具備している。

[0024] 入力信号生成部20は、解析部40からの制御を受けて、所定の交流電圧の信号を生成して出力可能であればよい。

[0025] 出力信号検出部30は、センサ部10の出力信号から振幅情報及び位相情報を検出して、振幅情報信号及び位相情報信号として解析部40に入力可能となっていればよい。なお、出力信号検出部30は、解析部40と一体的に構成してもよく、その場合、解析部40でセンサ部10の出力信号から振幅情報及び位相情

報を検出する。

[0026] 解析部40は、本実施形態では、所定のプログラムがインストールされたパーソナルコンピュータであって、センサ部10の出力信号から得られた振幅情報及び位相情報から後述するようにセンサ部10近傍のガスの濃度変化を検出可能としている。

[0027] センサ部10は、図1に示すように、いわゆるノッチ・フィルタ回路としている。

[0028] ノッチ・フィルタ回路は、具体的には、入力端子15と出力端子16の間に、直列接続した第1抵抗体R1と第2抵抗体R2を有する第1配線11と、直列接続した第1コンデンサC1と第2コンデンサC2を有する第2配線12とを並列接続している。さらに、第1抵抗体R1と第2抵抗体R2との間には、一方端を接地した第1接地配線13を接続するとともに、この第1接地配線13の中途部には、第3コンデンサC3を設け、また、第1コンデンサC1と第2コンデンサC2との間には、一方端を接地した第2接地配線14を接続するとともに、この第2接地配線14の中途部には、第3抵抗体R3を設けている。

[0029] このようなノッチ・フィルタ回路では、第1～3抵抗体R1, R2, R3の各抵抗値及び第1～3コンデンサC1, C2, C3の各容量を調整することで、所定の周波数の交流電圧の信号を通過可能あるいは遮断可能となっていることが知られている。

[0030] 本発明では、第1抵抗体R1と第2抵抗体R2を、ガスの濃度に報じて導電率が変化する白金薄膜で形成している。

[0031] 本実施形態では、白金薄膜で形成する第1抵抗体R1と第2抵抗体R2は、表面に接着用金属薄膜を設けたガラス基板に所定形状とした白金薄膜を設けて、それぞれ抵抗体R1, R2としている。

[0032] 接着用金属薄膜としては、チタン膜が望ましく、ガラス基板等の絶縁体基板の上面にスパッタリング等によってチタン膜を形成し、このチタン膜の上面にスパッタリング等によって白金薄膜を形成している。チタン膜の代わりにクロム等の金属薄膜や、チタンの窒化物である窒化チタン薄膜等を用いる

ことができる。第1抵抗体R1と第2抵抗体R2の形状は、適宜のレジスト膜を用いたり、あるいは白金薄膜の形成後にエッチング作業を行ったりすることで、所望の形状にパターンニングすることができる。

[0033] 白金薄膜は、できるだけ薄いことが望ましく、数nmの膜厚で十分である。また、白金薄膜は表面積が大きい方が望ましく、ガラス基板の表面に多孔質ガラス層等を設けて表面に凹凸形状を形成して、チタン膜及び白金薄膜を順次形成してもよい。

[0034] このように、第1抵抗体R1と第2抵抗体R2とを白金薄膜で形成したセンサ部10は、第1抵抗体R1及び第2抵抗体R2と所定のガスがそれぞれ接触することで第1抵抗体R1及び第2抵抗体R2の導電率がそれぞれ変化し、ノッチ・フィルタ回路であるセンサ部10では、ノッチ・フィルタ回路が遮蔽する信号の周波数、あるいは通過させる信号の周波数が変化する。

[0035] ここで、入力信号生成部20から10kHz/0.15Vp-pとした入力交流電圧信号をセンサ部10に入力し、センサ部10からの出力信号の振幅信号と位相信号を図2に示す。また、比較として直流電流1mAをセンサ部10に入力した場合の抵抗変化も計測した。第1抵抗体R1及び第2抵抗体R2に接触させるガスは1%の水素ガスとした。

[0036] 図2に示すように、センサ部10では、水素ガスと接触することで抵抗値変化は約-1%弱であるのに対し、振幅信号の変化では約-2.5%であって約3倍の感度があり、位相信号の変化では約-23%であって約25倍近い感度があることがわかる。

[0037] また、このように信号変化の大きい位相信号であっても、図3に示すように入力信号生成部20からセンサ部10に入力する信号の周波数が異なると、検出感度が大きく異なる。ここで、1%水素ガスを空気と2回交互に流しており、図3(a)は10kHzの入力信号、図3(b)は20kHzの入力信号としている。

図3(c)は、1%水素ガスと空気を流した状態において、入力する信号の周波数を変化させたときの位相信号の変化を示す。このとき、位相信号の

変化率は、図3（d）のように特定領域において大きく変化する（図の例では10kHz近傍においてピークを有する）。

図示しないが、振幅信号でも同様である。

[0038] すなわち、入力信号生成部20からセンサ部10に入力する信号の周波数を調整することで感度を調整できることを示しており、出力信号の振幅をA、位相を θ とすると、 dA/df 、 $d\theta/df$ が最も大きくなる周波数 f とすることで検出感度を最大とすることができる。

[0039] また、本発明は、直列に接続された第1の抵抗体と第2の抵抗体を有する抵抗体が複数配設され、各抵抗体に入力信号生成部から同時に交流信号を入力し、複数の計測対象物中のガス濃度の変化を検出するものである。すなわち、図4に示すように、複数のセンサ部10-1, 10-2, 10-3を直列に接続するとともに、各センサ部10-1, 10-2, 10-3の第3抵抗体R3、第1コンデンサC1、第2コンデンサC2及び第3コンデンサC3を調整することで、最大検出感度の周波数を各センサ部10-1, 10-2, 10-3で異ならせることで、複数の各センサ部10-1, 10-2, 10-3での計測を1組の入力信号生成部20、出力信号検出部30及び解析部40で行うこともできる。第3抵抗体R3、第1コンデンサC1、第2コンデンサC2及び第3コンデンサC3は、検出に用いる信号の周波数を調整する調整手段となっている。

[0040] 例えば、各センサ部10-1, 10-2, 10-3の第1コンデンサC1の容量を $4.7\mu\text{F}$ 、第2コンデンサC2の容量を $4.7\mu\text{F}$ とし、各センサ部10-1, 10-2, 10-3の第1抵抗体R1の抵抗値が 39.2Ω 、第2抵抗体R2の抵抗値が 28.4Ω であった場合、第1センサ部10-1の第3抵抗体R3の抵抗値を 16Ω 、第3コンデンサの容量を $10\mu\text{F}$ 、第2センサ部10-2の第3抵抗体R3の抵抗値を 16Ω 、第3コンデンサの容量を $1\mu\text{F}$ 、第3センサ部10-3の第3抵抗体R3の抵抗値を 0.8Ω 、第3コンデンサの容量を $0.01\mu\text{F}$ とすると、図5に示すように、第1センサ部10-1は1kHzに最大検出感度を有し、第2センサ部10-2は10kHzに最大検出感度を有し、第3センサ部10-3は500kHzに最大検出感度を有する構成とすることができる。

[0041] このように、検出周波数を調整することで複数のセンサ部を1組の入力信号生成部20、出力信号検出部30及び解析部40で行うこともでき、多点検出システムあるいはセンサ部の故障を考慮したバックアップシステムを容易に構築することができる。特に、入力信号生成部20は、入力する交流電圧の周波数を掃引することで、信号の周波数を調整する調整手段となっている。

産業上の利用可能性

[0042] 本発明は、ガスセンサに利用可能である。

符号の説明

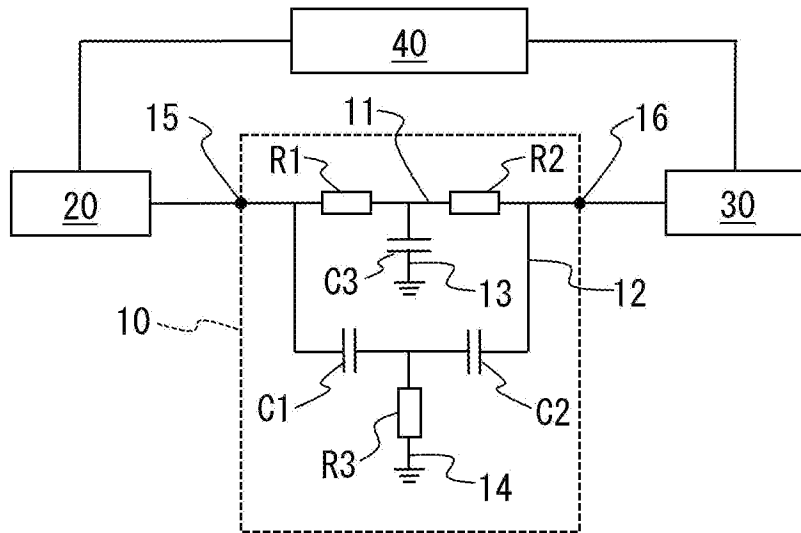
- [0043]
- | | |
|------|---------|
| 10 | センサ部 |
| 10-1 | 第1センサ部 |
| 10-2 | 第2センサ部 |
| 10-3 | 第3センサ部 |
| 11 | 第1配線 |
| 12 | 第2配線 |
| 13 | 第1接地配線 |
| 14 | 第2接地配線 |
| 15 | 入力端子 |
| 16 | 出力端子 |
| 20 | 入力信号生成部 |
| 30 | 出力信号検出部 |
| 40 | 解析部 |
| R1 | 第1抵抗体 |
| R2 | 第2抵抗体 |
| R3 | 第3抵抗体 |
| C1 | 第1コンデンサ |
| C2 | 第2コンデンサ |
| C3 | 第3コンデンサ |

請求の範囲

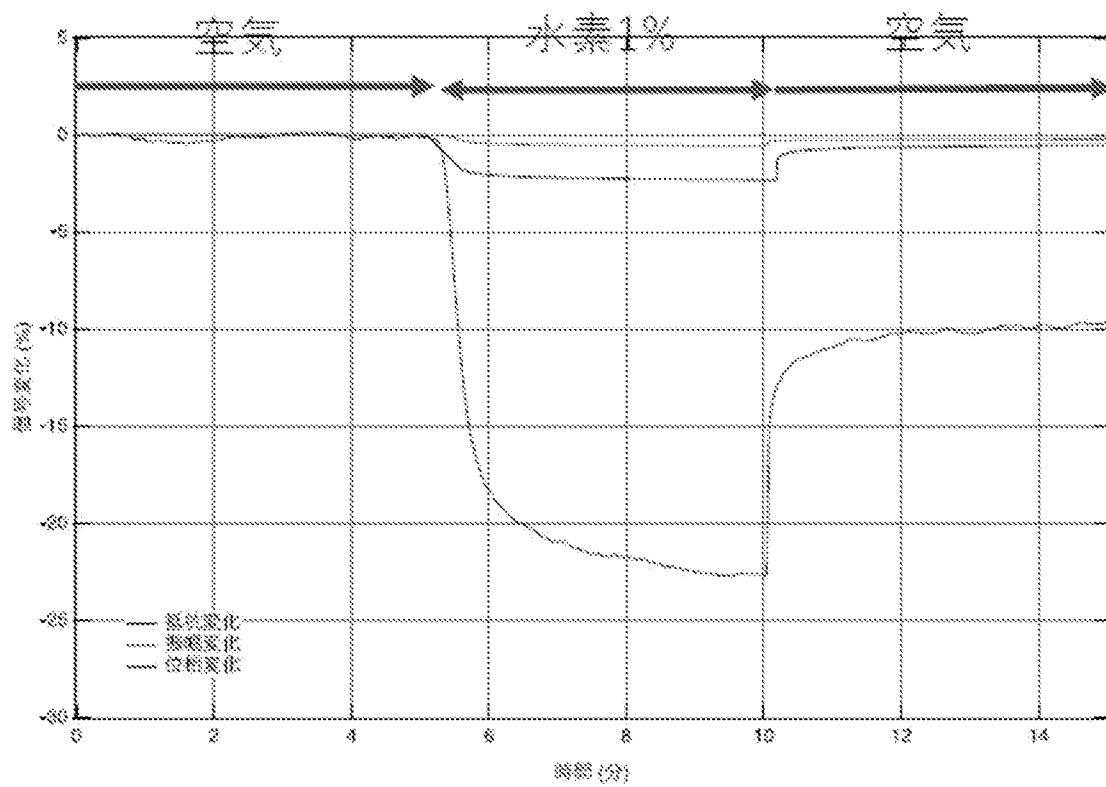
- [請求項1] 計測対象物と接触する抵抗体の抵抗の変動を検出することで計測対象物中のガス濃度の変化を検出するガスセンサであって、
- 前記抵抗体が抵抗値の異なる第1の抵抗体と第2の抵抗体を直列に接続している構成からなり、
- 接続された前記抵抗体に対して所定の周波数に調整された交流電圧の信号を入力する入力信号生成部、
- および前記抵抗体に接続され、所定の交流電圧の信号を通過あるいは遮蔽するフィルタ回路を有し、
- 前記抵抗体の抵抗の変動に対応した、前記フィルタ回路から出力される信号の振幅または位相の変化から計測対象のガスの濃度変化を検出するガスセンサ。
- [請求項2] 前記第1の抵抗体及び前記第2の抵抗体を白金薄膜で形成している請求項1に記載のガスセンサ。
- [請求項3] 直列に接続された第1の抵抗体と第2の抵抗体を有する前記抵抗体が複数配設され、各抵抗体に前記入力信号生成部から同時に交流信号を入力し、複数の計測対象物中のガス濃度の変化を検出する請求項1または2記載のガスセンサ。
- [請求項4] 前記フィルタ回路は、第1の抵抗体と第2の抵抗体を直列に接続しているノッチ・フィルタ回路であって、前記第1の抵抗体及び前記第2の抵抗体の導電率が前記ガスの濃度に応じて変化する請求項1～3のいずれか1項に記載のガスセンサ。
- [請求項5] 入力された交流電圧の信号の振幅または位相に変化を生じさせることで計測対象物の状態を検出可能とするセンサ回路であって、
- 第1の抵抗体と第2の抵抗体を直列に接続しているノッチ・フィルタ回路で構成し、
- 前記第1の抵抗体及び前記第2の抵抗体の導電率を前記計測対象物の状態に応じて変化させているセンサ回路。

- [請求項6] 前記計測対象物はガスであって、記計測対象物の状態は前記ガスの濃度である請求項5に記載のセンサ回路。
- [請求項7] 前記第1の抵抗体及び前記第2の抵抗体を白金薄膜で形成している請求項5または請求項6に記載のセンサ回路。
- [請求項8] 入力される前記信号の周波数を調整する調整手段を設けている請求項5～7のいずれか1項に記載のセンサ回路。

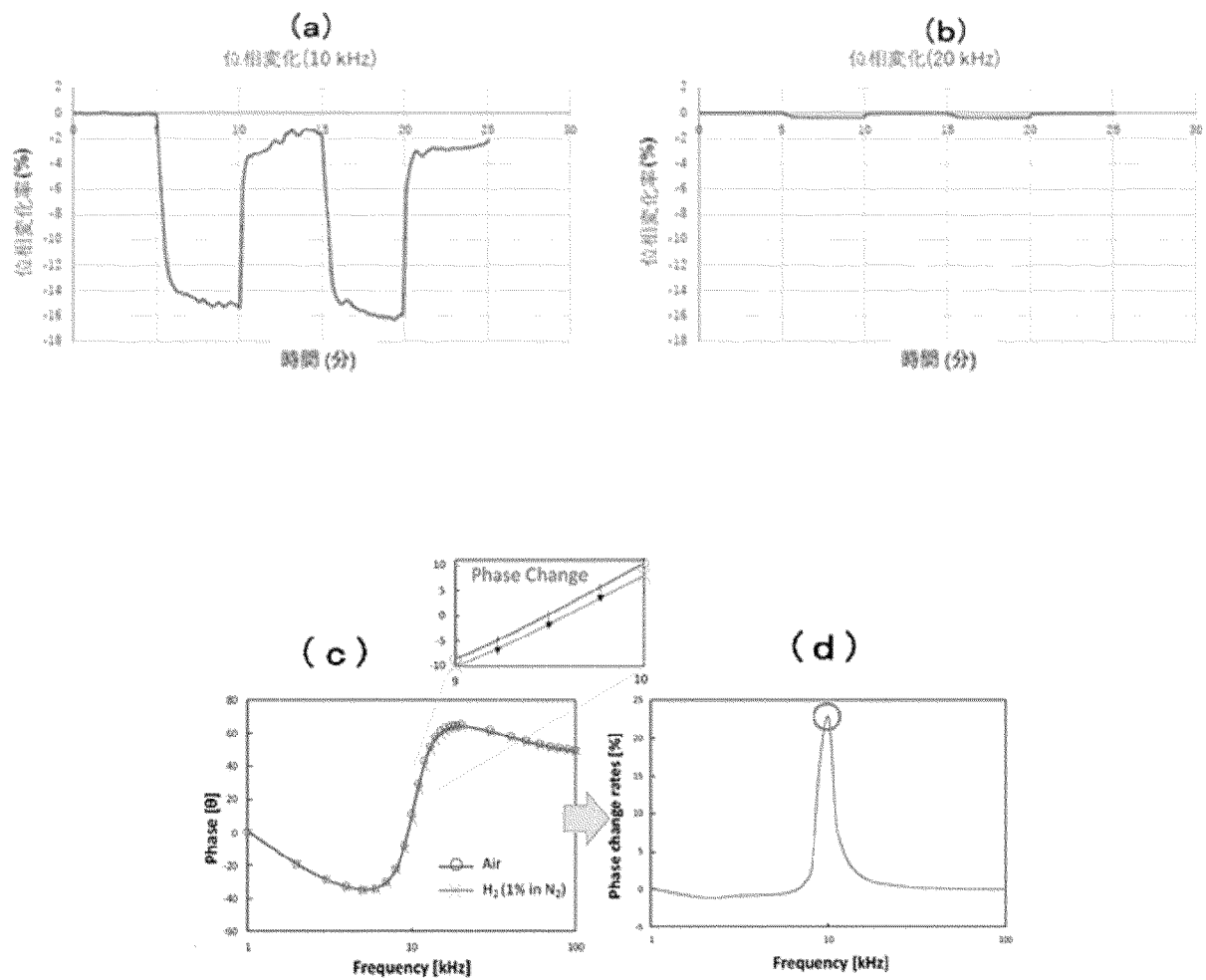
[図1]



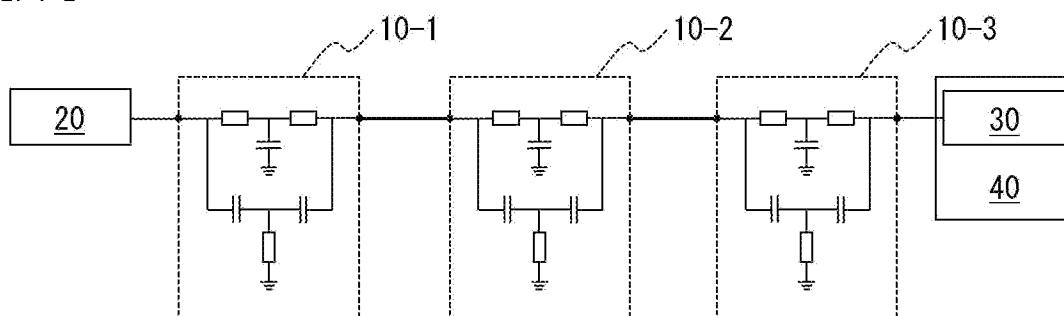
[図2]



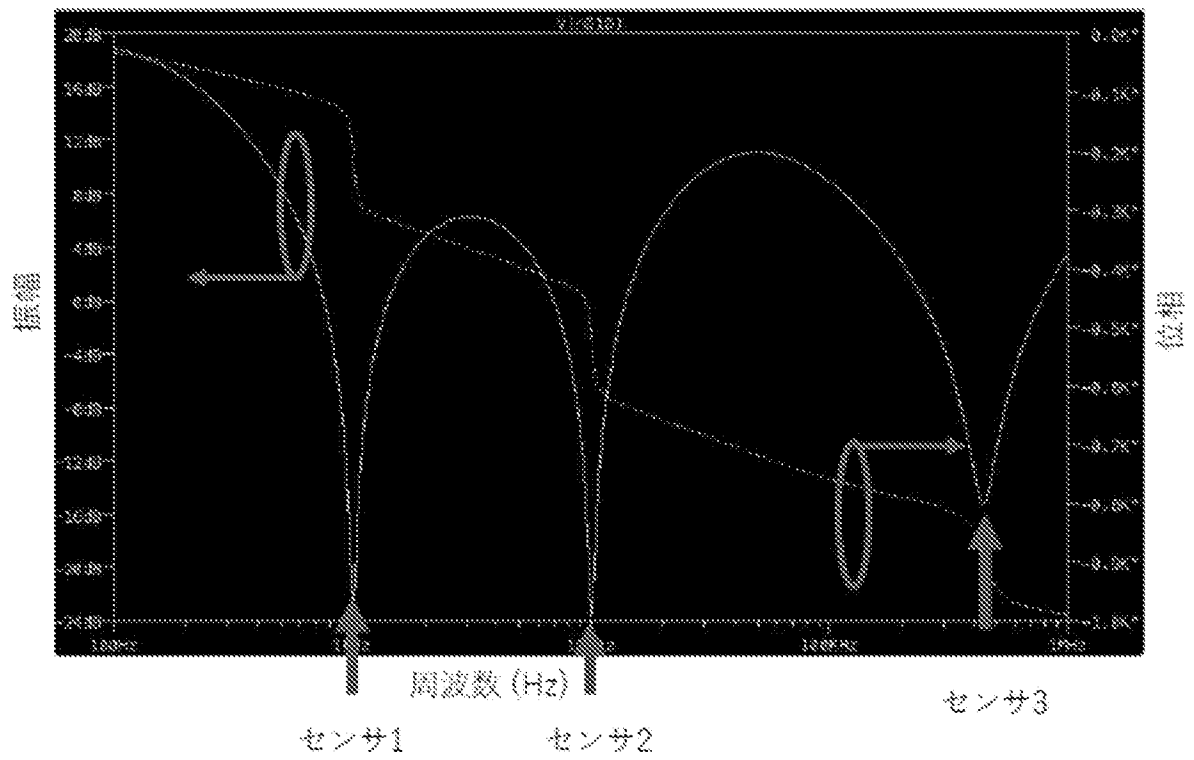
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/047845

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01N 27/04**(2006.01)i; **G01N 27/12**(2006.01)i

FI: G01N27/04 K; G01N27/12 D

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)

G01N27/00-G01N27/24

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2019-027943 A (HITACHI METALS LTD) 21 February 2019 (2019-02-21) entire text	1-8
A	JP 2016-075597 A (UNIV OKAYAMA) 12 May 2016 (2016-05-12) entire text	1-8
A	JP 2015-068802 A (UNIV OKAYAMA) 13 April 2015 (2015-04-13) entire text	1-8
A	US 2019/0204265 A1 (LYTEN, INC.) 04 July 2019 (2019-07-04) entire text	1-8

☐ 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

03 February 2022

Date of mailing of the international search report

22 February 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/047845

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2019-027943	A	21 February 2019	US	2019/0033250	A1	
JP	2016-075597	A	12 May 2016	(Family: none)			
JP	2015-068802	A	13 April 2015	(Family: none)			
US	2019/0204265	A1	04 July 2019	WO	2019/136181	A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01N 27/04(2006.01)i; G01N 27/12(2006.01)i FI: G01N27/04 K; G01N27/12 D		
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）） G01N27/00-G01N27/24		
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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022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） JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)		
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 2019-027943 A（日立金属株式会社）21.02.2019（2019-02-21） 全文	1-8
A	JP 2016-075597 A（国立大学法人 岡山大学）12.05.2016（2016-05-12） 全文	1-8
A	JP 2015-068802 A（国立大学法人 岡山大学）13.04.2015（2015-04-13） 全文	1-8
A	US 2019/0204265 A1（LYTEN, INC.）04.07.2019（2019-07-04） 全文	1-8
☐ 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抵触するものではなく、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 03.02.2022		国際調査報告の発送日 22.02.2022
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 村田 顕一郎 2W 5711 電話番号 03-3581-1101 内線 3258

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/047845

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2019-027943	A	21.02.2019	US	2019/0033250	A1	
JP	2016-075597	A	12.05.2016	(ファミリーなし)			
JP	2015-068802	A	13.04.2015	(ファミリーなし)			
US	2019/0204265	A1	04.07.2019	WO	2019/136181	A1	