

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5141304号  
(P5141304)

(45) 発行日 平成25年2月13日(2013.2.13)

(24) 登録日 平成24年11月30日(2012.11.30)

(51) Int. Cl.		F I			
GO 1 N	5/02	(2006.01)	GO 1 N	5/02	A
GO 1 N	29/22	(2006.01)	GO 1 N	29/22	
GO 1 N	1/22	(2006.01)	GO 1 N	1/22	J
			GO 1 N	1/22	L

請求項の数 6 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2008-58278 (P2008-58278)	(73) 特許権者	000003193 凸版印刷株式会社 東京都台東区台東1丁目5番1号
(22) 出願日	平成20年3月7日(2008.3.7)	(74) 代理人	100108855 弁理士 蔵田 昌俊
(65) 公開番号	特開2009-216458 (P2009-216458A)	(74) 代理人	100091351 弁理士 河野 哲
(43) 公開日	平成21年9月24日(2009.9.24)	(74) 代理人	100088683 弁理士 中村 誠
審査請求日	平成23年2月24日(2011.2.24)	(74) 代理人	100109830 弁理士 福原 淑弘
		(74) 代理人	100075672 弁理士 峰 隆司
		(74) 代理人	100095441 弁理士 白根 俊郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガス濃度分布計測装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

夫々が所定のガスの濃度を測定する複数のガス検知器を所定の間隔の複数の位置に支持して、前記複数の位置から延出した通気孔が形成されるとともに、前記通気孔を介して前記複数の位置から前記所定のガスを吸引する為に前記通気孔の延出端に吸気ユニットが接続されている直線状の支持体を備えて、複数の前記ガス検知器同士の相対位置を保持したまま移動するガス検知部と；

前記ガス検知部の複数のガス検知器の位置情報を測定するガス検知器位置情報測定部と；

前記ガス検知部の複数のガス検知器が測定したガス濃度の測定値と、複数のガス検知器がガス濃度の測定を終了した時点でガス検知器位置情報測定部により測定された複数のガス検知器の位置情報と、が入力され、前記ガス濃度の測定値と前記ガス検知器の位置情報とを基に、前記ガス検知部が移動した空間における前記所定のガスの濃度の分布を表示するガス濃度分布表示ユニットと；

を備えており、

前記ガス検知器が、球形状の一部により円環状に連続しており弾性表面波を周回させる弾性表面波周回路を少なくとも1つ含む弾性表面波素子を含む、

ことを特徴とするガス濃度分布計測装置。

【請求項2】

前記ガス検知器位置情報測定部は、加速度センサ及び角速度センサの少なくともいずれ

か一方を備えている、

ことを特徴とする請求項 1 に従っているガス濃度分布計測装置。

【請求項 3】

前記ガス検知器は、前記弾性表面波素子を覆い前記弾性表面波素子の前記弾性表面波周回路に対するガスを除く異物の接触を阻止するフィルタを備えており、

前記通気孔と前記吸気ユニットが上記フィルタに覆われた空間に含まれるガスを上記フィルタを取り囲む外部空間のガスと入れ替えるガス交換要素を構成している、

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に従っているガス濃度分布計測装置。

【請求項 4】

前記ガス検知器は、前記弾性表面波素子を 2 つ含んでおり、そして、

一方の弾性表面波素子の弾性表面波周回路の少なくとも一部は前記ガスに対し感応するガス感応膜により覆われ、他方の弾性表面波素子の弾性表面波周回路は全体が前記ガスに対し露出されている、

ことを特徴とする請求項 3 に従っているガス濃度分布計測装置。

【請求項 5】

前記ガス検知器は、前記弾性表面波素子を 2 つ含んでおり、そして、

一方の弾性表面波素子の弾性表面波周回路の少なくとも一部は前記ガスに対し感応するガス感応膜により覆われ、他方の弾性表面波周回路の少なくとも一部は前記ガスに対し前記一方の弾性表面波素子のガス感応膜とは異なる感応を示すガス感応膜により覆われている、

ことを特徴とする請求項 3 又は 4 に従っているガス濃度分布計測装置。

【請求項 6】

前記ガス検知部は、線状に複数のガス検知器を配列したガス検知部であり、

前記ガス濃度分布表示ユニットは、ガス検知部が移動した 2 次元空間における所定のガス濃度の分布を表示するガス濃度分布表示ユニットである、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に従っているガス濃度分布計測装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、空間中のガスの濃度分布を計測するガス濃度分布計測装置に関係している。

【背景技術】

【0002】

従来から、安価で携帯可能であって空間中のガスの濃度分布をより精密により早く計測可能なガス濃度分布計測装置が求められている。

【0003】

現在、半導体式ガス検知器を使用して片手で持つことが可能な大きさで所定のガスの濃度を測定可能な種々のガス濃度分布計測装置が知られている。種々の従来の半導体式ガス検知器の中には、所定のガスの濃度を測定するのに比較的時間が掛かるものがあるし、短時間で所定のガスの濃度を測定することが出来るものもある。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

所定のガスの濃度を測定するのに比較的時間が掛かる半導体式ガス感知器を 1 個のみ使用しているガス濃度分布計測装置を 1 台のみ使用して空間中の所定のガスの濃度分布を測定するには多くの時間が掛かるし、測定の間空間中の所定のガスの濃度分布が大きく変わる可能性が非常に大きい。

【0005】

所定のガスの濃度を測定するのに比較的時間が掛かる半導体式ガス検知器を 1 個のみ使用したガス濃度分布計測装置を複数台使用すれば、空間中の所定のガスの濃度分布を測定

10

20

30

40

50

するのに要する時間を大きく減少させることは出来る。しかしながら、それでも測定の間  
に空間中の所定のガスの濃度分布が変わる可能性が大きい。また、複数台のガス濃度分布  
計測装置を使用するので、測定の為の準備作業が煩雑である。

【0006】

そして、空間中の複数の種類のガスの濃度分布を測定するには、空間中の特定の種類の  
ガスの濃度分布を測定するために特定の種類のガスの濃度を測定する為の半導体式ガス検  
知器を1個のみ使用したガス濃度分布計測装置が複数台必要となるので、濃度測定が必要  
となるガスの種類の数に比例して、さらに多くのガス濃度分布計測装置が必要となる。

【0007】

複数の種類のガスの濃度を測定するための複数の種類の半導体式ガス検知器を複数個使  
用したガス濃度分布計測装置を使用しても、空間中の複数の種類のガスの濃度分布を測定  
するには上述した如きガス濃度分布計測装置を複数個使用しなければならないので、測定  
の為の準備作業が依然として煩雑である。しかも所定のガスの濃度を測定するのに比較的  
時間が掛かる半導体式ガス検知器を使用していれば、測定の間空間中の複数のガスの濃  
度分布が変わる可能性が大きい。

【0008】

短時間で所定のガスの濃度を測定することが出来る半導体式ガス感知器は、所定のガス  
の濃度変化に従い酸化錫の電気抵抗値が変化することを利用している。しかしながらこの  
半導体式ガス感知器は所定のガスの濃度の低下に対しては応答に時間がかかる。また、こ  
のような半導体式ガス感知器を使用する場合には、酸化錫を高温に加熱する必要がある。  
従って、このような半導体式ガス感知器を可燃性のガスを含む複数種類のガスの濃度の測  
定には使用できない。さらにこのような半導体式ガス感知器を可燃性のガスを含まない複  
数種類のガスの濃度の測定に使用する場合でも、高温に加熱された酸化錫がその周囲のガ  
スに対流を生じさせるので、複数の種類のガスの濃度分布の測定の精度に限界がある。

【0009】

この発明は上記事情の下でなされ、この発明の目的は、安価で携帯可能であって上述し  
た従来のガス濃度分布計測装置に比べ空間中のガスの濃度分布をより精密により早く計測  
可能なガス濃度分布計測装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上述したこの発明の目的を達成する為に、この発明に従ったガス濃度分布計測装置は：  
夫々が所定のガスの濃度を測定する複数のガス検知器を所定の間隔の複数の位置に支持し  
ていて、前記複数の位置から延出した通気孔が形成されているとともに、前記通気孔を介  
して前記複数の位置から前記所定のガスを吸引する為に前記通気孔の延出端に吸気ユニ  
ットが接続されている直線状の支持体を備えていて、複数の前記ガス検知器同士の相対位置  
を保持したまま移動するガス検知部と；前記ガス検知部の複数のガス検知器の位置情報を  
測定するガス検知器位置情報測定部と；前記ガス検知部の複数のガス検知器が測定したガ  
ス濃度の測定値と、複数のガス検知器がガス濃度の測定を終了した時点でガス検知器位置  
情報測定部により測定された複数のガス検知器の位置情報と、が入力され、前記ガス濃度  
の測定値と前記ガス検知器の位置情報とを基に、前記ガス検知部が移動した空間における  
前記所定のガスの濃度の分布を表示するガス濃度分布表示ユニットと；を備えており、前  
記ガス検知器が、球形状の一部により円環状に連続しており弾性表面波を周回させる弾性  
表面波周回路を少なくとも1つ含む弾性表面波素子を含む、ことを特徴としている。

【発明の効果】

【0011】

上述した如く構成されたことを特徴とするこの発明に従ったガス濃度分布計測装置では、  
夫々が所定のガスの濃度を測定する複数のガス検知器を所定の間隔の複数の位置に支持  
していて、前記複数の位置から延出した通気孔が形成されているとともに、前記通気孔を  
介して前記複数の位置から前記所定のガスを吸引する為に前記通気孔の延出端に吸気ユニ  
ットが接続されている直線状の支持体を備えているガス検知部が複数の前記ガス検知器同

10

20

30

40

50

士の相対位置を保持したまま移動するとともに、ガス検知器位置情報測定部が、前記ガス検知部の複数のガス検知器の位置情報を測定する。

【0012】

上述した如く構成されたことを特徴とするこの発明に従ったガス濃度分布計測装置ではさらに、前記ガス検知部の複数のガス検知器が測定したガス濃度の測定値と、複数のガス検知器がガス濃度の測定を終了した時点でガス検知器位置情報測定部により測定された複数のガス検知器の位置情報と、が入力されたガス濃度分布表示ユニットが、前記ガス濃度の測定値と前記ガス検知器の位置情報とを基に、前記ガス検知部が移動した空間における前記所定のガスの濃度の分布を表示する。

【0013】

従って、この発明に従ったガス濃度分布計測装置は、安価で携帯可能であって、前述した従来のガス濃度分布計測装置に比べ空間中のガスの濃度分布をより精密により早く計測可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

[第1の実施の形態]

最初に、図1乃至図4を参照しながらこの発明の第1の実施の形態に従ったガス濃度分布計測装置10について説明する。

【0015】

図1中に、この発明の第1の実施の形態に従ったガス濃度分布計測装置10の全体の正面が概略的に示されている。

【0016】

ガス濃度分布計測装置10は：相互に異なった複数の位置における所定のガスの濃度を測定する複数のガス検知器12を含むガス検知部14と；複数のガス検知器12の位置情報を測定するガス検知器位置情報測定部16と；そして、ガス検知部14の複数のガス検知器12が測定したガス濃度の測定値と、複数のガス検知器12がガス濃度の測定を終了した時点でガス検知器位置情報測定部14により測定された複数のガス検知器12の位置情報と、が入力され、これらガス濃度の測定値とこれらガス検知器12の位置情報とを基に、少なくとも2次元空間における所定のガス濃度の分布を表示するガス濃度分布表示ユニット18と；を備えている。

【0017】

この実施の形態において複数のガス検知器12は、直線状の棒状の支持体20上に所定の間隔（この実施の形態では、所定の等間隔）に支持されていて、棒状の支持体20の一端部がガス濃度分布表示ユニット18の外装ハウジングの所定の位置に固定されている。

【0018】

ガス検知器位置情報測定部16もまた、ガス濃度分布表示ユニット18の外装ハウジングに固定されている。ガス濃度分布表示ユニット18は、外装ハウジングの外表面に露出した表示装置18a、この実施の形態では液晶表示装置、を含んでいる。

【0019】

ガス検知器位置情報測定部16は、図示しない公知の加速度センサ及び角速度センサの少なくともいずれか一方を備えており、この実施の形態では図示しない公知の加速度センサ及び角速度センサの両方を備えている。加速度センサ及び角速度センサの夫々は少なくともX軸とY軸方向の2方向に作用可能であり、好ましくはさらにZ軸方向を加えた3方向に作用可能である。

【0020】

ガス検知器12は、図2中に拡大して示されている如く、球形状の一部により円環状に連続しており弾性表面波を周回させる弾性表面波周回路22aを少なくとも1つ含む弾性表面波素子22を含む。

【0021】

このような弾性表面波素子22は公知である。弾性表面波素子22はその表面に沿い弾

10

20

30

40

50

性表面波を励起できるとともに所定の方向に弾性表面波を伝搬可能に構成された基材 2 2 b を含んでいる。基材 2 2 b は、弾性表面波を励起させることが出来ず伝搬させることが出来ない材料で球形状の一部により円環状に連続している表面領域を含む形状（例えば、球形状又は樽形状）に形成された本体の上記表面領域に弾性表面波励起伝搬材料（例えば、圧電材料）を付着させることにより形成することが出来るし、弾性表面波を励起させることが出来るとともに球形状の一部により円環状に連続している表面領域に弾性表面波を伝搬可能な材料（例えば、水晶やランガサイト）により形成することが出来る。

【 0 0 2 2 】

現在では、上記表面領域の直径が 3 m m 程度の曲面を持つ基材 2 2 b が使用可能になっている。

10

【 0 0 2 3 】

水晶やランガサイトは、それらを加工して球形状の一部により円環状に連続している表面領域を含む形状（例えば、球形状又は樽形状）に形成する際に、それらの結晶面が上記表面領域に沿って延出するように加工することにより、上記結晶面が上記表面領域に露出した線に沿って弾性表面波を非常に良好に伝搬させることが出来ることが分かっている。

【 0 0 2 4 】

弾性表面波周回路 2 2 a には、弾性表面波励起要素としてこの実施の形態ではすだれ状電極 2 2 c が載置されている。すだれ状電極 2 2 c に、高周波パースト電流を負荷することにより弾性表面波周回路 2 2 a に沿って弾性表面波が励起され、弾性表面波はすだれ状電極 2 2 c の複数の枝に対し直交する方向に向かい伝搬される。すだれ状電極 2 2 c は、弾性表面波周回路 2 2 a を周回した弾性表面波を受信し、その受信強度に対応した信号電圧を発生させる弾性表面波受信要素としても機能する。

20

【 0 0 2 5 】

すだれ状電極 2 2 c は、支持体 2 0 の表面に沿って、又は支持体 2 0 内を、ガス濃度分布表示ユニット 1 8 の外装ハウジングに向かい延出した図示しない電線により、上記外装ハウジングに收容されている図示されていない公知の弾性表面波素子制御部に接続される。上記図示されていない公知の弾性表面波素子制御部は、すだれ状電極 2 2 c に弾性表面波の励起の為に高周波電流をパースト状に供給する図示されていない公知の高周波電源と、すだれ状電極 2 2 c が受信した弾性表面波の強度に対応して発生した信号電圧を受け入れる図示されていない信号受信回路と、を含んでいる。

30

【 0 0 2 6 】

弾性表面波励起伝搬可能な表面に励起され伝搬される弾性表面波は、通常、所定の方向に向かい伝搬する間に伝搬する方向に対し直交する方向に徐々に拡散してしまいその強度が弱まる。

【 0 0 2 7 】

しかしながら、弾性表面波を励起させ伝搬させることが出来るとともに球形状の一部により円環状に連続している表面領域に沿って上記円環状に連続している方向に向かい弾性表面波を励起させ伝搬させる際に、弾性表面波の周波数や上記表面領域において上記円環状に連続している方向に対し直交する方向の長さ等を所定の条件を満たすように設定することにより、上記表面領域を上記円環状に連続している方向に向かい伝搬する弾性表面波を上記伝搬する方向に対し直交する方向に拡散させることなく伝搬させることが出来ることが既に知られている。（例えば、K. Yamanaka, S. Ishikawa, N. Nakaso, N. Takada, D.Y. Sim, T. Mihara, A. Mizukami, I. Satoh, S. Akao and Y. Tsukahara, "Ultramultiple roundtrips of surface acoustic wave on sphere realizing innovation of gas sensors", IEEE Trans. UFFC, 53 (2006), pp. 793-801を参照）

40

上記表面領域を上記円環状に連続している方向に向かい伝搬する弾性表面波は、伝搬する方向に対し直交する方向に拡散しないので、その強さを維持したままで上記表面領域を上記円環状に連続している方向に向かい繰り返し理論上は無限に周回することが出来る。

【 0 0 2 8 】

とはいうものの上記表面領域を伝搬する弾性表面波は、それが伝搬する環境が変われば

50

その速度（即ち、1回の周回に要する時間）や強度を変化させる。特に、上記表面領域にある物質が付着するとその付着量に応じた質量効果により、上記表面領域を伝搬する弾性表面波の速度や強度を大きく変化させる。

【0029】

従って上記環境が変化する前と後で上記表面領域を伝搬する弾性表面波の速度及び/又は強度を比較することにより、上記環境の変化の程度を知ることが出来ることになる。なお、上記表面領域を伝搬している弾性表面波のピックアップは、上記弾性表面波励起要素、この実施の形態ではすだれ状電極22c、により実行可能である。

【0030】

そして、上記表面領域（この実施の形態では、弾性表面波周回路22a）を伝搬する距離（この実施の形態では、弾性表面波周回路22aを周回する回数）が大きくなればなるほど、上記変化が拡大されて、上記変化を明瞭に、即ち精密に、測定可能になる。

10

【0031】

例えば、上記環境中の所定のガスの濃度のみが変化するのであれば、上記環境の変化とは上記所定のガスの濃度の変化であることを意味している。

【0032】

上記環境中の所定のガスの濃度の変化のみをより効率良く正確に測定するのであれば、上記表面領域の少なくとも一部に上記所定のガスにのみ感応するガス感応膜を設ければよい。このようなガス感応膜は、例えば所定のガスのみを吸収又は吸着する物質により構成することが出来、例えば、パラジウム-ニッケル合金は、水素ガスを非常に良く吸着することによって知られている。

20

【0033】

なおここでいう弾性表面波とは、固体の表面や固体の表面に隣接してエネルギーを集中して伝搬する弾性波の全てを含んでいる。このような弾性波としては、例えば、レイリー波や、多少エネルギーを上記固体に漏洩しながら伝搬するセザワ波や、SH波や、また上記固体の表面に弾性表面波伝搬可能な膜が存在している場合のみ上記膜中を伝搬するラブ波や、或いは回廊波が知られている。

【0034】

弾性表面波素子22は、弾性表面波が伝搬する弾性表面波周回路22a以外の領域が支持体20の表面の所定の位置に例えば接着剤などの公知の支持手段により支持されている。

30

【0035】

詳細には、この実施の形態では、支持体20の表面の所定の位置に台座20aが固定されていて、台座20aには弾性表面波素子22の基材22bにおいて弾性表面波周回路22aを除いた領域の一部が着座された凹所20bが形成されている。凹所20bからは支持体20中をガス濃度分布表示ユニット18の外装ハウジングまで延出した通気孔20cが形成されていて、通気孔20cの延出端は上記外装ハウジングの内部に収容されている公知の吸気ユニット20dに接続されている。

【0036】

台座20aにはさらに、凹所20bに着座された弾性表面波素子22の周囲を覆うフィルタ20eが設けられている。フィルタ20eは、気体透過性材料（例えば、多孔性物質）により構成されており、弾性表面波素子22の弾性表面波周回路22aにガスを除く異物、例えば固体物質、が接触するのを防止する。

40

【0037】

このようなフィルタ20eとしては、例えば日本精線（株）により製造され商品名NAScleanとして販売されているフィルタを使用することが出来る。このフィルタは、微細なステンレス鋼短繊維（直径1 $\mu$ m）を層状に焼結したメタルメンブレンフィルタであり、ガスの透過性を保持しながら0.03 $\mu$ m以上の粒子の完全除去を行なうことが出来る。

【0038】

そして、上記公知の吸気ユニット20dは、通気孔20cを介して、台座20a上でフ

50

フィルタ 20e により囲まれている空間のガスをその周囲のガスと 2 秒以内に入れ替えることが出来る。即ち、上記公知の吸気ユニット 20d は、通気孔 20c と協働して、ガス交換要素を構成している。

【0039】

上記環境中の所定のガスの濃度の変化のみをより効率良く正確に測定するためには、前述した如く上記表面領域の少なくとも一部に上記所定のガスのみに感応するガス感応膜を設ければ良いが、その代わりに所定のガスのみを透過させるフィルタにより弾性表面波素子 22 を覆っても良い。例えば、特開 2007-271577 号公報には、水素ガスのみを過させるフィルタが開示されている。

【0040】

次に、上述した如く構成されているこの発明の第 1 の実施の形態に従ったガス濃度分布計測装置 10 の代表的な使用方法を、図 3 及び図 4 を参照しながら以下に説明する。

【0041】

ガス濃度分布計測装置 10 は、所望の空間において 1 種類のガスの濃度の分布のみが均一でない場合において 1 種類のガスの濃度の分布を測定することが出来る。

【0042】

ガス濃度分布計測装置 10 を、図 3 中の左側に示す如く、上記所望の空間におけるガス計測開始位置（初期位置）に保持し、複数のガス検知器 12 を使用して上記所望の空間における複数のガス検知器 12 が配置されている複数の位置のガスの濃度を測定する。複数のガス検知器 12 の夫々がガスの濃度に応じて発信する信号電圧はガス濃度分布表示ユニット 18 の外装ハウジングに收容されている前述した図示されていない公知の弾性表面波素子制御部の信号受信回路に送信される。

【0043】

ガス濃度分布表示ユニット 18 はこれら信号電圧（即ち、ガス濃度の測定値）と、複数のガス検知器 12 がガス濃度の測定を終了した時点でガス検知器位置情報測定部 14 により測定された複数のガス検知器 12 の位置情報（図 3 中の左側に示す初期位置）と、が入力され、これらガス濃度の測定値とこれらガス検知器 12 の位置情報とを基に、図 3 中の左側に示す初期位置での 2 次元における所定のガス濃度の直線状の分布 D1 を表示装置 18a に表示する。

【0044】

次に図 3 中の左側に示す初期位置からガス濃度分布計測装置 10 を図 3 中の右側に示す終了位置まで水平に直線状に移動させる。なお、室内の気体は、エアコンディショナーや扇風機等の送風器が無い場合、秒速 0.2 m 以下でしか移動しない。従って、上記初期位置から上記終了位置までの移動距離を 2 m と仮定した場合、この移動距離を 10 秒以下（ $2\text{ m} \div 0.2\text{ m/秒} = 10\text{ 秒}$ ）で移動させ、上記初期位置と上記終了位置の他に上記初期位置と上記終了位置の間の最低 4 ケ所で複数のガス検知器 12 の夫々がガスの濃度を測定できれば、ガス検知部 10 の支持体 20 が走査した図 3 中の左側に示す初期位置から図 3 中の右側に示す終了位置までの四角形状の水平な空間領域におけるガス濃度の概略的な分布（図 3 中では 2 点鎖線で示した縞模様）を得ることが出来る。

【0045】

そして上記 10 秒の間に最低 4 ケ所で複数のガス検知器 12 の夫々がガスの濃度を測定するには、上記最低 4 ケ所の中の 1 ケ所当たり 2 秒以内でガスの濃度を測定することが出来れば良く、このような時間の制限内でガスの濃度を精密に測定することは複数のガス検知器 12 の夫々が弾性表面波素子 22 により構成されていることにより可能になっている。しかも図 2 中に図示されている如く夫々のガス検知器 12 の弾性表面波素子 22 をフィルタ 20e により覆った場合でも、公知の吸気ユニット 20d が、通気孔 20c を介して、台座 20a 上でフィルタ 20e により囲まれている空間のガスをその周囲のガスと 2 秒以内に入れ替えることが出来るので、上記時間の制限内で複数のガス検知器 12 の夫々の弾性表面波素子 22 はフィルタ 20e の外側に隣接したガスの濃度を正確に測定することが出来る。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 6 】

ガス濃度分布表示ユニット 18 は、上記移動中に複数のガス検知器 12 がガスの濃度を上記初期位置と上記終了位置の他に上記初期位置と上記終了位置の間の上述した最低 4 箇所測定する度にその位置での複数のガス検知器 12 により測定された直線状のガスの濃度の分布を、例えば図 3 の左側の初期位置のガス濃度分布表示ユニット 18 の表示装置 18 a 上に参照符号 D 1 で示されている如く、また図 3 の右側の終了位置のガス濃度分布表示ユニット 18 の表示装置 18 a 上に参照符号 D 6 で示されている如く、表示装置 18 a 上に表示できる。

## 【 0 0 4 7 】

ガス濃度分布表示ユニット 18 は、さらに、上記初期位置から上記終了位置に至るまでに複数の位置の夫々で複数のガス検知器 12 が測定した直線状のガスの濃度分布 D 1 , ... D 6 を基礎に、ガス検知部 10 の支持体 20 が走査した図 3 中の左側に示す初期位置から図 3 中の右側に示す終了位置までの四角形状の水平な空間領域において 2 点鎖線の縞模様で図示されているガス濃度の実際の概略的な分布に対応して、図 3 中の右側の終了位置のガス濃度分布計測装置 10 のガス濃度分布表示ユニット 18 の表示装置 18 a の四角形状の領域に実線の縞模様で図示されている如く表示することが出来る。

10

## 【 0 0 4 8 】

なおガス濃度分布表示ユニット 18 は、上記初期位置を基準とした上記移動中の複数のガス検知器 12 の位置をガス検知器位置情報測定部 16 により知ることが出来る。

## 【 0 0 4 9 】

図 4 には、上述した如く構成されているこの発明の第 1 の実施の形態に従ったガス濃度分布計測装置 10 の別の代表的な使用方法が、図示されている。

20

## 【 0 0 5 0 】

ここではガス濃度測定開始位置（図 3 中の左端の初期位置）に配置されたガス濃度分布計測装置 10 を、ガス濃度分布表示ユニット 18 を中心に複数のガス検知器 12 を支持している支持体 20 の先端を時計回り方向に 2 m 離れたガス測定終了位置（図 3 中の右端の終了位置）まで移動させる間の最低 4 箇所支持体 20 上の複数のガス検知器 12 の夫々によりガスの濃度測定を行なわせる様子が図示されている。

## 【 0 0 5 1 】

この結果として、ガス検知部 14 の支持体 20 が走査した図 4 中の左側に示す初期位置から図 4 中の右側に示す終了位置までの扇形状の水平な領域におけるガス濃度の概略的な分布（図 4 中では 2 点鎖線で示した縞模様）を得ることが出来る。

30

## 【 0 0 5 2 】

そしてガス濃度分布表示ユニット 18 は、上記初期位置から上記終了位置に至るまでに複数の位置の夫々で複数のガス検知器 12 が測定した直線状のガスの濃度分布 D 1 , ... D 6 を基礎に、ガス検知部 10 の支持体 20 が走査した図 4 中の左端に示す初期位置から図 4 中の右端に示す終了位置までの扇形状の水平な領域において 2 点鎖線の縞模様で図示されているガス濃度の実際の概略的な分布に対応して、図 4 中の右端の終了位置のガス濃度分布計測装置 10 のガス濃度分布表示ユニット 18 の表示装置 18 a 中の扇型の領域に実線の縞模様で図示されている如く表示することが出来る。

40

## 【 0 0 5 3 】

図 3 及び図 4 中に図示されていた 2 つの代表的な使用法ではガス検知部 14 の支持体 20 が、初期位置から終了位置まで水平方向に四角形状又は扇形状に走査し、これら水平方向の四角形状又は扇形状の 2 次元領域のガスの濃度分布を測定し、その測定結果をガス濃度分布表示ユニット 18 の表示装置 18 a 上に表示させていたが、ガス検知部 14 の支持体 20 を垂直方向や斜め方向にも移動させることにより垂直方向や斜め方向に向かう四角形状又は扇形状の 2 次元領域のガスの濃度分布を測定し、その測定結果をガス濃度分布表示ユニット 18 の表示装置 18 a 上に表示させることも出来る。

## 【 0 0 5 4 】

[ ガス検知器の第 1 の変形例 ]

50

前述した第1の実施の形態に従ったガス濃度分布計測装置10においては、ガス検知器12として弾性表面波素子22を1個使用している。前述した如く弾性表面波素子22は、精密にその周囲の環境の変化を測定することが出来る。しかしながら、そのことが、精密なガス濃度の計測の為の障害になる。

【0055】

即ち、周囲の環境の温度の変化による弾性表面波素子22の基材22bの僅かな弾性的な変化や、周囲の環境の圧力の変化が弾性表面波素子22の基材22bの弾性表面波周回路22aに沿い伝搬している弾性表面波の振動に変化をもたらす。そして、これらの変化は、弾性表面波素子22の基材22bの弾性表面波周回路22aに沿い伝搬している弾性表面波が弾性表面波周回路22aを1周するのに要する時間(1周回時間)を変動させる。このことは、同じ濃度のガスを弾性表面波素子22により計測した場合でも、弾性表面波素子22の周囲の温度や圧力が異なっている場合には、僅かではあるが相互に異なっている計測結果がでることを意味している。

10

【0056】

従って、弾性表面波素子22を使用してより精密にガスの濃度を計測するには、前述した如くガスの濃度に対応している弾性表面波素子22における弾性表面波の所望の1周回時間から、上記計測の間における弾性表面波素子22の周囲の温度や圧力の変動の影響による1周回時間の変動量を取り除く必要がある。

【0057】

その為の第1の変形例に従ったガス検知器12'が図5中に図示されている。

20

【0058】

第1の変形例に従ったガス検知器12'は、支持体20の所定の位置に固定されている台座20aの凹所20bに第1の弾性表面波素子22'の樽形状の基材22'bの一側面が着座されており、さらに第1の弾性表面波素子22'の樽形状の基材22'bの他側面に第2の弾性表面波素子22''の樽形状の基材22''bの一側面が固定されている。第1の弾性表面波素子22'の樽形状の基材22'bと第2の弾性表面波素子22''の樽形状の基材22''bとは相互に同じ寸法である。そして、第1の弾性表面波素子22'と第2の弾性表面波素子22''の一方の弾性表面波周回路22aの少なくとも一部にはすだれ状電極22cの他に所定のガスのみに感応するガス感応膜が設けられており、他方の弾性表面波周回路22aにはすだれ状電極22cの他に何も設けられていない。

30

【0059】

台座20a上の第1の弾性表面波素子22'と第2の弾性表面波素子22''とは前述したフィルタ20eを伴った覆い20fにより覆われている。覆い20fは、台座20a上の第1の弾性表面波素子22'と第2の弾性表面波素子22''とを外力による損傷から防護している。

【0060】

このように構成されている第1の変形例に従ったガス検知器12'においては、第1の弾性表面波素子22'と第2の弾性表面波素子22''の夫々のすだれ状電極22cに対し同時に同じ高周波信号がバースト状に負荷され、同じ強度の弾性表面波が励起され伝搬される。

40

【0061】

そして、第1の弾性表面波素子22'と第2の弾性表面波素子22''の夫々において弾性表面波周回路22aを所定の回数周回した後の弾性表面波を夫々のすだれ状電極22cによりピックアップし、多周回した後の所定の時刻の位相や強度、あるいは所定回周回するために必要な遅延時間を比較する。そして第1の弾性表面波素子22'と第2の弾性表面波素子22''において弾性表面波周回路22aの少なくとも一部に所定のガスのみに感応するガス感応膜が設けられている一方の弾性表面波周回路22aのすだれ状電極22cにより上述した如くピックアップされた弾性表面波の受信強度或いは上述した遅延時間から、第1の弾性表面波素子22'と第2の弾性表面波素子22''において弾性表面波周回路22aに所定のガスのみに感応するガス感応膜が設けられていない他方の弾性表

50

面波周回路 22a のすだれ状電極 22c により上述した如くピックアップされた弾性表面波の受信強度或いは上述した遅延時間を差し引けば、それらの差異が前述した所定のガスの濃度により精密に対応した測定値となる。

【0062】

[ ガス検知器の第 2 の変形例 ]

図 6 中に図示されている如く、第 2 の変形例に従ったガス検知器 12' は、支持体 20 の所定の位置に固定されている台座 20a の凹所 20b に 1 個の球形状の弾性表面波素子 22' が着座されている。

【0063】

この弾性表面波素子 22' の基材 22' b は、弾性表面波を励起可能な材料により形成されていて、その表面に球形状の一部により円環状に連続しており弾性表面波を周回させることが可能な複数の弾性表面波周回路 22' a を含んでいる。このような基材は、例えばニオブ酸リチウム、タンタル酸リチウムなどが知られている。そして、複数の弾性表面波周回路 22' a の 1 つにすだれ状電極 22c の他に所定のガスのみを吸収又は吸着する物質が設けられており、別の 1 つの弾性表面波周回路 22' a にはすだれ状電極 22c の他に何も設けられていない。

【0064】

このような、第 2 の変形例に従ったガス検知器 12' は、図 5 を参照しながら前述した第 1 の変形例に従ったガス検知器 12 と同じ機能、即ちガスの濃度測定の結果から温度や圧力の変動による影響を排除する、を果たすことが出来る。そのことに加えて、第 2 の変形例に従ったガス検知器 12' は 1 個の球形状の弾性表面波素子 22' しか使用しないので、2 個の樽形状の弾性表面波素子 22' 及び 22' を必要としている図 5 を参照しながら前述した第 1 の変形例に従ったガス検知器 12 よりも構成が簡素で製造や組み立てが容易となり、また外形寸法が小型になる。

【0065】

なお、第 2 の変形例に従ったガス検知器 12' のように、複数の弾性表面波周回路 22' a を含んでいる基材 22' b を使用した弾性表面波素子 22' を使用する場合には、複数の弾性表面波周回路 22' a に相互に異なる種類のガスのみに感応するガス感応膜を設けることにより、1 つの弾性表面波素子 22' により相互に異なる種類のガスの濃度を測定することが可能になるし、さらには、そのようなガス感応膜を設けない弾性表面波周回路 22' a に相互に異なる種類のガスに感応するガス感応膜を設けた複数の弾性表面波周回路 22' a に対するのと同様に同時に同じ強度で同じ周波数のバースト状の高周波信号を適用し、この高周波信号によりこれらの弾性表面波周回路 22' a に励起され伝搬される弾性表面を同じ周回数でピックアップし、それらを比較校正することで、前述した如く温度や圧力の変動の影響を排除して相互に異なる種類のガスの濃度を同時に精密に測定することが可能になる。

【0066】

図 6 中に図示されている第 2 の変形例に従ったガス検知器 12' においても、支持体 20 の所定の位置に固定されている台座 20a の凹所 20b に着座されている弾性表面波素子 22' は、前述したフィルタ 20e を伴った覆い 20f により覆われている。

【0067】

前述した第 1 の実施の形態及びその第 1 及び第 2 の変形例に従ったガス濃度分布計測装置 10 では、複数のガス検知器 12, 12', 又は 12'' が棒状の支持体 20 上の互いに異なる位置に配置されていて、ガス検知器 12, 12', 又は 12'' を覆うフィルタ 12e で囲まれた空間内のガス交換に要する時間を短縮する為に支持体 20 において複数のガス検知器 12, 12', 又は 12'' に対応した複数の位置が通気孔 20c により吸気ユニット 20d に連通されていた。

【0068】

このような構成に代わり、棒状の支持体 20 上の上述した互いに異なる位置から複数のガス検知器 12, 12', 又は 12'' を除去し、代わりに、支持体 20 の上記互いに異

10

20

30

40

50



30は、図1乃至図4を参照しながら前述したこの発明の第1の実施の形態に従ったガス濃度分布計測装置10と同様に使用する。

【0075】

このように構成されているこの発明の第2の実施の形態に従ったガス濃度分布計測装置30の機能が、図1乃至図4を参照しながら前述したこの発明の第1の実施の形態に従ったガス濃度分布計測装置10の機能と異なっているのは、2次的に配置されたガス検知器32a, 32b, 32c, 32d, 32eを垂直方向に動かすことで3次元空間におけるガス濃度分布の測定とその表示を行うことである。

【0076】

[ ガス検知部の複数のガス検知器による所定のガスの濃度の高速度測定方法 ]

10

図1乃至図4を参照しながら前述したこの発明の第1の実施の形態に従ったガス濃度分布計測装置10においては、ガス検知部14は支持体20上に支持されている複数のガス検知器12について支持体20の1つの移動位置において複数のガス検知器12のすべてが所定のガスの濃度を測定するのに要する時間は短ければ短いほど良い。

【0077】

なぜならば、所定の空間において所定のガスの濃度の計測を開始する初期位置から所定のガスの濃度の計測を終了する終了位置までの間で支持体20の複数のガス検知器12のすべてが所定のガスの濃度を測定できる移動位置の数を増大させることができるし、また1つの移動位置で支持体20の複数のガス検知器12のすべてに所定のガスの濃度を繰り返し測定させることが出来るからである。そして前者の場合には、所定のガスの濃度分布を測定する為に支持体20が走査する2次元における所定のガスの濃度の分布をより細やかに測定することを可能にする。また後者の場合には、所定のガスの濃度分布を測定する為に支持体20が走査する2次元における所定のガスの濃度の測定値の精度をより高めることが出来る。また、支持体20の動きに合わせて所定のガスの濃度分布をリアルタイムに表示装置18aに表示をすることが好ましい。

20

【0078】

同じことは、図7を参照しながら前述したこの発明の第2の実施の形態に従ったガス濃度分布計測装置30についても言える。

【0079】

通常は、上述した1つの測定位置において支持体20の複数のガス検知器12は、ガス濃度分布表示ユニット18の外装ハウジングに収容されている前述した図示されていない公知の弾性表面波素子制御部により1つ1つ順番に所定のガスの濃度測定を行なわれる。これは、前述した図示されていない公知の弾性表面波素子制御部の構成を簡素にし、前述したこの発明の第1の実施の形態に従ったガス濃度分布計測装置10の製造コストを抑制する為とガス濃度分布計測装置10の外形寸法及び重量を出来る限り抑制し、またガス濃度分布計測装置10の駆動に要する電力を抑制してガス濃度分布計測装置10の為の電源の容量を小さく出来てガス濃度分布計測装置10の携帯性を向上させる為である。

30

【0080】

とはいうものの、上述した1つの測定位置において支持体20の複数のガス検知器12に所定のガスの濃度を1つ1つ順番に測定させるこのような従来の所定のガスの濃度の測定方法では、ガス検知部14の支持体20上に支持されている複数のガス検知器12について支持体20の1つの移動位置において複数のガス検知器12のすべてが所定のガスの濃度を測定するのに要する時間を短縮させるには限度がある。

40

【0081】

次には、ガス検知部14の複数のガス検知器12による所定のガスの濃度をより高速度に測定する為の方法について図8乃至図10を参照しながら説明する。

【0082】

図8中に図示されている如く、ガス検知部14の前述した弾性表面波素子制御部50は、設定周波数発生装置(高周波信号発生手段)52、設定長バースト切り出し装置54、送信スイッチ装置(切替手段)56、受信スイッチ装置58A, 58B, ~58N、AD

50

コンバータ(ADC)60、検波装置62、加算装置64、平均化装置66、記憶装置68、そしてインターフェース(IF)70を備えている。弾性表面波素子制御部50は、ガス濃度分布表示ユニット18の外装ハウジングに格納されておりガス濃度分布計測装置10の全体の動作を制御する制御装置72に接続されていて、制御装置72にはガス濃度分布表示ユニット18の表示装置18a及び入力装置18bも接続されている。

【0083】

設定周波数発生装置52は、ガス検知部14のガス検知器12の弾性表面波素子22の特性に合わせた目的の周波数を励振する。ここでは、単一の設定周波数発生装置52が高周波信号を発生する。

【0084】

設定長バースト切り出し装置54は、設定周波数発生装置52で励振された高周波信号を任意に定めた時間長毎に切り出すスイッチ装置である。これにより、高周波バースト信号が生成される。設定長バースト切り出し装置54は、高周波信号を切り出す時間を弾性表面波が弾性表面波周回路22aを1周する時間よりも短くなるように調整する。これにより、弾性表面波素子12A~12Nの夫々から弾性表面波が弾性表面波周回路22aを1周する度に繰り返し出力される信号を時間分離することができる。

【0085】

送信スイッチ装置56は、設定長バースト切り出し装置54により切り出された高周波バースト信号を弾性表面波素子12A~12Nの夫々に切り替えながら夫々のすだれ状電極22cに送信する。送信スイッチ装置56は、弾性表面波素子12A~12Nの夫々の弾性表面波周回路22aを弾性表面波が1周する時間以上の時間をかけて高周波バースト信号の入力先を順次切り替える。補足すると、高周波バースト信号の入力先の切り替えタイミングと、弾性表面波素子12A~12Nの夫々の基材22bの弾性表面波周回路22aの直径とは比例する。そのため、送信スイッチ装置56は、高周波バースト信号が150MHzの場合、弾性表面波素子12A~12Nの夫々の基材22bが直径1mmの水晶球であれば1 $\mu$ s以上の時間をかけて入力先を切り替え、上記基材22bの直径が3.3mmであれば3.3 $\mu$ s以上の時間が経ってから入力先を切り替える。

【0086】

送信スイッチ装置56は、弾性表面波素子12A~12Nへの高周波バースト信号の入力先を切り替える時刻と弾性表面波素子12A~12Nのいずれかのすだれ状電極22cからの出力信号が検出される時刻とが一致する場合、高周波バースト信号の入力を待機する。これにより、入力信号の影響により出力信号が検出されなくなることを回避できるので、高精度に出力信号を検出することができる。

【0087】

受信スイッチ装置58A~58Nは弾性表面波素子12A~12Nの夫々に対応して設けられており、弾性表面波素子12A~12Nの夫々の弾性表面波周回路22aに励起され周回されている弾性表面波の周回信号をすだれ状電極22cから取り出すタイミングを決定する。ここで受信スイッチ装置58A~58Nは、100周目の出力信号を解析すべき信号として弾性表面波素子12A~12Nの夫々の弾性表面波周回路22aからすだれ状電極22cを介して取り出す。弾性表面波素子12A~12Nの夫々から取り出された出力信号は、ADコンバータ60に送出される。なお、上記の100周目というのは例示であり、解析すべき出力信号を弾性表面波素子12A~12Nの夫々の弾性表面波周回路22aからすだれ状電極22cを介して取り出す時の周回数は弾性表面波素子12A~12Nの夫々の特性や解析すべき信号から解析される内容に応じて任意に設定される。

【0088】

ADコンバータ(ADC)60は、アナログの上記出力信号をデジタル信号に変換する。なおここでADコンバータ(ADC)60に入力されるアナログ信号は、高周波信号の周波数をヘテロダイン方式によりダウンコンバートされた後のアナログ信号でも良い。

【0089】

弾性表面波素子12A~12Nのすだれ状電極22cには、送信スイッチ装置56によ

10

20

30

40

50

り時間差を伴い高周波バースト信号が入力される。そのため、送信スイッチ装置56が切り替え動作を行なわない間に、弾性表面波素子12A~12Nの夫々のすだれ状電極22cから取り出された出力信号がADコンバータ60に入ってくる。この結果、弾性表面波素子12A~12Nの夫々からの出力信号は相互に分離されているので、ADコンバータ60の使用は1つだけよい。

【0090】

検波装置62は、ADコンバータ60でデジタル化された出力信号を演算により位相と強度のデータに変換する。

【0091】

最初の弾性表面波素子12Aから最後の弾性表面波素子12Nまでへの高周波バースト信号の入力は、制御装置72により設定される「平均化回数」繰り返して実行される。

【0092】

加算装置64は、弾性表面波素子12A~12Nの夫々のすだれ状電極22cからの所定の周回数の出力信号からADコンバータ60を経て検波装置62で変換された上記「平均化回数」の位相と強度のデータを加算する。加算装置64は、弾性表面波素子12A~12Nに対応した記憶領域64A~64Nを有しており、記憶領域64A~64Nの夫々は夫々において加算された上記データを一時保存する。加算装置64は、データを演算する機能も有する。

【0093】

平均化装置66は記憶領域64A~64Nに対応した個別平均化部66A~66Nを備えている。個別平均化部66A~66Nの夫々は、最初の弾性表面波素子12Aから最後の弾性表面波素子12Nまでへの高周波バースト信号の入力が、制御装置72により設定される「平均化回数」繰り返して実行された後、弾性表面波素子12A~12Nの夫々からの上記平均化回数の出力信号を平均化する。具体的には、個別平均化部66A~66Nの夫々は、加算装置64中の対応する記憶領域64A~64Nの夫々に保存されている、上記平均化回数の出力信号に対応した上記平均化回数の位相と強度のデータの加算後の位相データと強度データを平均化する。

【0094】

補足すると、弾性表面波素子12A~12Nの夫々からの1回のみ出力信号を使用して作成した上記データにはノイズの影響が含まれていることがある。従って、上記ノイズの影響を出来る限り少なくするために、弾性表面波素子12A~12Nの夫々からの上記平均化回数の出力信号を使用して上述した如く平均化された位相データと強度データを得る。

【0095】

即ち、n個目の最後の弾性表面波素子12Nからの所定の周回数の出力信号に対応したデジタル信号の位相と強度のデータが記憶されると、上述した平均化回数に達するまで、再度、最初の弾性表面波素子12Aから最後の弾性表面波素子12Nまでの夫々の所定の周回数の出力信号に対応したデジタル信号の位相と強度のデータの測定が開始される。

【0096】

この間に、2回目以降の各回に行なわれる最初の弾性表面波素子12Aから最後の弾性表面波素子12Nまでの夫々の上記データの測定は、最初の弾性表面波素子12Aから最後の弾性表面波素子12Nまでの夫々において前回は励起され周回された弾性表面波の影響がなくなってから行なわれる必要がある。具体的には、直径1mmの水晶球を基材22bとして使用している弾性表面波素子12A~12Nの夫々に入力される高周波バースト信号の周波数が150MHzの場合、前回は弾性表面波素子12A~12Nの夫々に高周波バースト信号を入力してから次回に弾性表面波素子12A~12Nの夫々に高周波バースト信号を入力するまでには1ms以上の時間を経過させれば十分である。

【0097】

なお、上述した如く複数の弾性表面波素子12A~12Nの夫々に対応した複数の個別平均化部66A~66Nを使用して複数の弾性表面波素子12A~12Nの夫々の上記デ

10

20

30

40

50

ータの平均化された値を得る代わりに、複数の個別平均化部 66A ~ 66N を備えずに複数の弾性表面波素子 12A ~ 12N に対応して 1 つの共通の平均化部のみを使用する平均化装置を使用し、上記 1 つの共通の平均化部を複数の弾性表面波素子 12A ~ 12N の夫々に、具体的には加算装置 64 において複数の弾性表面波素子 12A ~ 12N の夫々に対応している記憶領域 64A ~ 64N の夫々に、順番に対応させて、複数の弾性表面波素子 12A ~ 12N の夫々に対応している記憶領域 64A ~ 64N の夫々に加算されている上記データの平均化された値を得ることも出来る。

【0098】

記憶装置 68 は、平均化装置 66 の複数の個別平均化部 66A ~ 66N に対応した複数の個別記憶部 68A ~ 68N を備えている。複数の個別記憶部 68A ~ 68N は対応して

10

【0099】

複数の個別記憶部 68A ~ 68N は対応している複数の個別平均化部 66A ~ 66N において平均化された上記データの値の他に、複数の弾性表面波素子 12A ~ 12N の夫々に対応している付帯データを保存する領域も有している。

【0100】

ここでは、複数の弾性表面波素子 12A ~ 12N の複数の個別平均化部 66A ~ 66N に対応して複数の個別記憶部 68A ~ 68N が設けられているが、記憶装置 68 が 1 つの記憶部しか備えておらず、その 1 つの記憶部の中に複数の個別平均化部 66A ~ 66N において平均化された上記データの値、或いは複数の弾性表面波素子 12A ~ 12N に対応して 1 つの共通の平均化部のみを使用する平均化装置を使用して前述した如く平均化された上記データの値、を相互に異なるアドレスをつけて切り分けて保存することも出来る。

20

【0101】

記憶装置 68 は、図示されていない外部の処理装置、例えばパーソナルコンピュータ (PC) 等、に送信できるような構成としてもよい。

【0102】

インターフェース (IF) 70 は、前述した各種の装置 52 ~ 68 の夫々と、ガス濃度分布計測装置 10 の全体の動作を制御する制御装置 72 との間の各種のデータの中継を可能としている。具体的には、インターフェース 70 は、USB や Ethernet (登録商標)、Bluetooth (登録商標)、IEEE-1394、PHS、WCDMA、CDMA2000、IEEE-802.xx 等の有線及び無線に関係なく命令やデータが転送できるようなものである。また、インターフェース 70 は、このガス濃度分布計測装置 10 が他のガス濃度分布計測装置 10 と連動して動作することを可能とする。

30

【0103】

制御装置 72 は、設定周波数発生装置 52 で励振される高周波信号の周波数制御や、設定長バースト切り出し装置 54 が上記高周波信号を切り出す時間長の調整や、送信スイッチ装置 56 が行なう弾性表面波素子 12A ~ 12N の夫々に対する切り替えの制御や、受信スイッチ 58A ~ 58N が行なう弾性表面波素子 12A ~ 12N の夫々に対する切り替えの制御等を行ない、検知部 14 の複数のガス検知器 12A ~ 12N を使用した所定のガスの濃度の測定を開始する。

40

【0104】

具体的には、制御装置 72 は、設定周波数発生装置 52 が発振した高周波信号から設定長バースト切り出し装置 54 が切り出した所定の長さのバースト状の高周波信号を最初の弾性表面波素子 12A に入力した後に、最初の弾性表面波素子 12A からの所定の周回数の弾性表面波の出力信号を検出する前に、上記所定の長さのバースト状の高周波信号の入力先を 2 番目以降の弾性表面波素子 12B ~ 12N に順次切り替えるように送信スイッチ装置 56 を制御する。

【0105】

制御装置 72 は、最初の弾性表面波素子 12A から最後の弾性表面波素子 12N まで高

50

周波バースト信号を入力させる回数である「平均化回数」を設定し、平均化装置 66 の個別平均化部 66A ~ 66N の演算を制御する。制御装置 72 はさらに、平均化装置 66 の個別平均化部 66A ~ 66N により平均化された後の複数の弾性表面波素子 12A ~ 12N の夫々からの出力信号に対応したデジタル信号の位相と強度のデータに基づいて、複数の弾性表面波素子 12A ~ 12N の夫々の弾性表面波周回路 22a に励起され所定の周回数周回した後の弾性表面波の特性（即ち、所定のガスの濃度）を測定する。

【0106】

制御装置 72 は、上述した測定の結果を表示装置 18a に表示させたり、入力装置 18b を介したデータ入力の受付及び入力数値のエラー処理等を行なう。

【0107】

制御装置 72 には、上述した測定の結果をインターフェース 70 を介して図示しない外部の記憶装置に保存して管理したり、上述した測定の結果を基礎に報告書を自動的に作成したり、上述した測定の結果をインターネットを介して公開したりする機能を有することもできる。

【0108】

制御装置 72 はさらに、インターフェース 70 を介して接続された他のガス濃度分布計測装置 10 の動作の制御を行なうよう構成されていることが出来る。

【0109】

入力装置 18b は、キーボードやマウスや専用の入力装置や表示装置 18a の画面に接されたタッチ式入力装置であることが出来る。

【0110】

次に上述した如く構成されている弾性表面波素子制御部 50 により制御されたガス検知部 14 の動作を、図 9 のフローチャート及び図 10 の信号相関図を用いて説明する。

【0111】

まず、設定周波数発生装置 52 により、複数の弾性表面波素子 12A ~ 12N の特性に合わせた目的の周波数の高周波信号が作り出される（ステップ S1）。ここで、最初の弾性表面波素子 12A への高周波信号の入力が 1 回目である場合、設定長バースト切り出し装置 54 を介して、上記高周波信号から所望の長さのバースト状の高周波信号が生成される（ステップ S2 - YES, ステップ S3）。設定長バースト切り出し装置 54 は、複数の弾性表面波素子 12A ~ 12N の弾性表面波周回路 22a を所定の周回数だけ周回後に取り出される出力信号が相互に時間差を伴い分離されるように、弾性表面波周回路 22a に上記バースト状の高周波信号から励起され周回された弾性表面波が弾性表面波周回路 22a を 1 周する周回時間よりも長さが短いバースト状の高周波信号（高周波バースト信号）を生成させる。

【0112】

次に、高周波バースト信号が、送信スイッチ装置 56 により選択された受信スイッチ装置 58A を介して、最初の弾性表面波素子 12A のすだれ状電極 22c に入力される。

【0113】

最初の弾性表面波素子 12A のすだれ状電極 22c に高周波バースト信号が入力されると、送信スイッチ装置 56 は、上記高周波バースト信号により最初の弾性表面波素子 12A の弾性表面波周回路 22a に励起され周回された弾性表面波が所定の周回後にすだれ状電極 22c から取り出されるまでに、高周波バースト信号の入力先が他の弾性表面波素子 12B ~ 12N のすだれ状電極 22c に順次切り替えられる（ステップ S4）。

【0114】

複数の弾性表面波素子 12A ~ 12N のすだれ状電極 22c に高周波バースト信号が入力されると、複数の弾性表面波素子 12A ~ 12N の弾性表面波周回路 22a に弾性表面波が励起され、弾性表面波周回路 22a を周回し続ける。

【0115】

最初の弾性表面波素子 12A の弾性表面波周回路 22a に最初に励起され周回された弾性表面波が所定の回数周回した後にすだれ状電極 22c 及び受信スイッチ 58A を介して

10

20

30

40

50

取り出された後には、2番目の弾性表面波素子12Bから最後の弾性表面波素子12Nまで夫々の弾性表面波周回路22aに最初に励起され周回された弾性表面波が所定の回数周回した後にすだれ状電極22c及び対応する受信スイッチ58B~58Nを介して順次検波され取り出される(ステップS5 - Yes)。

【0116】

ここでは、弾性表面波が弾性表面波周回路22aを100周したときにすだれ状電極22cにより受信された出力信号が測定対象とされているので、最初の弾性表面波素子12Aのすだれ状電極22cに最初に高周波バースト信号を入力してから100 $\mu$ s以後に、最初の弾性表面波素子12Aのすだれ状電極22cから最後の弾性表面波素子12Nのすだれ状電極22cまで上記出力信号が順次検波され取り出されることになる。

10

【0117】

上記出力信号を受信した回数がカウントされた(ステップS6)後、上記出力信号はADコンバータ60によりデジタル化され、デジタル化された出力信号から位相データと強度データとが検波装置62により求められる(ステップS7)。そして、上述した如くカウントされた回数に応じて加算装置64の複数の記憶領域64A~64Nのいずれかに上記データが振り分けられる(ステップS8)。

【0118】

上述した如くカウントされた回数が複数の弾性表面波素子12A~12Nの個数と同じになった時には、カウントされた回数リセットされる(ステップS9 - YES, S10)。これにより、上述した如くカウントされた回数と複数の弾性表面波素子12A~12Nのすだれ状電極22cからの上記出力信号とを対応付けることが可能となる。

20

【0119】

この後、複数の弾性表面波素子12A~12Nの夫々に対する予め設定された平均化回数分の所定の高周波バースト信号の入力が順次行われる(ステップS11 - NO)。

【0120】

なお、複数の弾性表面波素子12A~12Nの夫々の弾性表面波周回路22aにおいて周回する弾性表面波が発する出力信号が実質的になくなるまでには高周波バースト信号の入力の時点から1ms程度の時間を要する。従って、複数の弾性表面波素子12A~12Nの夫々の弾性表面波周回路22aに対する2回目以降の高周波バースト信号の入力は、前回の高周波バースト信号の入力から1ms以上経過してから行われる(ステップS12)。すなわち、前回は最初の弾性表面波素子12Aに対し高周波バースト信号を入力した後、次に最初の弾性表面波素子12Aに対し高周波バースト信号を入力する場合、制御装置72が、前回は最初の弾性表面波素子12Aに対し高周波バースト信号を入力した時から1ms以上経過しているかどうかを判断し、1ms以上経っていないならば(ステップS12 - NO)、1ms以上経過するまで待つ。また、制御装置72は、複数の弾性表面波素子12A~12Nの夫々の弾性表面波周回路22aに対し高周波バースト信号を入力するタイミングがステップS5の検波タイミングと重ならないかどうかを判断し、重なっていたら、重ならないように、高周波バースト信号を入力するタイミングをずらす(ステップS13)。その後、ステップ3に進む。

30

【0121】

上述のステップS3~S13までの処理が平均化回数まで実行されると(ステップS11 - YES)、複数の弾性表面波素子12A~12Nの夫々からの前述したデータが加算装置64の対応する記憶領域64A~64Nに平均化回数まで加算されていた後のデータが平均化装置66の対応する個別平均化部66A~66Nにおいて平均化回数により平均値を算出される(ステップS14)。このように算出された前述したデータの平均値は、記憶装置68において複数の弾性表面波素子12A~12Nの夫々に対応している個別記憶部68A~68Nに記憶される。

40

【0122】

この後、上述のステップS3~S14までの処理は、ガス濃度分布計測装置10が所望の空間領域の所定のガスの濃度の測定を終了するまで実行される(ステップS15)。

50

## 【 0 1 2 3 】

## [ ガス濃度分布計測装置の作用効果 ]

以上説明したように、本実施形態に係るガス濃度分布計測装置 10 は、高周波バースト信号を最初の弾性表面波素子 12 A に入力した場合、最初の弾性表面波素子 12 A において所定の数まで周回した弾性表面波からの出力信号を最初に検出するまでの間に、高周波バースト信号の入力先を他の弾性表面波素子 12 B ~ 12 N に順次切り替える。そして、最初の弾性表面波素子 12 A において所定の数まで周回した弾性表面波からの出力信号を最初に検出した後には、2 番目の弾性表面波素子 12 B から最後の弾性表面波素子 12 N までの夫々において所定の数まで周回した弾性表面波からの出力信号を順次検出する。

## 【 0 1 2 4 】

この結果として、本実施形態に係るガス濃度分布計測装置 10 では、単一の設定周波数発生装置 52 から設定長バースト切り出し装置 54 を介して所定の高周波バースト信号が入力される複数の弾性表面波素子 12 A ~ 12 N の全てから所定の数まで周回した弾性表面波の出力信号を検出する場合、1 つの弾性表面波素子に所定の高周波バースト信号を入力し、そして上記 1 つの弾性表面波素子から所定の数まで周回した弾性表面波の出力信号を検出し、その後次に次の 1 つの弾性表面波素子に所定の高周波バースト信号を入力し、そして上記次の 1 つの弾性表面波素子から所定の数まで周回した弾性表面波の出力信号を検出することを弾性表面波の数だけ繰り返し行なうよりも、複数の弾性表面波素子 12 A ~ 12 N の全てから所定の数まで周回した弾性表面波の出力信号を検出するまでに要する時間を少なくすることが出来る。

## 【 0 1 2 5 】

以下、具体例を挙げて説明する。

## 【 0 1 2 6 】

この具体例では、使用される複数の弾性表面波素子 12 A ~ 12 N の夫々の球形状の基材の直径は 1 mm であり、送信スイッチ装置 56 における複数の弾性表面波素子 12 A ~ 12 N に対応した複数の受信スイッチ装置 58 A ~ 58 N に対する切り替えタイミングは 1  $\mu$ s である。そして、複数の弾性表面波素子 12 A ~ 12 N の夫々から所定の数まで周回した弾性表面波の出力信号を 256 回検出し、夫々の出力信号から AD コンバータ 60 そして検波装置 62 を介して得られたデジタル化された出力信号の位相と強度のデータの 256 回分を加算装置 64 の中の複数の記憶領域 64 A ~ 64 N の対応するいずれか 1 つに加算し、さらに平均化装置 66 中の複数の個別平均化部 66 A ~ 66 N の対応する 1 つにおいて平均化する。なお次回に 1 つの弾性表面波素子から所定の数まで周回した弾性表面波の出力信号を検出する際には、この 1 つの弾性表面波素子において所定の数まで周回した弾性表面波の出力信号を前回検出した時の弾性表面波の影響を避ける為に、この 1 つの弾性表面波素子において所定の高周波バースト信号を前回入力してから 1 ms 待機してから次回にこの 1 つの弾性表面波素子に対し所定の高周波バースト信号を入力する。

## 【 0 1 2 7 】

そして、1 つの弾性表面波素子から上述した如くデータを得る為に弾性表面波の出力信号を得る時の弾性表面波の所定の周回数は 100 としている。

## 【 0 1 2 8 】

弾性表面波素子の直径 1 mm の球形状の基体 22 b の弾性表面波周回経路 22 a を弾性表面波が 1 周するのに要する時間は 1  $\mu$ s である。そして、送信スイッチ装置 56 が所定の長さの高周波バースト信号を入力する弾性表面波素子を 1  $\mu$ s 毎に切り替えると、1 つの弾性表面波素子において前回励起され周回された弾性表面波の影響が無くなる時間である 1 ms の間に、1000 個の弾性表面波素子に所定の長さの高周波バースト信号を入力することが可能となる。

## 【 0 1 2 9 】

それ故に、1 個の弾性表面波素子から所定の数まで周回した弾性表面波の出力信号を検出することを 256 回繰り返し、この 256 個の出力信号の夫々から前述した如く得た位相及び強度のデータの平均値を求める場合、1 個の弾性表面波素子に対し繰り返し所定の

10

20

30

40

50

長さの高周波バースト信号を入力するのは少なくとも前述した如く 1 m s 毎でなければならないので、 $1 \text{ m s} \times 256 \text{ (回)} = 256 \text{ m s}$ の時間が必要となる。

【0130】

しかし、この 1 m s の間に前述した如く 1  $\mu$  s 毎に 1 つの弾性表面波素子に対し所定の長さの高周波バースト信号を入力することにより他の 1000 個の弾性表面波素子に対し所定の長さの高周波バースト信号を入力することが出来る。

【0131】

これに対し前述した従来の如く 1 つの弾性表面波素子から所定の数まで周回した弾性表面波の出力信号を検出することを 256 回繰り返す、この 256 個の出力信号の夫々から前述した如く得た位相及び強度のデータの平均値を求めた後に、次の弾性表面波素子に対し所定の長さの高周波バースト信号を入力する場合には、256 m s 毎にしか 1 つの弾性表面波素子に対し所定の長さの高周波バースト信号を入力することが出来ない。

【0132】

即ち、前者の場合と後者の従来の場合とを比べると、同じ個数の弾性表面波素子を使用し全ての弾性表面波素子から前述した平均値を求めるまでに要する時間は、前者の場合の方が後者の従来の場合よりも遥かに短い時間しか必要としないことがわかる。

【図面の簡単な説明】

【0133】

【図1】図1は、この発明の第1の実施の形態に従ったガス濃度分布計測装置の全体の正面を概略的に示す正面図である。

【図2】図2は、図1のガス濃度分布計測装置のガス検知部の複数のガス検知器の1つを拡大して概略的に示す斜視図である。

【図3】図3は、図1のガス濃度分布計測装置を使用して所定の空間の所定のガスの濃度分布を測定する第1の方法を概略的に示す概略的な平面図である。

【図4】図4は、図1のガス濃度分布計測装置を使用して所定の空間の所定のガスの濃度分布を測定する第2の方法を概略的に示す概略的な平面図である。

【図5】図5は、図1のガス濃度分布計測装置のガス検知部の複数のガス検知器の1つの第1の変形例を拡大して概略的に示す斜視図である。

【図6】図6は、図1のガス濃度分布計測装置のガス検知部の複数のガス検知器の1つの第2の変形例を拡大して概略的に示す斜視図である。

【図7】図7は、この発明の第2の実施の形態に従ったガス濃度分布計測装置の全体の正面を概略的に示す正面図である。

【図8】図8は、図1中のガス濃度分布計測装置のガス検知部の弾性表面波素子制御部の構成を概略的に示すブロック図である。

【図9】図9は、図8の弾性表面波素子制御部により制御されたガス検知部の動作を示す概略的なフローチャートである。

【図10】図10は、図9中のフローチャートにおける信号の相関関係を概略的に示す信号相関図である。

【符号の説明】

【0134】

10 ... ガス濃度分布計測装置、12, 12', 12'' ... ガス検知器、14 ... ガス検知部、16 ... ガス検知器位置情報測定部、18 ... ガス濃度分布表示ユニット、18a ... 表示装置、18b ... 入力装置、20 ... 支持体、20a ... 台座、20b ... 凹所、20c ... 通気孔(ガス交換要素)、20d ... 吸気ユニット(ガス交換要素)、20e ... フィルタ、20f ... 覆い、22 ... 弾性表面波素子、22' ... 第1の弾性表面波素子、22'' ... 第2の弾性表面波素子、22''' ... 弾性表面波素子、22a ... 弾性表面波周回路、22'a ... 弾性表面波周回路、22b ... 基材、22'b ... 基材、22''b ... 基材、22'''b ... 基材、22c ... すだれ状電極、30 ... ガス濃度分布計測装置、32a, 32b, 32c, 32d, 32e ... ガス検知器、34 ... ガス検知部、36 ... ガス検知器位置情報測定部、38 ... ガス濃度分布表示ユニット、38a ... 表示装置、40 ... 支持体、50 ... 弾性表面波素子制

10

20

30

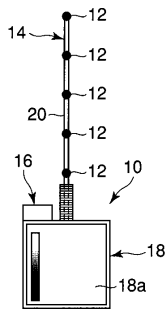
40

50

御部、52...設定周波数発生装置(高周波信号発生手段)、54...設定長バースト切り出し装置、56...送信スイッチ装置(切替手段)、58A, 58B, ~58N...受信スイッチ装置、60...ADコンバータ(ADC)、62...検波装置、64...加算装置、64A, 64B, ~64N...記憶部、66...平均化装置、66A, 66B, ~66N...個別平均化部、68...記憶装置、68A, 68B, ~68N...個別記憶部、70...インターフェース(IF)、72...制御装置。

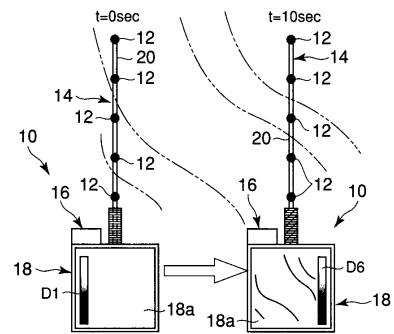
【図1】

図1



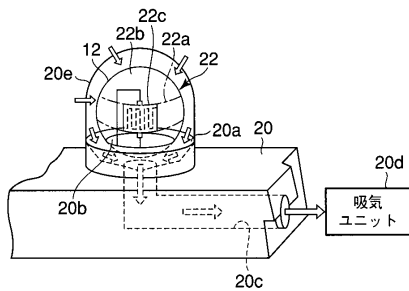
【図3】

図3



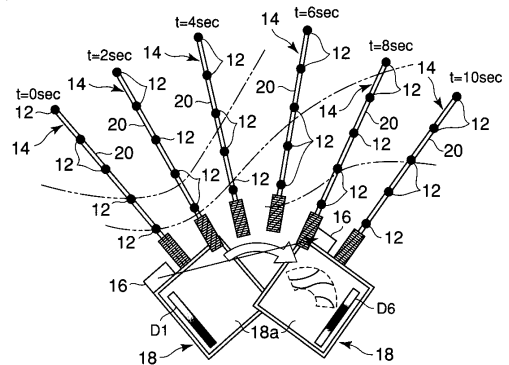
【図2】

図2



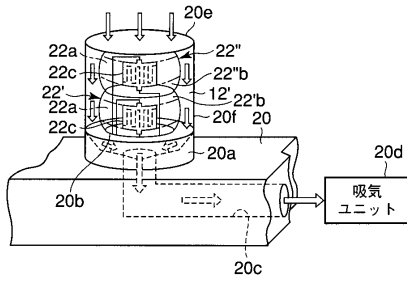
【図4】

図4



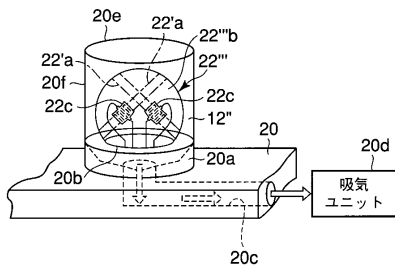
【図5】

図5



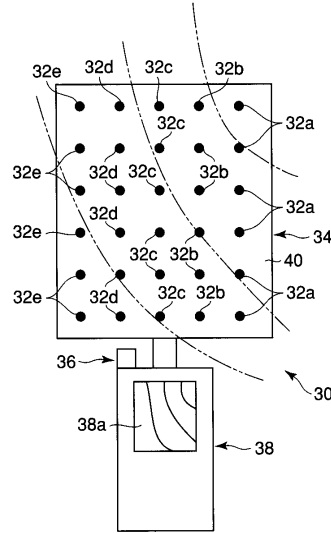
【図6】

図6



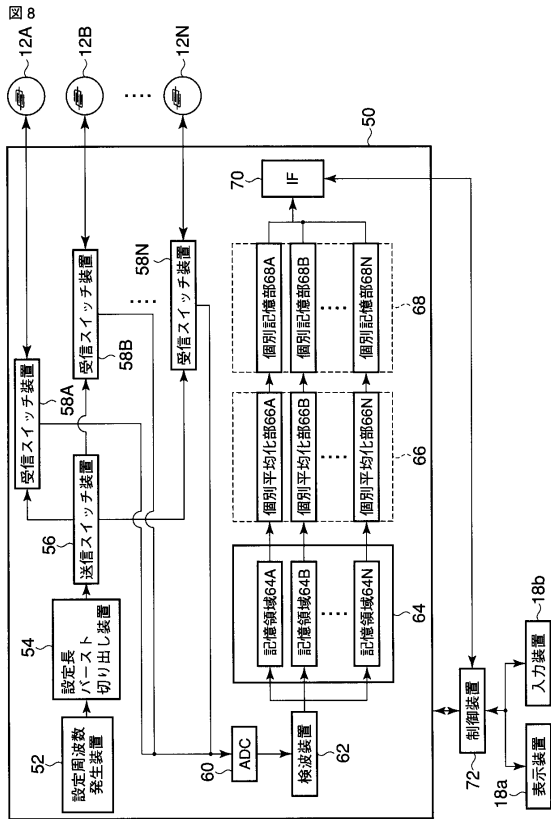
【図7】

図7



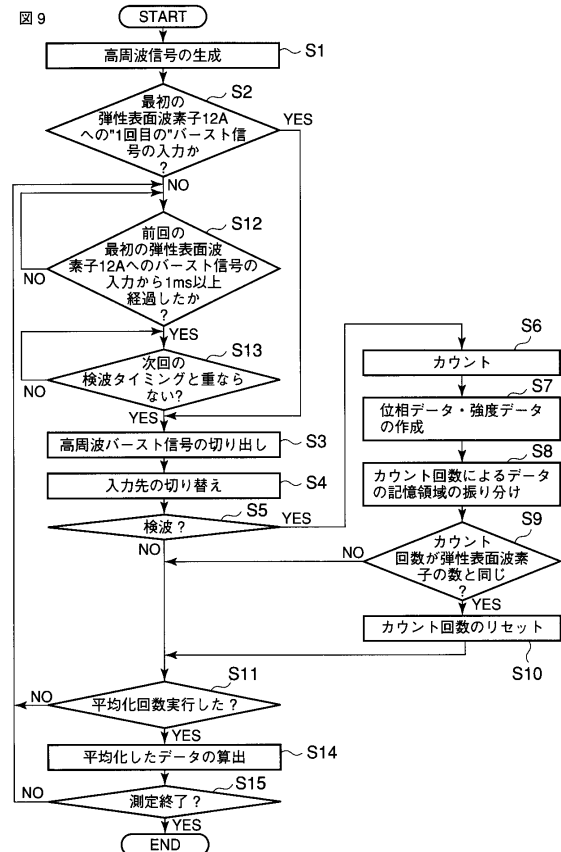
【図8】

図8



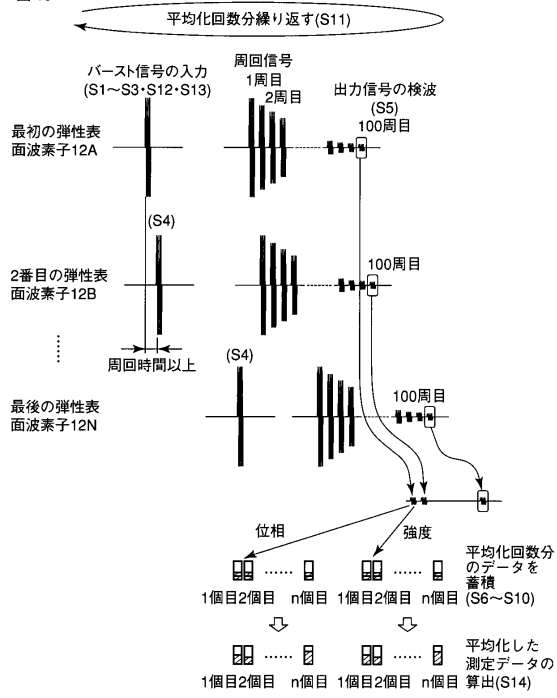
【図9】

図9



【図10】

図10



## フロントページの続き

- (74)代理人 100084618  
弁理士 村松 貞男
- (74)代理人 100103034  
弁理士 野河 信久
- (74)代理人 100119976  
弁理士 幸長 保次郎
- (74)代理人 100153051  
弁理士 河野 直樹
- (74)代理人 100140176  
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100101812  
弁理士 勝村 紘
- (74)代理人 100092196  
弁理士 橋本 良郎
- (74)代理人 100100952  
弁理士 風間 鉄也
- (74)代理人 100070437  
弁理士 河井 将次
- (74)代理人 100124394  
弁理士 佐藤 立志
- (74)代理人 100112807  
弁理士 岡田 貴志
- (74)代理人 100111073  
弁理士 堀内 美保子
- (74)代理人 100134290  
弁理士 竹内 将訓
- (74)代理人 100127144  
弁理士 市原 卓三
- (74)代理人 100141933  
弁理士 山下 元
- (72)発明者 中曾 教尊  
東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

審査官 黒田 浩一

- (56)参考文献 特開2006-349446(JP,A)  
特開2005-030909(JP,A)  
実開平02-050654(JP,U)  
国際公開第2004/086028(WO,A1)  
特開2002-372544(JP,A)  
特開2007-309752(JP,A)  
特開2005-189070(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

G01N 5/02-9/36  
G01N 29/00-29/28  
G01N 27/26-27/49