

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4820528号

(P4820528)

(45) 発行日 平成23年11月24日 (2011.11.24)

(24) 登録日 平成23年9月9日 (2011.9.9)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 N 27/16 (2006.01)
 GO 1 N 27/16 Z
 GO 1 N 27/16 B

請求項の数 7 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2002-541375 (P2002-541375)	(73) 特許権者	503158947
(86) (22) 出願日	平成13年8月21日 (2001.8.21)		マイン セイフティ アプライアンス
(65) 公表番号	特表2004-530861 (P2004-530861A)		カンパニー
(43) 公表日	平成16年10月7日 (2004.10.7)		アメリカ合衆国 1 5 2 3 0 - 0 4 2 6 ペン
(86) 国際出願番号	PCT/US2001/026103		シルベニア州ピッツバーグ、ピー. オー.
(87) 国際公開番号	W02002/039101		ボックス 4 2 6
(87) 国際公開日	平成14年5月16日 (2002.5.16)	(74) 代理人	100082049
審査請求日	平成20年3月6日 (2008.3.6)		弁理士 清水 敬一
(31) 優先権主張番号	09/698, 740	(72) 発明者	ミラー・ジェームズ・ビー
(32) 優先日	平成12年10月27日 (2000.10.27)		アメリカ合衆国 1 5 2 3 8 ペンシルベニア
(33) 優先権主張国	米国 (US)		州ピッツバーグ、ブーウィック・コート 2
			0 4

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 触媒センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一方のアームと他方のアームとを有するブリッジ回路を備え、ブリッジ回路は、一方のアームに接続されるサーミスタネットワークと、他方のアームに接続されかつ 0.5 mm^2 以下の幾何学的表面積及び触媒活性を有する活性素子とを備え、

サーミスタネットワークは、ブリッジ回路の一方のアームに接続されたサーミスタと、ブリッジ回路の一方のアームに接続されたサーミスタに電氣的に直列に接続される第 1 の抵抗と、ブリッジ回路の一方のアームに接続されたサーミスタに電氣的に並列に接続される第 2 の抵抗とを備え、

周辺温度の変化に対するサーミスタネットワークの応答特性が、周辺温度の変化に対する活性素子の応答特性に等しくかつ逆符号で第 1 の抵抗の抵抗値及び第 2 の抵抗の抵抗値を選択し、

サーミスタネットワークは、熱伝導によって活性素子から失われる熱を補正せずに、活性素子の抵抗に対して周辺温度の変化の影響を補正することを特徴とする可燃性ガスセンサ。

【請求項 2】

サーミスタの抵抗は、温度上昇と共に増加する請求項 1 に記載の可燃性ガスセンサ。

【請求項 3】

サーミスタの抵抗は、温度上昇と共に減少する請求項 1 に記載の可燃性ガスセンサ。

【請求項 4】

10

20

活性素子の幾何学的表面積は、 0.3 mm^2 以下である請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項に記載の可燃性ガスセンサ。

【請求項 5】

熱伝導により失われる熱は、活性素子で触媒反応によって発生する熱の 10%以下である請求項 4 に記載の可燃性ガスセンサ。

【請求項 6】

ブリッジ回路の一方のアームにサーミスタネットワークを接続し、活性素子の出力時に熱伝導により活性素子から失われる熱の影響が相対的に小さい 0.5 mm^2 以下の幾何学的表面積と触媒活性とを有する活性素子をブリッジ回路の他方のアームに接続する過程と、

ブリッジ回路の一方のアームに接続されたサーミスタと、ブリッジ回路の一方のアームに接続されたサーミスタに電氣的に直列に接続される第 1 の抵抗と、ブリッジ回路の一方のアームに接続されたサーミスタに電氣的に並列に接続される第 2 の抵抗とをサーミスタネットワークに設ける過程と、

周辺温度の変化に対するサーミスタネットワークの応答特性が、周辺温度の変化に対する触媒素子の応答特性に等しくかつ逆符号で第 1 の抵抗の抵抗値及び第 2 の抵抗の抵抗値を選択する過程と、

熱伝導によって活性素子から失われる熱を補正せずに、サーミスタネットワークにより、活性素子の出力時に活性素子の抵抗に対して周辺温度の変化の影響のみを補正する過程とを含むことを特徴とするガス検出法。

【請求項 7】

熱伝導により失われる熱は、活性素子で触媒反応によって発生する熱の 10%以下である請求項 6 に記載のガス検出法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

本発明は、触媒センサ、特に、従来の補償素子を省いた接触センサに属する。

【0002】

【発明の背景】

例えば、可燃性ガス又は発火性ガスによる爆発事故を防止する触媒センサ又は可燃性（発火性）ガスセンサは長期間使用されてきた。一般に、可燃性ガスセンサは、可燃性ガスの触媒酸化反応により動作する。図 1 A に示すように、代表的な従来の可燃性ガスセンサ 10 は、触媒（例えばパラジウム又は白金）を含浸した耐火性（例えばアルミナ）ビーズ 30 により封止されかつ活性ペレメント 40（例えばパラジウムビーズ又は白金ビーズにより被覆したワイヤ）又はペリスタを構成する白金素子又は白金コイル 20 を有する。ペレメント及びペレメントを含む触媒作用による可燃性ガスセンサの詳細な論文は、モズリー・ピー・ティ及びトフィールド・ピー・シー編集の「固体ガスセンサ」、アダムズ・ヒルガー・プレス、ブリストル、イングランド（1987 年）に記載される。また、ファース・ジェイ・ジー他「燃焼と火災」21、303（1973 年）及びクリス・シー・エフ及びファース・ジェイ・ジー編集の「有害ガスの検出と測定」ハイネマン、エクセター、29（1981 年）に可燃性ガスセンサが全般的に説明されている。

【0003】

一般に、ペレメント 40 は、可燃性ガスの酸化時に放出されるエネルギーを測定する小型熱量計として機能する。酸化反応間に放出されるエネルギーの一部は、ビーズ 30 に吸収され、ビーズ 30 の温度は上昇する。温度上昇に応答して、白金素子 20 の電気抵抗も増加する。一定の通電電流による抵抗の増加は、白金素子 20 間の降下電圧の増大として計測される。白金素子 20 は、（1）ペレメント 40 内の動作温度（一般に約 500）にビーズ 30 を電氣的に加熱し、（2）可燃性ガスの酸化速度を検出する 2 つの目的をペレメント 40 内で実行する。

【0004】

ビーズ 30 は、触媒酸化反応以外の温度を変化させる現象（即ちビーズ 30 のエネルギー収支を変化させる全現象）に反応し、可燃性ガス濃度の計測に誤差が生じる。前記現象に対する

影響の大きさから見ると、周辺温度の変化及びピーズ30から被検体ガスへの熱拡散又は熱伝導の変化が最も重要である。一般に他の要因による影響は少ない。

【0005】

センサ出力に対する二次的熱作用の影響を最小化するため、不活性な補償ペレメント50内に埋設した基準抵抗と比較して白金素子20の抵抗変化により、可燃性ガスの酸化速度を測定してもよい。一般に、前記2つの抵抗は、図1Bに示すホイートストンブリッジ回路等の計測回路の一部である。可燃性ガスが存在するときホイートストンブリッジ回路間に生じる出力又は電圧は、可燃性ガス濃度の計測値を示す。補償ペレメント50の特性は、活性ペレメント40の特性に可能な限り接近して整合される。しかし、一般に補償ペレメント50は、無触媒か又は不活化触媒を担持する。

10

【0006】

典型的な活性ペレメント40及び補償ペレメント50は、防爆ハウジング70の孔部60A及び60B内に配置され、多孔質金属フリット80等の逆火防止装置により周辺環境から分離される。多孔質金属フリット80は、周辺ガスをハウジング70内に通すが、周辺環境の可燃性ガスの加熱素子による発火を防止する。電源を備えた携帯式の計測器に触媒ガスセンサを装着する通常の場合もある。従って、触媒ガスセンサの消費電力を最小化することが望ましい。

【0007】

近年、半導体技術及びシリコンの微細加工による可燃性ガス検出装置の開発に向けた実質的な研究努力が行われてきた。触媒作用による従来のガスセンサの代表的な電力消費は250～700mWであるが、100mW及びそれ未満の電力しか消費しない小型化かつ集積化された触媒作用によるガスセンサが開発されつつある。クレブス・ビー及びグリセル・エー著「低電力集積化触媒式ガスセンサ」センサとアクチュエータ・ビー、13-14、155-158(1993年)を参照されたい。

20

【0008】

一般に、マイクロセンサを使用する全体的な電子制御回路の設計は、従来の可燃性ガスセンサに極めて類似する。その点に関して、それぞれホイートストンブリッジ回路等の計測回路に使用される触媒活性の活性素子又は検出装置と、触媒不活性の補償素子又は補償装置とがマイクロセンサに代表的に設けられる。検出装置及び補償装置は、基板上に配置されたマイクロヒータチップ上に配置される。

【0009】

従来のセンサ及びマイクロセンサでは共に、触媒素子及び補償素子の製造コストが高価である。触媒素子と補償素子との一対では、センサの製造コストの半分以上を占める。従って、従来の補償素子を省いたセンサ及び計測法の開発が望ましい。

30

【0010】

【発明の開示】

本発明は、計測回路に電氣的に接続された活性素子を有する可燃性ガスセンサを提供する。計測回路は、活性素子の抵抗に対する周辺の温度変化の影響を補正又は補整するサーミスタネットワークを備える。代表的には、サーミスタネットワークは、サーミスタと、少なくとも1つの抵抗とを含む。しかし、活性素子の熱応答特性にサーミスタを最適に整合させれば、抵抗を必要としない。

40

【0011】

サーミスタネットワークは、サーミスタに電氣的に直列接続された第1の抵抗と、サーミスタに電氣的に並列接続された第2の抵抗とを備え、例えばサーミスタネットワークの出力を調整して、周囲の温度変化に対する補正又は補整を行うことができる。

【0012】

サーミスタの抵抗が温度上昇と共に増加する一実施の形態では、ブリッジ回路の一方のアームにサーミスタを接続し、ブリッジ回路の他方のアームに活性素子を接続できる。例えばホイートストンブリッジ回路にブリッジ回路を形成できる。サーミスタの抵抗が温度上昇と共に減少する他の実施の形態では、活性素子にサーミスタネットワークを直列接続できる。

50

【0013】

活性素子の幾何学的表面積が減少すると、活性素子の出力時に活性素子からの熱伝導により失われる熱の放熱効果が減少する。約400～約600の温度範囲で動作するセンサに対して、活性素子の幾何学的表面積は約0.5mm²以下であることが好ましい。活性素子の幾何学的表面積は、約0.3mm²以下がより好ましい。約400未満の温度で動作するセンサは、熱伝導による過剰な熱損失がなく、前記幾何学的表面積より大きい幾何学的表面積を設けることができる。一般に、活性素子上の触媒活性を増大させると、より低温での動作が可能となる。

【0014】

本発明による触媒センサの熱伝導による熱損失は、センサの活性素子で触媒反応によって、発生する熱の約10%未満が好ましい。一般に、センサの全目盛は、被検体（メタンに対して5%）の低爆発レベル（LEL：lower explosion level）のセンサ出力である。本発明による触媒センサの熱伝導による熱損失は、センサの触媒反応によって、発生する熱の約5%未満がより好ましい。更に、本発明による触媒センサの熱伝導による熱損失は、センサの触媒反応によって、発生する熱の約3%未満がより好ましい。

10

【0015】

他面、本発明は、前記のようにサーミスタネットワークに電氣的に接続される活性素子を有する可燃性ガスセンサに使用する計測回路を提供する。

【0016】

他面、本発明は、計測回路に電氣的に接続される約0.5mm²以下の幾何学的表面積を有する活性素子を含む可燃性ガスセンサを提供する。計測回路は、熱伝導により活性素子から失われる熱を補正せずに、活性素子の抵抗に対する周辺温度の変化による影響を補正する補償装置を備える。補償装置は、前記の通りサーミスタを含んでもよい。別法として又は追加して、補償装置は、活性素子の出力信号に対する周辺温度の変化を補正できる処理回路（例えばマイクロプロセッサ又は専用の内蔵された回路）に連絡して周辺温度を計測するセンサを設けてもよい。本発明では、例えば電圧、電流又は周波数を計測回路により計測できる。

20

【0017】

更に別の面で、本発明は、(i)（前記の通り）十分に小さい幾何学的表面積を有する触媒活性素子を設けて、活性素子の出力時に熱伝導による活性素子から失われる熱の影響を相対的に小さくする過程と、(ii)活性素子の出力時に周辺温度変化の影響のみ補正又は補整する過程とを含むガス検出法を提供する。

30

【0018】

（従来のセンサとマイクロセンサとの両方の中で）従来の補償素子の必要性を排除することにより、本発明は、ガス濃度の計測精度を低下させずに、センサの製造コストを大幅に低減できる。本明細書に使用するように、用語「ガスセンサ」は、従来のセンサとマイクロセンサとの両方を一般に意味する。

【0019】

本発明の可燃性ガスセンサでは、高価な補償素子を除去できる。本発明による複数の実施の形態では、補償素子を安価なサーミスタネットワークに置き換えることができる。一般に、サーミスタは、迅速にかつ予想通りに温度と共に抵抗が変化する材料から形成された安価な市販の抵抗である。温度上昇により、抵抗が増加する正特性又は減少する負特性の何れのサーミスタでもよい。本発明では、サーミスタを使用して従来の補償素子による周辺温度補償機能を発揮する。更に後述するように、限定された幾何学的表面積又は外部表面積の触媒素子により周辺温度の変化に対してのみ補正しながら、被検体ガス濃度を正確に計測できる。

40

【0020】

サーミスタネットワークでは、本発明の計測回路の構成は、サーミスタの抵抗が温度の関数として変化する方向（即ち正特性又は負特性）に依存する。図2A及び図2Bでは、温度の上昇と共に抵抗が増加するサーミスタ120（一般の触媒素子及び補償素子と変化方向

50

が同一)を(図2A及び図2Bの各点線で囲む)サーミスタネットワーク100又は100'に使用する。例えばホイートストンブリッジでは、補償素子を直接サーミスタネットワーク100又は100'に置き換えることができる。

【0021】

サーミスタネットワーク100及び100'は、サーミスタ120と、直列抵抗 R_s と、並列抵抗 R_p とを備える。直列抵抗 R_s 及び並列抵抗 R_p を使用し、サーミスタネットワーク100の温度応答特性を微調整して、触媒素子140の応答特性に整合させることができる。

【0022】

温度が上昇すると抵抗が減少する(代表的な触媒素子及び補償素子と逆特性の)サーミスタに対して、(図3A及び図3Bの各点線で囲む)例えばサーミスタネットワーク200又は200'のサーミスタネットワークを触媒素子240に直列に接続することが好ましい。前記のように、サーミスタ220、直列抵抗 R_s 及び並列抵抗 R_p を使用し微調整して、サーミスタネットワーク200'及び200'の温度応答特性を触媒素子240の温度応答特性に整合させることができる。

【0023】

図2A～図3Bのサーミスタネットワークでは、サーミスタ120又はサーミスタ220'の選択を最適化する試みはなされなかった。前記実施の形態に関連して記載した「調節用」抵抗(例えば図2A及び図2Bの R_s 及び R_p)の両方を必要として、特定のサーミスタの抵抗の温度依存性を対応する活性素子の抵抗の温度依存性に十分かつ厳密に整合させることが可能である。

【0024】

図3Aに示す計測回路構成の可燃性ガスセンサに関する数回の実験では、マサチューセッツ州、シュローズベリー所在のベータサーム社製100オームサーミスタ220'と、2つのトリム抵抗($R_s' = 100$ オーム、 $R_p' = 20$ オーム)とを含むサーミスタネットワークに直列に18オーム(室温)の触媒素子を接続した。周辺温度の変化に対するサーミスタネットワーク200の応答特性が、周辺温度の変化に対する触媒素子240の応答特性にほぼ等しくかつ逆符号で直列抵抗 R_s' の抵抗値及び並列抵抗 R_p の抵抗値を選択した。

【0025】

点aから点bに55mAの電流を流して回路全体の電圧変化(V)を監視した。25の清澄な空気中での回路電圧は、3.2561Vであった。25のメタン2.5%含有空気(これらの実験ではセンサ全目盛の半分)に暴露したとき、電圧は3.4582Vであった。電位差0.2021V又は202.1mV(3.4582V-3.2561V)は、メタンに起因する信号(最大範囲の半分)であった。その後、一連の周辺温度で空気中で各回路電圧を計測し、25で計測した電圧との差をメタン全目盛電圧(即ち25、メタン5%の計測電圧)に対する百分率として記録した。

【0026】

【表1】

温度(°C)	55mAでの 空気中の出力(V)	25°Cに対する 出力変化(実物の%)	固定抵抗で25°Cに 対する出力変化 (実物の%)
-20	3.2601	1	-19
-10	3.2571	0.3	-11
25	3.2561	0	0
40	3.2591	0.7	6
50	3.2640	2.0	12

【0027】

表1の第3欄のデータに示すように、周囲温度の変化により生じる電圧変化は、センサの全目盛範囲に比べて小さい。更に、表1の実験よりも触媒素子の温度応答特性をより完全に特徴づけて、より厳密に応答特性が触媒素子に整合するサーミスタを選択することによ

って、性能を向上できる。しかしながら、より好ましい結果ではないにしても、表１の実験の「非最適化された」サーミスタネットワークでさえ、従来の補償素子を有するセンサよりも触媒素子に類似する結果が得られる。表１に記載される温度範囲にわたって温度が室温から変化するとき、一般に、センサの仕様は、実物の３％以上変化しないセンサ出力を要求する。

【００２８】

表１の第４欄即ち最終欄では、サーミスタネットワーク２００の代わりに４０オームに固定した抵抗（５５ｍＡで触媒素子２４０を熱したときの抵抗値に近似）を使用する以外、同様の実験を行った結果を記載する。これらの実験では、電圧変化は、センサの応答特性の中で実質的な分数となる。これらの実験結果は、サーミスタネットワーク２００が適切に機能したことを明確に示す。

【００２９】

前記のように、従来の補償素子は、周辺温度の変化に対して補正するだけでなく、活性素子から活性素子に近接した被検体ガスを通る熱伝導による損失等の他の影響も補正する。触媒素子からの損失熱量は、下式により与えられる。

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T$$

但し、Ｑは、熱伝導によるビーズからの熱損失、Ｕは、「熱伝達係数」、ΔＴは、ビーズと被検体ガスとの間の温度差である。Ｕは、ビーズに隣接する被検体ガスの熱伝導率に主に依存（及び比例）する。熱伝導の概念は、バード・アール・ビーその他著「移動現象」ウィリー、ニューヨーク（１９６０年）に詳細に説明されている。

【００３０】

前式のＡは、ビーズの内部表面積とは反対のビーズの外部表面積又は幾何学的表面積（例えば球の場合 $4\pi r^2$ ）である。一般に、可燃性ガスセンサに使用されるビーズ又は他の活性素子は、同様の形状を有する無孔ビーズの外部表面積又は幾何学的表面積に比べて、より多数の触媒分子を担持できる比較的大きい「内部表面積」を生じる大量の内部溝又は内部細孔を有する。触媒素子に使用されるアルミナ等の一般的な多孔質セラミックは、５０～２００ｍ^２/ｇ程度の内部表面積を有する。

【００３１】

前式は、被検体ガス混合物の熱伝導率が増加すると、触媒ビーズの熱損失が増加することを示す。熱損失によって、ビーズが冷却され、触媒素子の抵抗及び信号電圧が低下する。触媒ビーズの大きさ又は面積Ａを減少させることにより、熱伝導による熱損失の影響を低減できる。

【００３２】

熱伝導率の影響に関連する重要な変数は、周囲の相対湿度（RH）である。表２の実験は、１０％から９０％に相対湿度（２５）が変化したときの空気中の触媒ビーズ出力の応答特性の大きさを示し、異なる外部表面積を有する触媒素子に対して、触媒素子の出力に対する百分率として表す。

【００３３】

【表２】

触媒素子	近似動作温度(℃)	近似外部表面積(mm ²)	相対湿度10%~90%の出力信号(実物の%)
A	500	0.3	-1
B	500	0.5	-3
C	500	0.6	-3.5
D	600	2.0	-6.5

【００３４】

予想の通り、相対湿度が上昇すると出力は減少する。約３００以上では、水の熱伝導率は空気の熱伝導率より大きい。更に、特に５００で動作する触媒素子中では、湿度の感

度は、外部表面積の増加と共に上昇することが判明した。

【 0 0 3 5 】

相対湿度感度に対するセンサの仕様は、 $\pm 3\%$ 程度が代表的である。相対湿度感度の標準規格は、例えば、ヨーロッパ標準規格EN50056/7及びカナダ標準規格CSA C22.2 No.152Mに記載される。触媒素子が十分に小さい外部表面積又は幾何学的表面積を有する場合、相対湿度の変化に対して補正しなくとも、センサは、許容できる程度に小さい相対湿度の応答特性を示す。本発明では、サーミスタネットワークは相対湿度の変化に対して応答せず又は補正しない。従って、本発明では、あらゆる大きさの触媒素子のセンサにもサーミスタネットワークを使用できるが、触媒素子は、約 0.5 mm^2 以下の外部表面積又は幾何学的表面積を有することが好ましい。触媒素子は、約 0.3 mm^2 以下の外部表面積又は幾何学的表面積を有することがより好ましい。本発明では、サーミスタネットワークは、触媒素子の外部表面積又は幾何学的表面積が 0.1 mm^2 以下であるマイクロセンサの使用に特に適することが多い。本発明への使用に適するマイクロセンサは、本発明の譲受人に譲渡された「超小型可燃性ガスセンサ及び超小型可燃性ガスセンサの製法」と称する米国特許第5,599,584号明細書に開示され、この内容を本明細書の一部として引用する。

10

【 0 0 3 6 】

相対的に小さい幾何学的表面積の触媒素子を有するセンサでは、高価な補償素子を使用せず、前記サーミスタネットワークを使用せず温度変化を補正できる。例えば、図4は、活性素子340と、周辺温度を計測するセンサ350と、処理回路360とを備える触媒ガスセンサ300を示す。最初に、活性素子340の出力信号は、周辺温度による変化の関数として特徴づけられる。この出力信号は、例えば、マイクロプロセッサ360の記憶装置に蓄積されたデータテーブルとして記録され又はマイクロプロセッサ360の記憶装置に蓄積されたアルゴリズムにより特徴づけられる。周辺温度のデータは、センサ350によりマイクロプロセッサ360に供給される。周辺温度のデータを使用して、処理装置360（又は別法では専用回路）は、活性素子340から受信する出力により、周辺温度の変化の影響を判断し補正できる。

20

【 0 0 3 7 】

前記実施の形態について本発明を詳述したが、実施の形態は単に説明の便宜に過ぎず、特許請求の範囲の記載により制限される場合を除き、本発明の趣旨から逸脱することなく、当業者により本発明の実施の形態を変更することが可能である。

30

【図面の簡単な説明】

【図1A】 現在入手可能な可燃性ガスセンサの断面図

【図1B】 図1Aに示す可燃性ガスセンサの計測回路を示す電気回路図

【図2A】 温度上昇と共にサーミスタの抵抗が増加するサーミスタネットワークを有する本発明によるセンサの計測回路の実施の形態を示す電気回路図

【図2B】 温度上昇と共にサーミスタの抵抗が増加するサーミスタネットワークを有する本発明によるセンサの計測回路の他の実施の形態を示す電気回路図

【図3A】 温度上昇と共にサーミスタの抵抗が減少するサーミスタネットワークを有する本発明によるセンサの計測回路の実施の形態を示す電気回路図

【図3B】 温度上昇と共にサーミスタの抵抗が減少するサーミスタネットワークを有する本発明のセンサの計測回路の他の実施の形態を示す電気回路図

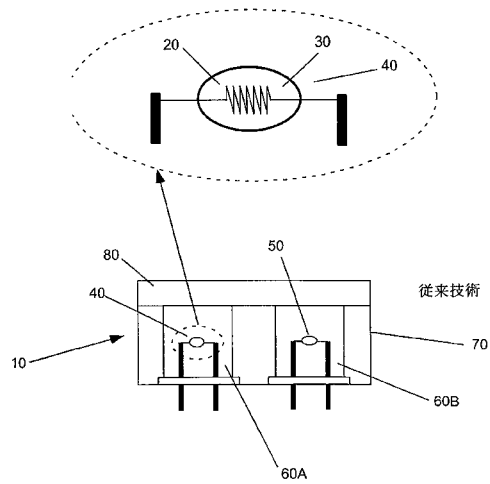
40

【図4】 本発明によるセンサの他の実施の形態を示す電気回路図

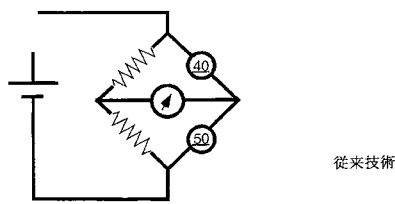
【符号の説明】

(100,100',200,200',300)・・・サーミスタネットワーク（補償装置）、(120,220,220')
 ・・・サーミスタ、(140,240,340)・・・活性素子、(360)・・・処理回路、(Rs,Rs',Rp,Rp')・・・抵抗、

【図 1 A】



【図 1 B】



【図 2 A】

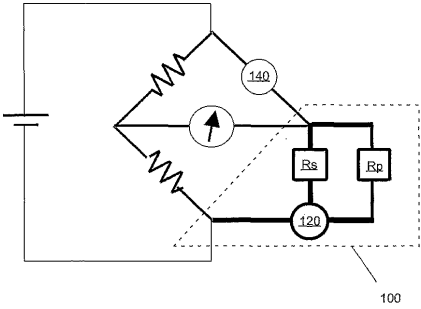


Figure 2A

【図 2 B】

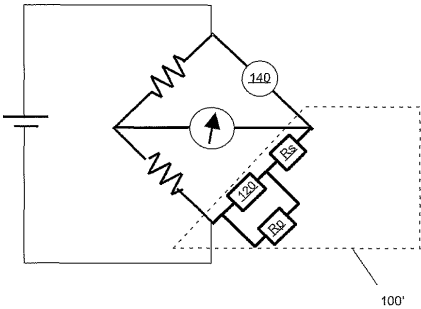


Figure 2B

【図 3 A】

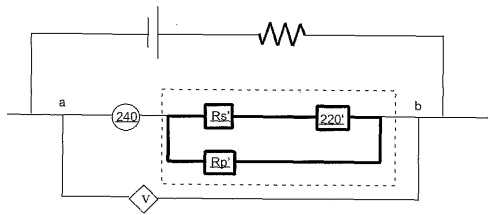


Figure 3A

【図 3 B】

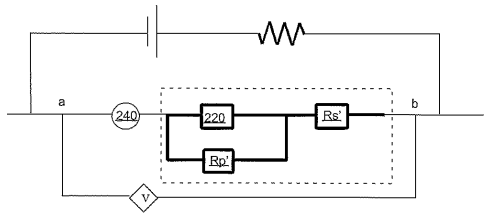


Figure 3B

【図 4】

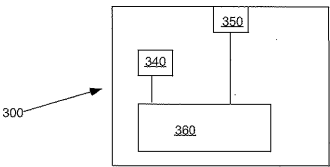


Figure 4

フロントページの続き

(72)発明者 ホート・セステ

アメリカ合衆国 1 6 0 6 6 ペンシルベニア州克蘭ベリー・タウンシップ、クリアーブルック・ドライブ 1 2 3

(72)発明者 シェフラー・タウナー・ビー

アメリカ合衆国 1 6 0 0 1 ペンシルベニア州ブトラー、ビーチ・ロード 2 2 1

審査官 中村 祐一

(56)参考文献 特開昭 5 9 - 0 4 9 6 9 4 (J P , A)

特開平 1 1 - 2 9 6 7 6 6 (J P , A)

特開平 0 7 - 1 2 0 4 2 5 (J P , A)

特開平 0 6 - 1 0 9 6 7 7 (J P , A)

特開平 0 5 - 2 3 2 0 5 5 (J P , A)

特開平 1 1 - 2 8 1 6 8 7 (J P , A)

特表平 0 5 - 5 0 1 9 1 7 (J P , A)

特開平 1 0 - 2 8 2 0 2 9 (J P , A)

特開昭 6 2 - 0 5 8 1 5 1 (J P , A)

特開平 0 8 - 0 7 5 6 9 1 (J P , A)

特開平 1 0 - 0 1 0 0 6 9 (J P , A)

特開平 0 8 - 2 7 7 4 2 9 (J P , A)

特開平 0 7 - 1 9 0 9 8 0 (J P , A)

特開昭 6 3 - 2 5 2 2 4 3 (J P , A)

実開昭 5 7 - 0 1 4 8 5 3 (J P , U)

実開昭 6 1 - 0 8 4 5 5 3 (J P , U)

特開平 0 2 - 3 0 4 3 4 2 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G01N27/00-27/24