

(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  
2024年9月6日(06.09.2024)



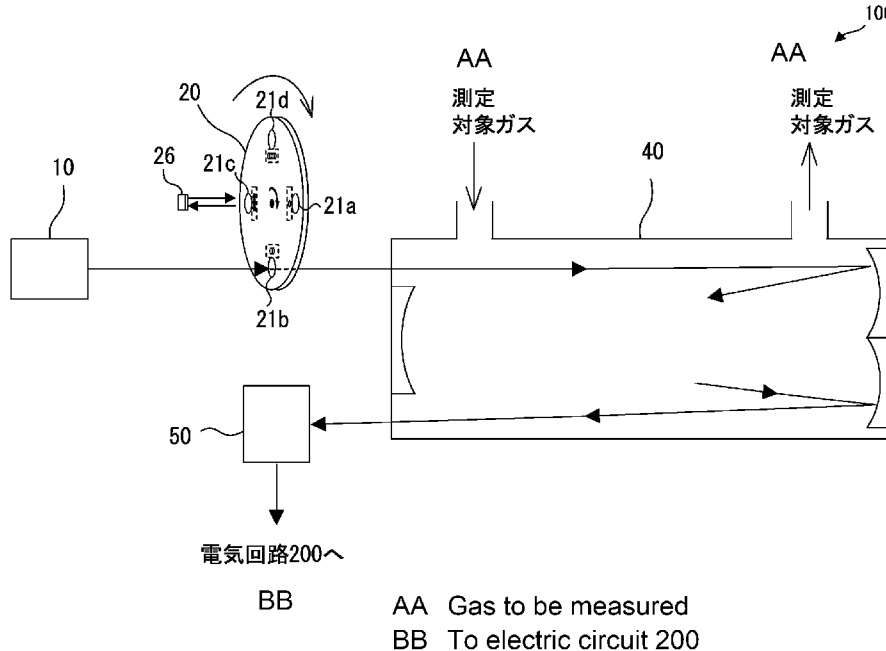
(10) 国際公開番号

WO 2024/181535 A1

- (51) 国際特許分類:  
G01N 21/3518 (2014.01) G01N 21/61 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/007550
- (22) 国際出願日: 2024年2月29日(29.02.2024)
- (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 2023-031563 2023年3月2日(02.03.2023) JP
- (71) 出願人: 富士電機株式会社 (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 谷口 裕 (TANIGUCHI Yu); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP). 武田 直希 (TAKEDA Naoki); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: インフォート弁理士法人 (INFORT PATENT FIRM); 〒1020094 東京都千代田区紀尾井町3-1-2 紀尾井町ビル14F 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,

(54) Title: GAS ANALYSIS DEVICE

(54) 発明の名称: ガス分析装置



(57) Abstract: The present invention provides a gas analysis device that can analyze a plurality of types of gases simultaneously. A gas analysis device (100) comprises: a light-emitting unit (10) that emits infrared light; a plurality of gas filters (21a) – (21d) that transmit light from the light-emitting unit (10) and encapsulate a plurality of high-purity gases to be measured and one gas that does not absorb infrared light; a gas filter wheel (20) in which the plurality of gas filters (21a) – (21d) are stored and which has a rotation mechanism (30); a sample gas cell (40) into which light transmitted through

EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))
- 補正された請求の範囲 (条約第19条(1))

---

the gas filters (21a)–(21d) enters and through which a gas containing a gas to be measured flows; and a light-receiving unit (50) that receives infrared light transmitted through the sample gas cell (40).

(57) 要約: 複数種類のガス分析を同時に行うことができるガス分析装置を提供する。ガス分析装置(100)は、赤外光線を射出する発光部(10)と、発光部(10)からの光線を透過し、高純度の複数の測定対象ガス及び赤外光に吸収を持たない1つのガスが封入された複数のガスフィルタ(21a)~(21d)と、複数のガスフィルタ(21a)~(21d)が格納され、回転機構(30)を有するガスフィルタホイール(20)と、ガスフィルタ(21a)~(21d)を透過した光線が入射し、測定対象ガスを含むガスが流通する試料ガスセル(40)と、試料ガスセル(40)を透過した赤外光線を受光する受光部(50)と、を備える。

## 明 細 書

**発明の名称 : ガス分析装置**

### 技術分野

[0001] 本発明は、ガス分析装置に関する。

### 背景技術

[0002] ガスフィルタ相関方式 (GFC : Gas Filter Correlation) 等による赤外線吸収方式のガス分析装置が知られている。そこで、例えば、特許文献1は、試料ガスが導入された試料セルに赤外光線を断続的に入射させ、試料セルを透過した赤外光線の光量を検出器により検出して試料ガス中の測定対象ガス濃度を演算する赤外線吸収方式の測定装置を開示している。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1 : 特許第4790330号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献1では、測定周期を所定数により分割して生成したタイミング信号を用いて出力信号をサンプリングすることが開示されているものの、複数種類のガス分析を同時に行うことは困難であるという課題が存在していた。

[0005] 本実施形態の課題としては、複数種類のガス分析を同時に行うことができるガス分析装置を提供することを目的とする。

#### 課題を解決するための手段

[0006] 本実施形態における一態様のガス分析装置は、赤外光線を射出する光源と、前記光源からの光線を透過し、高純度の複数の測定対象ガス及び赤外光に吸収を持たない1つのガスが封入された複数のガスフィルタと、複数の前記ガスフィルタが格納され、回転機構を有するガスフィルタホイールと、前記ガス

フィルタを透過した光線が入射し、測定対象ガスを含むガスが流通する試料ガスセルと、前記試料ガスセルを透過した赤外光線を受光する受光部と、を備えることを特徴とする。

## 発明の効果

[0007] 本発明によれば、複数種類のガス分析を同時に行うことができる。

## 図面の簡単な説明

[0008] [図1]本実施形態にかかるガス分析装置の一例を示す全体構成図である。

[図2]本実施形態にかかるガス分析装置の概要の一例を示す図である。

[図3]ガス分析装置を構成する電気回路の機器構成の一例を示すブロック図である。

[図4]ガス分析装置を構成する電気回路の機器構成の別の実施例を示すブロック図である。

[図5]A/D変換部を通過したあとのデジタル信号の一例を示す図である。

[図6]生成されたフィルタ信号の一例を示す図である。

[図7]生成されたフィルタ信号の一例を示す図である。

## 発明を実施するための形態

[0009] 一般にガス分析装置では、測定対象ガスが吸収する特定の波長の光線を当て、その減衰量（検波波形の振幅比）を測定することにより測定対象のガス濃度を計測している。ガスの吸収強度は、ランベルト・ベールの法則（Beer-Lambert law）に従うことが知られており、光量の比率がガス濃度と相関関係にある。

[0010] ガスフィルタ相関方式（GFC: Gas Filter Correlation）は、高濃度の測定対象ガスと参照ガス（ゼロガス）を交互に検出し差分を取ることで、電気ノイズを除く干渉ガスや光学ノイズの影響を受けない測定方法として知られている。

[0011] ただし、ガスフィルタ相関方式を採用した場合には、ガスが封入されたガスフィルタと、変調を行う円板状のチョッパ機構（回転セクタ）と、を並立して構築しなければならないことから、装置全体のサイズが大型化しがちであり、

かつ、チョッパ機構をガスフィルタと同時に機能させる必要がある。このため、ガス種類を増やす場合には、回転部分のサイズが大きくなるという問題が生じる。また、従来においては、1種類のガス検出（測定対象ガス及び参照ガスの組合せ）には対応できるものの、2種類以上のガス検出に用いることは難しいという問題があった。

[0012] そこで本実施形態においては、以下に説明するガス分析装置の構成を想到するに至った。以下、本実施形態について図面を伴って説明する。図1は、本実施形態にかかるガス分析装置100の一例を示す全体構成図であり、図2は、本実施形態にかかるガス分析装置100の概要の一例を示す図である。

[0013] 本実施形態にかかるガス分析装置100は、図1、図2に示すように、発光部10、ガスフィルタホイール20、回転機構30、試料ガスセル40、受光部50、信号処理装置60、制御部70、および電気回路200を備える。ガス分析装置100は、図1、図2に示していない他の構成を備えていてもよい。

[0014] 発光部10は、赤外光線を射出する光源により構成される。例えば赤外光源として、JSIR350-5-BL-R-D3.6-0-0 (MicroHybrid社製)を用いてもよい。また図示しないが、射出される赤外光を平行光に近い光線とするために赤外光源と軸外放物面鏡を組み合わせ使用してもよい。例えば軸外放物面鏡として、MPD00M9-F01 (焦点距離15mm、ソーラボ社製)を用いてもよい。なお、平行光に近い光線を実現する手段として、レンズや放物面ミラー等一般的な光学部品を用いてもよい。

[0015] ガスフィルタホイール20は、複数のガスフィルタ21a~21d、位置検知部25a~25d、及びフォトディテクタ26を備える。本実施形態においては、ガスフィルタホイール20は、4つのガスフィルタ21a~21dを格納している。なお、ガスフィルタの数は4つに限定されるものではなく、少なくとも2つ以上格納することができる。

[0016] 発光部10から射出された光線は、ガスフィルタ21a~21dのいずれかに入射する。ガスフィルタ21a~21dは、ガスを封入可能なセルにより構

成される。ガスフィルタ21a～21dのいずれか一つのガスフィルタには、ゼロガス（例えばN<sub>2</sub>ガス）が封入されている。本実施形態においては、例えばガスフィルタ21aにゼロガス（以下、「ガス種（A）」とも呼ぶ）が封入されている。ガスフィルタ21a～21dのガスフィルタのうち、ゼロガスが封入されているガスフィルタ21a以外のガスフィルタ21b～21dには、測定対象ガス（例えばCO<sub>2</sub>ガスなど）の複数の高純度ガス（以下、「ガス種（B）」、「ガス種（C）」、「ガス種（D）」とも呼ぶ）が封入されている。本実施形態においては、例えばガスフィルタ21b～21dに測定対象ガスが封入されている。射出された光線はガスフィルタ21a～21dのいずれかを通過することにより、ガスフィルタ21a～21dに封入されたガス成分によって光線の一部が吸収される。

[0017] ガスフィルタホイール20は、回転機構30を有する。ガスフィルタホイール20は、回転機構30の駆動によって所定の方向に回転される。本実施形態においては、ガスフィルタホイール20は、図2の矢印に示すように回転機構30により時計回りに回転される。ガスフィルタホイール20は、回転機構30により反時計回りに回転されてもよい。回転機構30には、一般的なモータを用いることができる。回転機構30を構成するモータは、任意の回転数でガスフィルタホイール20を回転することができる。本実施形態においては、回転機構30を構成するモータは、例えば1000～4000rpmでガスフィルタホイール20を回転することができ、本実施形態においては、2000rpmでガスフィルタホイール20を回転することができる。

[0018] 位置検知部25a～25dは、ガスフィルタホイール20の回転に同期し、複数のガスフィルタ21a～21dの位置を検出する。位置検知部25a～25dは、各ガスフィルタ21a～21dの近傍に配置されている。本実施形態においては、位置検知部25a～25dは、各ガスフィルタ21a～21dに対し、ガスフィルタホイール20の径方向の内側に配置されている。ガスフィルタホイール20が回転機構30により回転されると、位置検知部25a～25dは、フォトディテクタ26によって検知され、各ガスフィルタ21a～2

1 dの位置と同期した信号をゲート信号としてフォトディテクタ26に返す。本実施形態において、ゲート信号とは、フォトディテクタ26によって検知された位置検知部25 a～25 dに対応する各ガスフィルタ21 a～21 dの位置を示す情報である。

[0019] 本実施形態においては、位置検知部25 a～25 dは、各ガスフィルタ21 a～21 dのフィルタ番号に対応した穴としてガスフィルタホイール20に設けられている。

[0020] 図2に示すように、本実施形態の位置検知部25 a～25 dは、ガスフィルタ21 a～21 d毎に異なる数の穴により形成されている。例えば、ガスフィルタ21 a～21 dは「1穴」～「4穴」によりそれぞれ形成されている。但し、穴の数は図1、図2に示す実施形態に限られず、各ガスフィルタ21 a～21 dを識別できる数により構成されればよい。

[0021] フィルタ番号とは、各ガスフィルタ21 a～21 dを一意に識別できる番号を設定することができる。例えば、ガスフィルタ21 a～21 dのフィルタ番号として、それぞれフィルタ1～4を設定することができる。以下、「ガスフィルタ21 a～21 d」を「フィルタ1～4」と呼ぶこともある。フィルタ1～4は、それぞれガス種(A)～(D)に対応するガスフィルタである。

[0022] 回転機構30を構成するモータが回転するとフォトディテクタ26は、位置検知部25 a～25 dにより検知されるガスフィルタ21 a～21 dの位置に対応したゲート信号に基づいて、各ガスフィルタ21 a～21 dの位置の情報を入手することができる。例えば、本実施形態においては、フォトディテクタ26は、ガスフィルタ21 aに対応する位置検知部25 aを通過したときには1回の立ち上がり信号を入手することにより、ガスフィルタ21 aの位置の情報を入手し、ガスフィルタ21 bに対応する位置検知部25 bを通過したときには2回の立ち上がり信号を入手することにより、ガスフィルタ21 bの位置の情報を入手することができる。

[0023] 本実施形態においては、位置検知部25 a～25 dとフォトディテクタ26との組み合わせにより、各ガスフィルタ21 a～21 dの位置に応じた位置情

報を信号としてフォトディテクタ26が入手しているがこれに限られるものではない。例えば、各ガスフィルタ21a~21dの位置に応じた位置情報を信号として入手できる機能を有することができれば足りる。例えば、フォトディテクタ26の代わりに、図示しない磁気検出素子（ホール素子）により位置検知部25a~25dにより発せられる磁気に基づいて位置情報を信号として返してもよい。この場合、位置検知部25a~25dはガスフィルタ21a~21d毎に異なる磁気を発する磁石により形成される。フォトディテクタ26により入手した信号は、同期信号（電気信号）としてデジタル入力端子（Digital input）51を通じて信号処理装置60へ入力される。

[0024] 試料ガスセル40は、図1に示すように測定対象ガスを含むガスが流通する。ガスフィルタ21a~21dを透過した光線は、試料ガスセル40に入射する。ここで、試料ガスセル40は、高感度化を目的として、多重反射セルを用いてもよい。試料ガスセル40を通過した光線は受光部50に入射する。

[0025] 受光部50は、図示しない受光素子を備える。受光素子は、光源、測定対象ガスの両方に感度を持つ素子を使用することができ、例えばInAsSb光起電力素子（P13243-022MS（浜松ホトニクス社製））を用いることができる。ガスフィルタ21a~21d及び試料ガスセル40を透過して受光部50から入射した光線は、電気回路200へ入力される。

[0026] 次に電気信号の流れを図3に示すブロック図を用いて説明する。図3は、ガス分析装置100を構成する電気回路200の機器構成の一例を示すブロック図である。

[0027] 電気回路200は、受光部PD（フォトダイオード：Photodiode）201、IV（電流／電圧）変換部202、アンプ回路（プリアンプ回路）203、ローパスフィルタ（LPF：Low-pass Filter）204、バンドパスフィルタ（BPF：Band-pass Filter）205、及びAD変換部206を備える。

[0028] 受光部PD201は、ガスフィルタ21a~21d及び試料ガスセル40を透過して受光部50から入射した光線の透過光量を電流（電気信号）に変換し

て電気回路200に流入させる。I/V変換部202は、受光部PD201により流入された電流を電圧に変換する。アンプ回路203は、変換した電圧の出力信号を増幅する。本実施形態においては、アンプ回路203は、出力信号を増幅しているがこれに限られない。アンプ回路203による出力信号の増幅を省略してもよい。

[0029] 回転機構30を構成するモータの回転により生成される信号は、方形波形状の信号（以下、「方形波信号」とも呼ぶ）となる。方形波信号は、高調波成分を多く含む為、ローパスフィルタ204により、高周波ノイズを除去するとともに、バンドパスフィルタ205により、必要な周波数帯のみを通し、他の周波数を減衰することで、回転機構30を構成するモータの回転に対応する周波数以外の成分を除去する。これにより、信号に含まれるノイズを除去して、ガス濃度の検出精度の向上を図ることができる。

[0030] 本実施形態においては、ローパスフィルタ204及びバンドパスフィルタ205の組み合わせにより信号に含まれるノイズを除去しているがこの限りではない。他の実施例として図4に示すように、ローパスフィルタ204の構成を省略して、バンドパスフィルタ205の構成のみにより、信号に含まれるノイズを除去してもよい。図4は、ガス分析装置100を構成する電気回路200の機器構成の別の実施例を示すブロック図である。図4で示す実施形態の電気回路200においては、図3で示す電気回路200のうち、ローパスフィルタ204の構成を省略し、バンドパスフィルタ205によりノイズを除去している。これにより電気回路200の機器構成を簡略化することができ、製作コストの低減を図ることができる。なお、バンドパスフィルタ205は図示しないハイパスフィルタ及びローパスフィルタ204の組み合わせに置き換えて、信号に含まれるノイズを除去してもよい。

[0031] AD変換部206は、ローパスフィルタ204、及びバンドパスフィルタ205によりノイズを除去したアナログ信号をデジタル化し、デジタル信号として出力する。図5は、AD変換部206を通過したあとのデジタル信号の一例を示す図である。図5に示すように、AD変換部206を通過したあとのデジ

タル信号は、ガスフィルタ21a~21dのすべての信号301a~301dの情報を含む連続信号300となって出力される。なお、図3、図4の記載において、便宜上ガスフィルタ21a~21dに対応するガス種(A)~(D)由来の信号301a~301dをそれぞれ(1)~(4)を用いて図示している。

[0032] 次にフォトディテクタ26にて検出される位置情報の挙動について説明する。フォトディテクタ26によって検出される位置情報は、ガスフィルタホイール20の回転に基づく。したがって、回転機構30を構成するモータが回転すると、フォトディテクタ26は、各ガスフィルタ21a~21dの位置に合わせた立ち上がり信号を入手することができる。この信号は、デジタル入力端子51よりデジタル信号として、信号処理装置60に入力される。入力する手段としてコンパレータを用いることができる。

[0033] 信号処理装置60は、フォトディテクタ26により入手したデジタル化された同期信号(電気信号)に基づいて、各ガスフィルタ21a~21dの位置を示すゲート信号を生成する。

[0034] 制御部70は、ガス分析装置100全体を統括的に制御するもので、プログラムを読み込んでガス濃度算出処理を実行するCPU(Central Processing Unit)(不図示)を有する。記憶部80は、RAM(Random Access Memory)、ROM(Read Only Memory)、HDD(Hard Disk Drive)、SSD(Solid State Drive)等を有する。記憶部80は、制御部70が実行するプログラム、その他各種データを記憶する。また、記憶部80は、制御部70がプログラムを実行する際の作業領域を提供する。

[0035] AD変換部206では、ガスフィルタ21a~21dに対応するガス種(A)~(D)の信号(1)~(4)が順番に出力され、図5に示すように、AD変換部206を通過したあとのデジタル信号は、ガスフィルタ21a~21dのすべての信号301a~301dの情報を含む連続した正弦波のような

連続信号300の形状となって出力される。振幅はガスの吸収に左右され、ガス種(A)～(D)の信号(1)～(4)はそれぞれ異なる振幅をもつ。

[0036] 信号処理装置60は、フォトディテクタ26により入手したデジタル化された同期信号(電気信号)に基づいて、各ガスフィルタ21a～21dの位置を示す参照信号を生成する。参照信号は、検出したガスフィルタ21a～21dの位置と、ガスフィルタ21a～21dを透過した光線の時間情報と、を同期するために用いられる信号である。ガスフィルタ21a～21dによる出力と同期して生成される同期信号は、デジタル入力端子51から信号処理装置60を通して、ゲート信号と参照信号を生成する。本実施形態においては、信号処理装置60により生成されるゲート信号は、例えばON又はOFFの2進数により表される。ゲート信号は、同期信号の信号パターン(フィルタ1なら1つのON又はOFF信号、フィルタ2なら2つのON又はOFF信号、フィルタ3なら3つのON又はOFF信号、フィルタ4なら4つのON又はOFF信号)を元に各フィルタ1～フィルタ4の回転位置を検出し、フィルタ4の後に来たフィルタ1の同期信号をトリガ信号として1回転を4分割に区切り、フィルタ1の正弦波の間ONとなるようなゲート信号(1)と、フィルタ2の正弦波の間ONとなるようなゲート信号(2)と、フィルタ3の正弦波の間ONとなるようなゲート信号(3)と、フィルタ4の正弦波の間ONとなるようなゲート信号(4)を生成する。この際、バンドパスフィルタ205の影響で信号に遅延が生じる可能性があるため、各ゲート信号(1)～(4)のONタイミングはこのバンドパスフィルタ205の遅延時間を考慮して決める必要がある。

[0037] 参照信号は、上記トリガ信号を起点として、次のトリガ信号までの間に4周期分の矩形波または正弦波をデジタル的に生成すればよいが、上記の通りバンドパスフィルタ205による遅延の影響を考慮し、位相を調整する必要がある。参照信号は正弦波でも矩形波でもよいが、矩形波の場合は参照信号に整数倍の高調波成分が含まれるため、ロックイン処理で単一の周波数成分に絞ることができなくなる。SNR(Signal-to-Noise Ratio)

を向上させるためには、参照信号を正弦波とすることが望ましい。ただし、アンプ回路203を通過した受光信号がバンドパスフィルタ205により著しく振幅が低下する場合、バンドパスフィルタ205の通過帯域を広げて信号振幅を稼ぐ方がSNR向上に有利な場合がある。その場合は参照信号を矩形波としたロックイン処理が有効である。したがって、ロックイン処理を行うためには、ガスフィルタ21a~21dのすべての信号301a~301dを含む連続信号300をそれぞれのガスフィルタ21a~21d毎のフィルタ信号401a~401dに並び替える必要がある。

[0038] そこで、ロックイン処理において、制御部70は、ガスフィルタ21a~21dのすべての信号301a~301dを含む連続信号300を信号処理装置60が生成したゲート信号に合わせ、ガスフィルタ21a~21dのすべての信号301a~301dを含む連続信号300を分割して、それぞれのガスフィルタ21a~21d毎のフィルタ信号401a~401dを生成する。信号処理装置60は、各ガスフィルタ21a~21d（フィルタ1~4）の位置を示すゲート信号と、各フィルタ1~4に対応する信号301a~301dをそれぞれ乗算して、各ガスフィルタ21a~21dにそれぞれ対応するフィルタ信号401a~401dを生成する。これにより、ガス種（A）~（D）に対応するゲート信号（1）~（4）とANDをとることにより、信号をフィルタ信号401a~401dに分離させる。

[0039] 図6、図7は、生成されたフィルタ信号401a~401dの一例を示す図である。各ガスフィルタ21a~21d（フィルタ1~4）に対応するフィルタ信号401a~401dは、図6に示すように、所定のタイミングごとに分割して生成されるため、所定のタイミングごとに立ち上がる断片的な正弦波として生成される。したがって、信号処理装置60は、図7に示すように、生成した断片的な正弦波を連続した正弦波のフィルタ信号401a~401dとして生成する。これにより、各フィルタ信号401a~401dには、それぞれ各ガスフィルタ21a~21d（フィルタ1~4）に対応する正弦波の信号を連続して含めることができる。分離された各ガス種（A）~（D）に対応する

フィルタ信号401a~401dは、4信号間隔で信号を出力する。次にこの成分をつなぎ合わせ、連続信号として出力し、連続信号に並べる信号処理を行う。出力されたこの連続信号の包絡線は、ガス種(A)~(D)ごとの吸収信号、ノイズ等を全て内包した信号となる。この信号にロックイン処理(参照信号の乗算とローパスフィルタ処理)を行うことで、ノイズを含む信号においても感度良く包絡線を抽出することができる。

[0040] 制御部70は、出力した連続信号をロックイン処理によってガス濃度算出処理を行う。ガス濃度算出処理では、フィルタ信号401a~401dは、乗算器71a~71dにより参照信号と乗算され、デジタルLPF72a~72dを通過することで、各ガス種の吸収信号を含むDC成分を残した各信号成分が出力される。デジタルLPF72a~72dにより各フィルタ信号401a~401dのノイズ成分が除去されることにより、制御部70は、SNR(Signal-to-Noise Ratio)良好な信号成分を取得することができる。

[0041] ここで、ロックイン処理後に出力された各信号成分は、各時間の温度変化、圧力変化、光源ふらつきなどの外乱要因を含んでいる。各測定成分ガス封入フィルタとして設定されたガスフィルタ21b~21d由来の連続信号の信号成分の信号レベルと、ゼロガス封入フィルタとして設定されたガスフィルタ21a由来の連続信号の信号成分の信号レベルと、を比較することで、外乱成分による各時間のノイズを除去することが可能になる。

[0042] 制御部70を通過した各信号成分は、式1によるガスフィルタ相関法の原理式に基づき、ガス濃度を算出する。式1は、測定成分ガスがCOの場合のガスフィルタ相関法の原理式の一例である。

[数1]

$$CO \text{ Gas Concentration} \propto \frac{V_{N_2} - V_{CO}}{V_{CO}} \dots \text{式1}$$

[0043] ここでN<sub>2</sub>のフィルタを通過した光線はガスフィルタ内の測定対象ガスによる吸収を含み、測定対象ガスを封入したフィルタを通過した信号は、理想的にはフィルタ内で測定対象ガスによる吸収を全て吸収する為、後段のガスセル内

部に存在する測定対象ガスの濃度に関わらず信号を出力する。つまり $N_2$ のガスフィルタ+試料ガスセル40を通過した信号の信号レベルから、測定対象ガスのガスフィルタ+試料ガスセル40を通過した信号の信号レベルの差分をとることで、双方の経路に共通するノイズ成分を除去することができる。

[0044] 式1により算出される値は、ランベルト・ベールの法則に従いガス濃度に比例する。所定の方法により、ゼロ・スパン校正をすることで、各ガス種(A)～(D)のガス濃度指示値を算出することができる。

[0045] 本実施形態においては、ガスフィルタ相関方式を採用した場合であっても、ガスが封入されたガスフィルタ21a～21dと、回転を行うガスフィルタホイール20と、を並立して構築する必要がない。このため、ガス分析装置100全体のサイズを小型にすることができ、かつ、ガスフィルタ21a～21dは、透過した光線と時間情報が同期される。このため、ガス種類が複数に増えた場合であっても、ガスフィルタ21a～21dの数を増やすだけで対応することができ、ガスフィルタホイール20のサイズが大きくなるという問題が解消される。したがって、従来において1種類のガス濃度算出しかできなかったガス分析を2種類以上のガス分析に用いることができる。したがって、ガスフィルタ21a～21dの数を変更するだけで所望の数のガス分析を行うことができ、複数種類のガス分析を同時に行うことができる。

[0046] 以上のように、上記の実施の形態によれば、ロックイン処理は、制御部70により実行されているがこの限りではない。例えば、ガス分析装置100に接続された、図示しない汎用PCにより、ロックイン処理を実行してもよい。これにより、ガス分析装置100の制御部70の構成を簡易な構成することができ、コストの低減を図ることができる。

[0047] 本発明の実施の形態は上記の各実施の形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想の趣旨を逸脱しない範囲において様々に変更、置換、変形されてもよい。さらには、技術の進歩又は派生する別技術によって、本発明の技術的思想を別の仕方で実現することができれば、その方法を用いて実施されても

よい。したがって、特許請求の範囲は、本発明の技術的思想の範囲内に含まれ得る全ての実施態様をカバーしている。

[0048] 本出願は、2023年3月2日出願の特願2023-031563に基づく。この内容は、すべてここに含めておく。

### 符号の説明

- [0049] 10 : 発光部  
20 : ガスフィルタホイール  
21a~21d : ガスフィルタ  
25a~25d : 位置検知部  
26 : フォトディテクタ  
30 : 回転機構  
40 : 試料ガスセル  
50 : 受光部  
51 : デジタル入力端子  
60 : 信号処理装置  
70 : 制御部  
71a~71d : 乗算器  
72a~72d : デジタルLPF  
80 : 記憶部  
100 : ガス分析装置  
200 : 電気回路  
201 : 受光部PD  
202 : IV変換部  
203 : アンプ回路  
204 : ローパスフィルタ  
205 : バンドパスフィルタ  
206 : AD変換部  
300 : 連続信号

301 a ~ 301 d : 信号

401 a ~ 401 d : フィルタ信号

## 請求の範囲

- [請求項1] 赤外光線を射出する光源と、  
前記光源からの光線を透過し、高純度の複数の測定対象ガス及び赤外光に吸収を持たない1つのガスが封入された複数のガスフィルタと、  
複数の前記ガスフィルタが格納され、回転機構を有するガスフィルタホイールと、  
前記ガスフィルタを透過した光線が入射し、測定対象ガスを含むガスが流通する試料ガスセルと、  
前記試料ガスセルを透過した赤外光線を受光する受光部と、  
を備えたガス分析装置。
- [請求項2] 前記受光部で受光した赤外光を電気信号に変換し、ガス濃度演算する信号処理装置と、  
前記ガスフィルタホイールの回転に同期し、前記複数のガスフィルタの位置を検出する位置検知部と、  
制御部と、を更に備え、  
前記制御部は、  
検出した前記ガスフィルタの位置と前記ガスフィルタを透過した光線の時間情報を同期し、  
前記ガスフィルタ毎にガス濃度算出処理を行う  
ことを特徴とする請求項1に記載のガスフィルタ相関方式（G F C : G a s F i l t e r C o r r e l a t i o n）のガス分析装置。
- [請求項3] 前記位置検知部の位置を検知するフォトディテクタを更に備え、  
前記位置検知部は、前記ガスフィルタの位置毎に異なる数の穴により形成されている  
ことを特徴とする請求項2に記載のガス分析装置。
- [請求項4] 前記位置検知部の位置を検知する磁気検出素子を更に備え、

前記位置検知部は、前記ガスフィルタの位置毎に異なる磁気を発する磁石により形成されている

ことを特徴とする請求項2に記載のガス分析装置。

[請求項5]

前記制御部は、

同期信号を参照信号とゲート信号のANDを取って分離し、分離した前記同期信号を更につなぎ合わせて連続信号に並べる信号処理を行い、

前記連続信号をロックイン処理によって前記ガス濃度算出処理を行う

ことを特徴とする請求項2から4のうち何れかに記載のガス分析装置。

[請求項6]

前記制御部は、前記測定対象ガスが封入された前記ガスフィルタの前記連続信号の信号成分の信号レベルと、参照ガスが封入された前記ガスフィルタの前記連続信号の信号成分の信号レベルと、を比較して、所定のガスフィルタ相関法の原理式に基づき、前記測定対象ガスの各ガス濃度指示値をそれぞれ算出する

ことを特徴とする請求項5に記載のガス分析装置。

**補正された請求の範囲（条約第19条）****2024年7月10日（ 10.07.2024 ） 国際事務局受理**

[請求項1]

[補正後] 赤外光線を射出する光源と、

前記光源からの光線を透過し、高純度の複数の測定対象ガス及び赤外光に吸収を持たない1つのガスが封入された複数のガスフィルタと、

複数の前記ガスフィルタが格納され、回転機構を有するガスフィルタホイールと、

前記ガスフィルタを透過した光線が入射し、前記測定対象ガスを含むガスが流通する試料ガスセルと、

前記試料ガスセルを透過した前記赤外光線を受光する受光部と、

前記受光部が出力する信号を通すバンドパスフィルタと、

前記受光部で受光した赤外光を電気信号に変換し、ガス濃度演算する信号処理装置と、

前記ガスフィルタホイールの回転に同期し、前記複数のガスフィルタの位置を検出する位置検知部と、

制御部と、を備え、

前記バンドパスフィルタは、

前記受光部が出力する信号のうち、前記回転機構を構成するモータの回転に対応する周波数帯の信号のみを通過し、前記回転機構を構成する前記モータの回転に対応する前記周波数帯以外の信号を減衰し、

前記制御部は、

検出した前記ガスフィルタの位置と前記ガスフィルタを透過した光線の時間情報を同期し、

同期信号を参照信号とゲート信号のANDを取って分離し、分離した前記同期信号を更につなぎ合わせて連続信号に並べる信号処理を行い、

前記連続信号をロックイン処理によって前記ガスフィルタ毎にガス濃度算出処理を行うガスフィルタ相関方式（GFC：Gas Filter Correlation）のガス分析装置。

[請求項2]

[削除]

[請求項3]

[補正後] 前記位置検知部の位置を検知するフォトディテクタを更に備え、

前記位置検知部は、前記ガスフィルタの位置毎に異なる数の穴により形成されている

ことを特徴とする請求項1に記載のガス分析装置。

[請求項4]

[補正後] 前記位置検知部の位置を検知する磁気検出素子を更に備え、

前記位置検知部は、前記ガスフィルタの位置毎に異なる磁気を発する磁石により形成されている

ことを特徴とする請求項1に記載のガス分析装置。

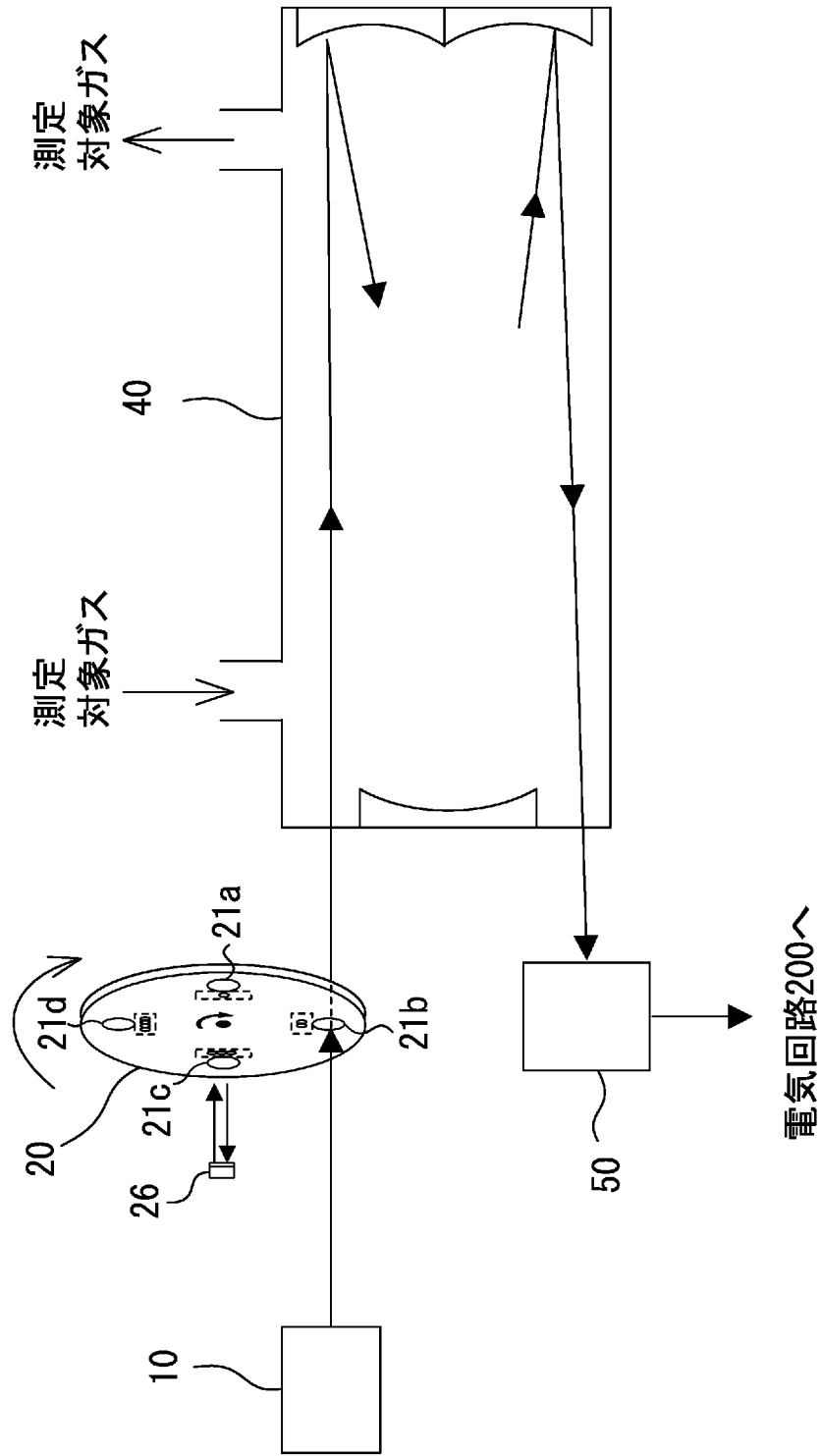
[請求項5]

[削除]

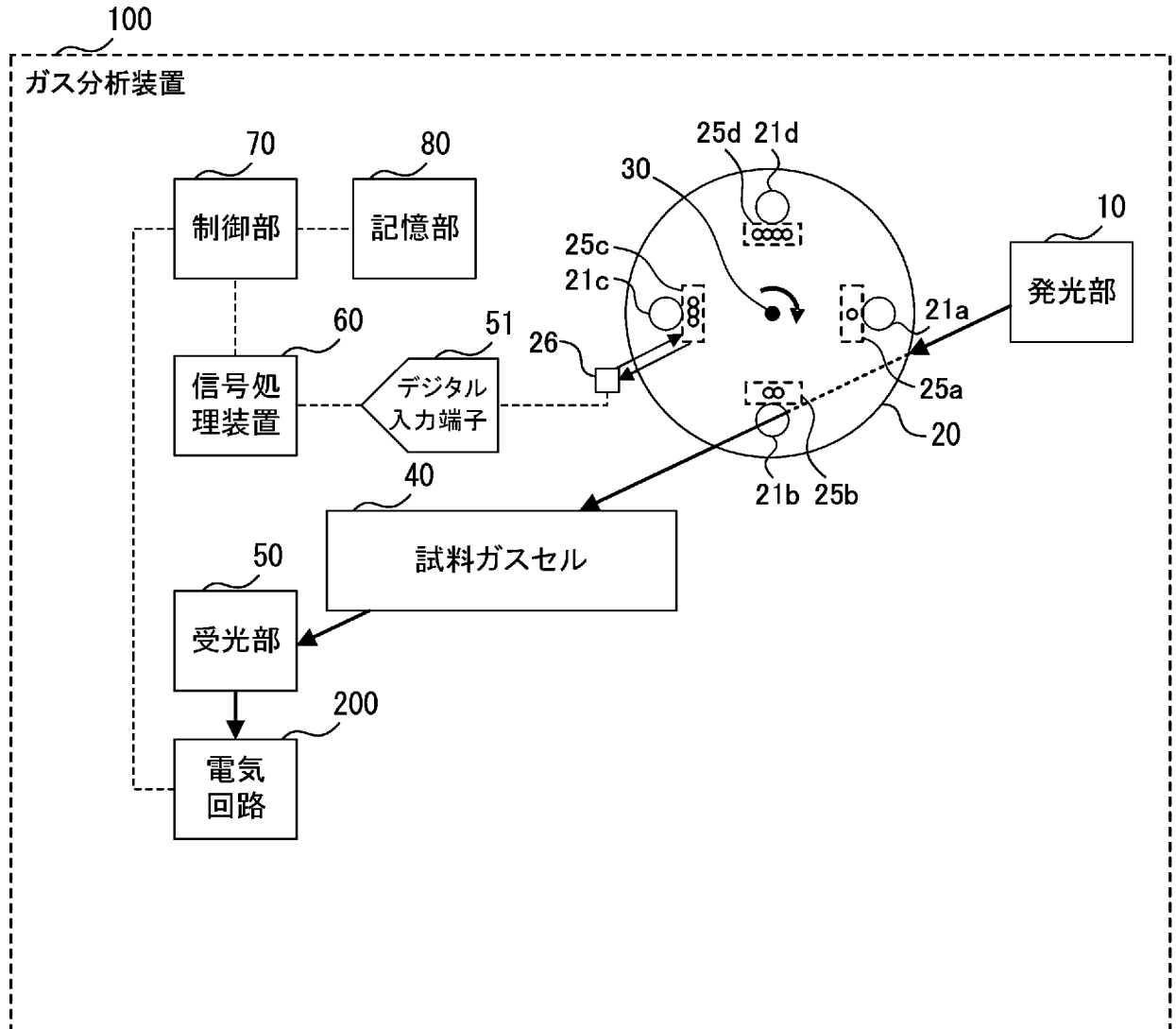
[請求項6]

[補正後] 前記制御部は、前記測定対象ガスが封入された前記ガスフィルタの前記連続信号の信号成分の信号レベルと、参照ガスが封入された前記ガスフィルタの前記連続信号の信号成分の信号レベルと、を比較して、所定のガスフィルタ相関法の原理式に基づき、前記測定対象ガスの各ガス濃度指示値をそれぞれ算出することを特徴とする請求項1に記載のガス分析装置。

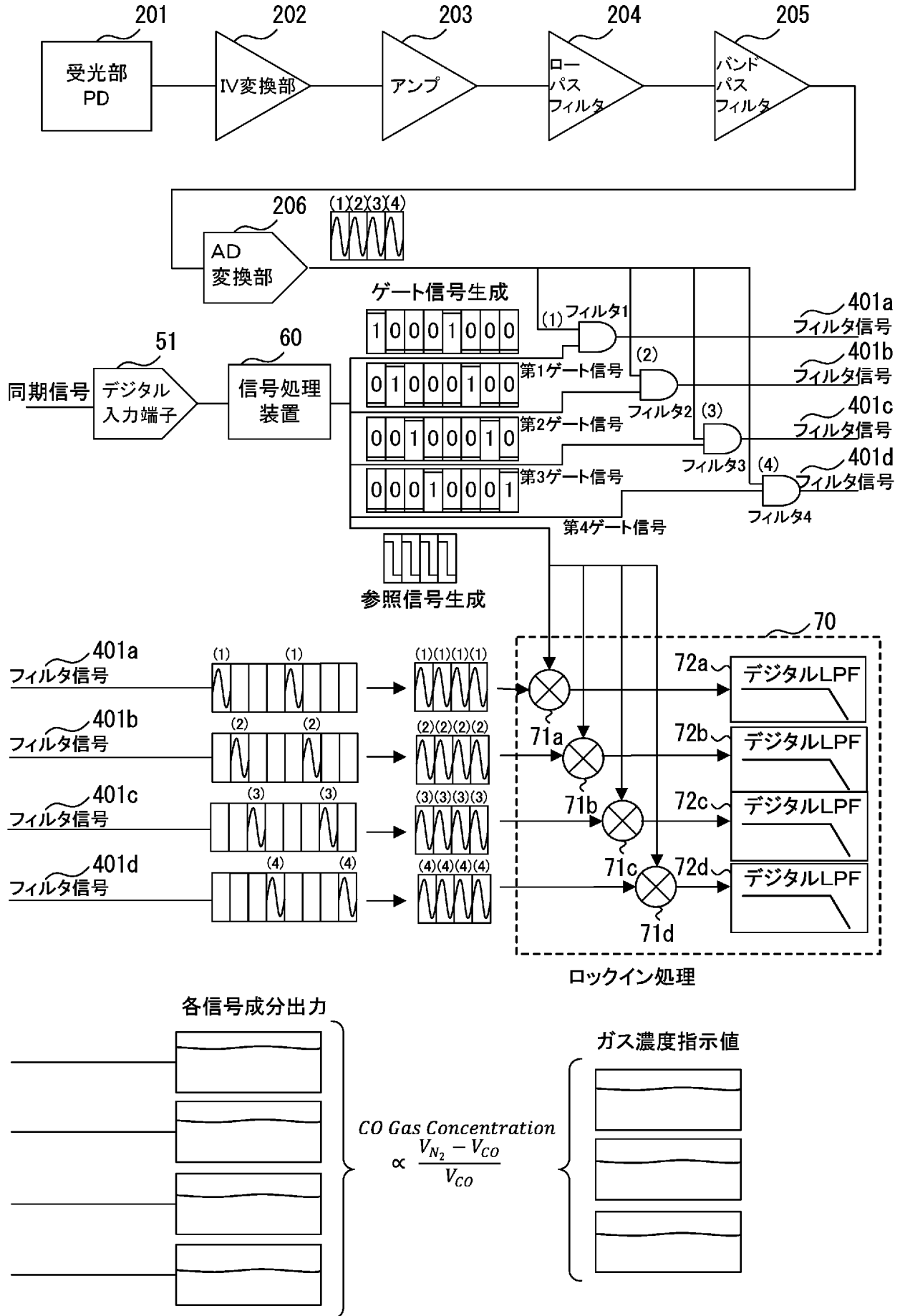
[ 図 1 ]  
100



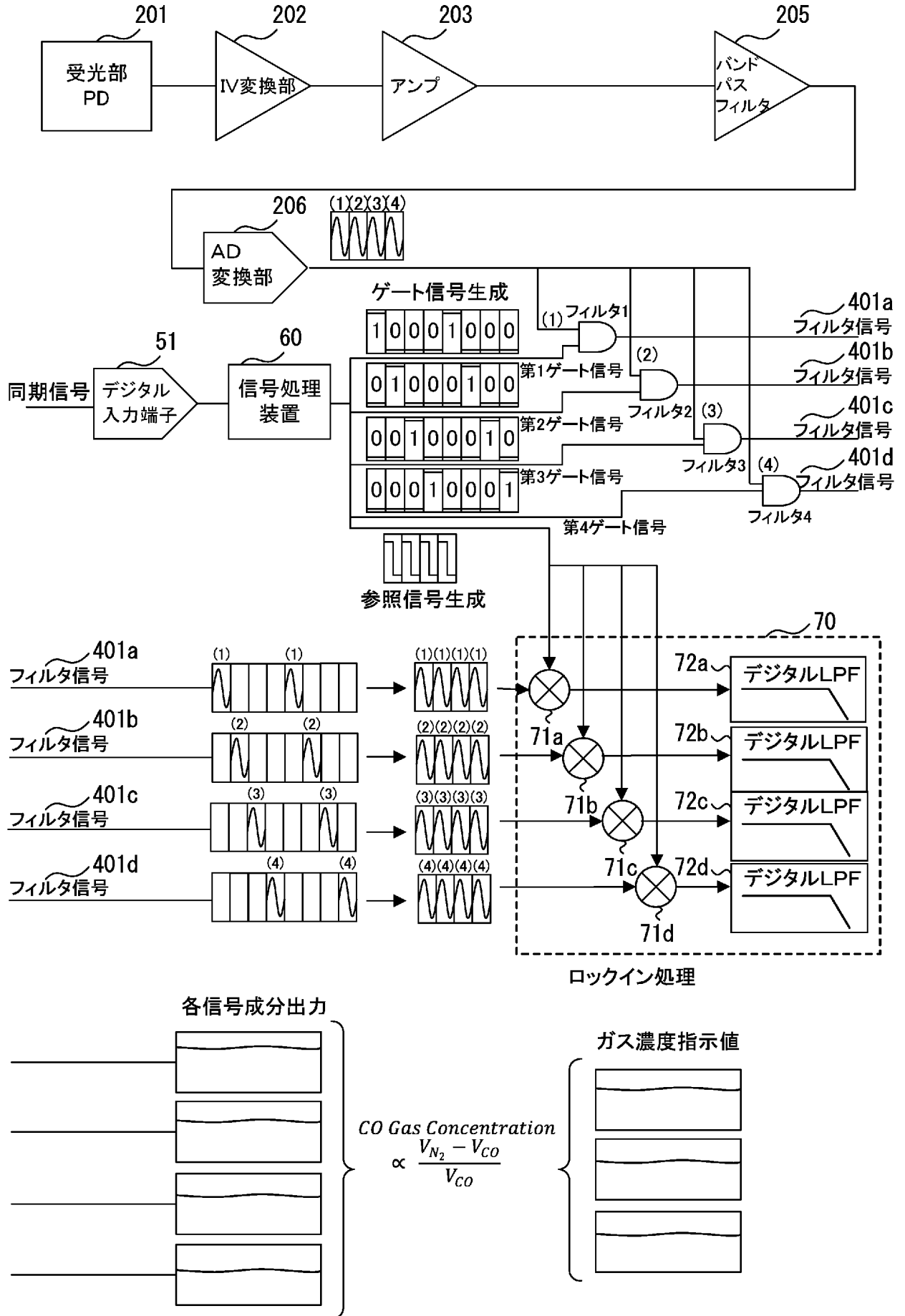
[ 図 2 ]



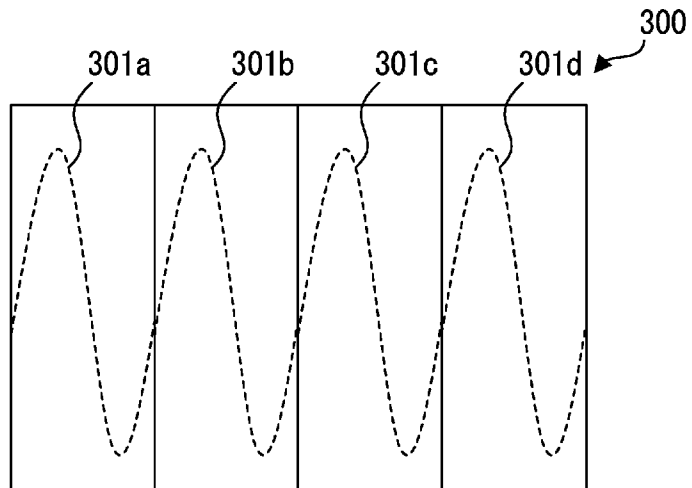
[ 図 3 ]



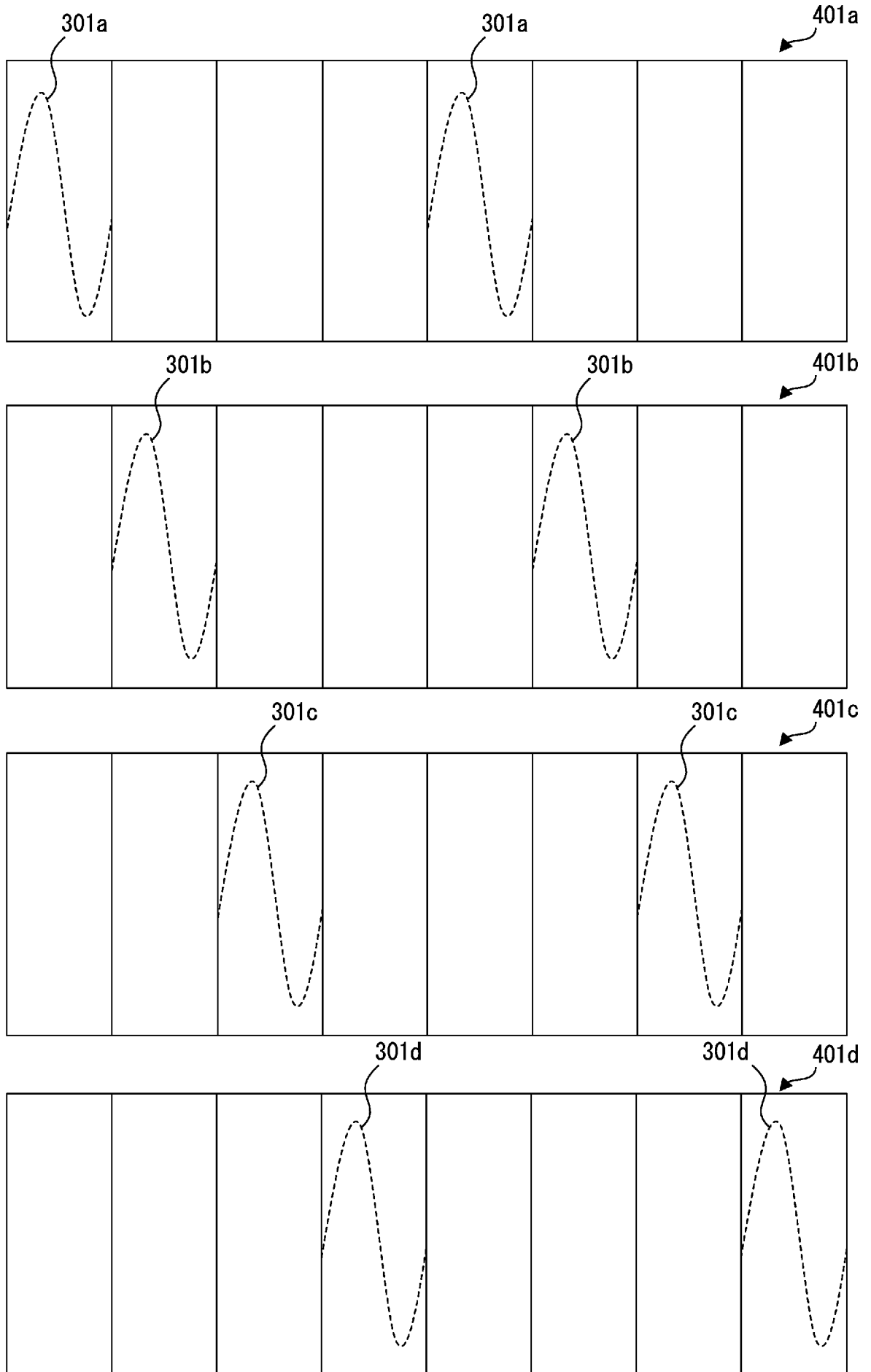
[ 図 4 ]



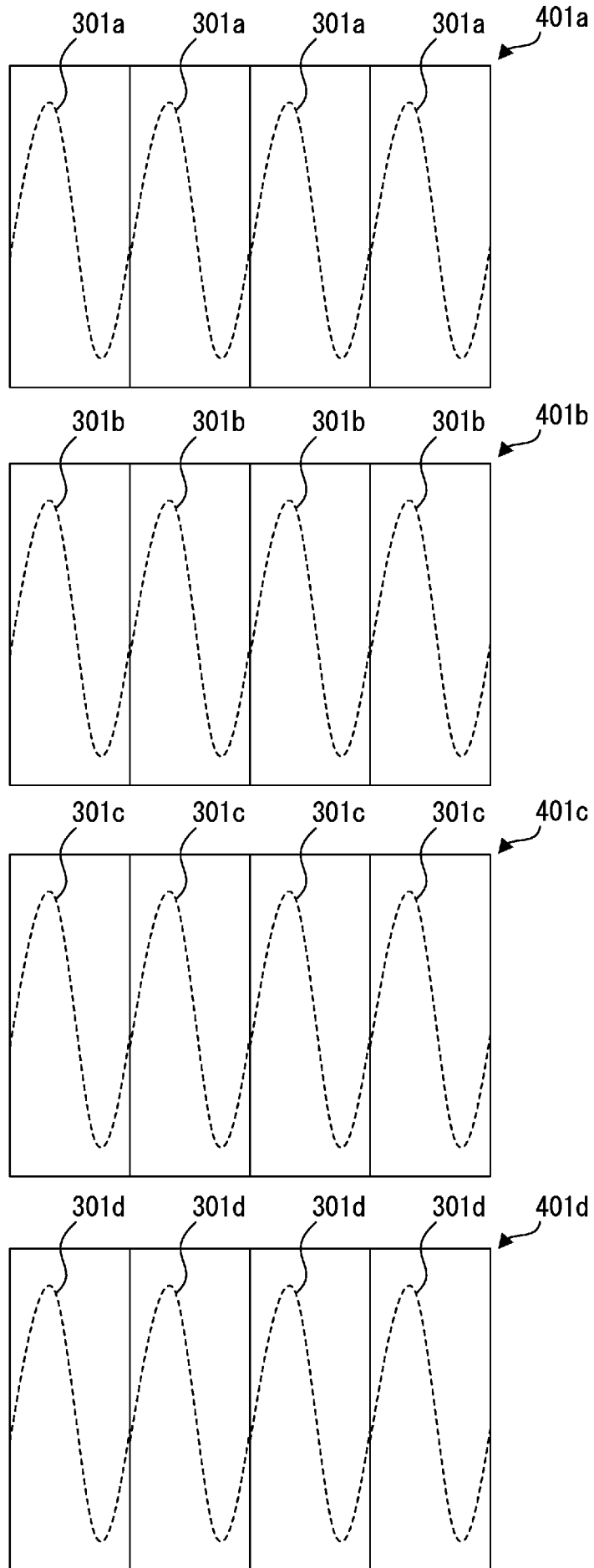
[ 5 ]



[ 6 ]



[ 7 ]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/007550

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>G01N 21/3518</i> (2014.01)i; <i>G01N 21/61</i> (2006.01)i FI: G01N21/3518; G01N21/61		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01N 21/00-21/61		
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 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 56-34814 B2 (HONEYWELL INC.) 13 August 1981 (1981-08-13) page 3, left column, line 34 to page 6, right column, line 18, fig. 1-3	1-6
X	JP 10-82740 A (SHIMADZU CORPORATION) 31 March 1998 (1998-03-31) paragraphs [0015]-[0024], fig. 1	1
Y		1-6
Y	JP 8-33349 B2 (SHIMADZU CORPORATION) 29 March 1996 (1996-03-29) fig. 4	1-6
A	JP 8-15128 A (HORIBA, LTD.) 19 January 1996 (1996-01-19) paragraphs [0002]-[0004]	1-6
A	JP 1-35292 B2 (YAMATAKE HONEYWELL KK) 25 July 1989 (1989-07-25) entire text, all drawings	1-6
A	JP 10-48135 A (SHIMADZU CORPORATION) 20 February 1998 (1998-02-20) entire text, all drawings	1-6
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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 <b>02 May 2024</b>		Date of mailing of the international search report <b>14 May 2024</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/JP2024/007550**

<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 54-53579 A (FUJITSU LIMITED) 26 April 1979 (1979-04-26) entire text, all drawings	1-6
A	EP 3163291 A1 (SICK AG) 03 May 2017 (2017-05-03) entire text, all drawings	1-6

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No. <b>PCT/JP2024/007550</b>
-----------------------------------------------------------

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 56-34814 B2	13 August 1981	US 3904880 A column 4, line 8 to column 9, line 22, fig. 1-3	
JP 10-82740 A	31 March 1998	US 5894128 A column 3, line 11 to column 4, line 65, fig. 1	
JP 8-33349 B2	29 March 1996	(Family: none)	
JP 8-15128 A	19 January 1996	(Family: none)	
JP 1-35292 B2	25 July 1989	(Family: none)	
JP 10-48135 A	20 February 1998	(Family: none)	
JP 54-53579 A	26 April 1979	(Family: none)	
EP 3163291 A1	03 May 2017	CN 108152242 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01N 21/3518(2014.01)i; G01N 21/61(2006.01)i FI: G01N21/3518; G01N21/61		
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）） G01N 21/00-21/61		
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 1971-2024年 日本国実用新案登録公報 1996-2024年 日本国登録実用新案公報 1994-2024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 56-34814 B2（ハネイウエル・インコーポレーテッド）13.08.1981（1981-08-13） 第3頁左欄第34行-第6頁右欄第18行、図1-3	1-6
X	JP 10-82740 A（株式会社島津製作所）31.03.1998（1998-03-31） 段落[0015]-[0024]、図1	1
Y		1-6
Y	JP 8-33349 B2（株式会社島津製作所）29.03.1996（1996-03-29） 図4	1-6
A	JP 8-15128 A（株式会社堀場製作所）19.01.1996（1996-01-19） 段落[0002]-[0004]	1-6
A	JP 1-35292 B2（山武ハネウエル株式会社）25.07.1989（1989-07-25） 全文、全図	1-6
A	JP 10-48135 A（株式会社島津製作所）20.02.1998（1998-02-20） 全文、全図	1-6
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" 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、一般的技术水準を示すもの “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “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 02.05.2024	国際調査報告の発送日 14.05.2024	
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） 田中 洋介 2W 3009 電話番号 03-3581-1101 内線 3258	

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 54-53579 A (富士通株式会社) 26.04.1979 (1979 - 04 - 26) 全文、全図	1-6
A	EP 3163291 A1 (SICK AG) 03.05.2017 (2017 - 05 - 03) 全文、全図	1-6

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/JP2024/007550

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	56-34814	B2	13.08.1981	US 3904880 A column 4, line 8- column 9 line 22、figs.1-3	
JP	10-82740	A	31.03.1998	US 5894128 A column 3, line 11- column 4, line 65、fig.1	
JP	8-33349	B2	29.03.1996	(ファミリーなし)	
JP	8-15128	A	19.01.1996	(ファミリーなし)	
JP	1-35292	B2	25.07.1989	(ファミリーなし)	
JP	10-48135	A	20.02.1998	(ファミリーなし)	
JP	54-53579	A	26.04.1979	(ファミリーなし)	
EP	3163291	A1	03.05.2017	CN 108152242 A	