

(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
2018年3月1日(01.03.2018)



(10) 国際公開番号

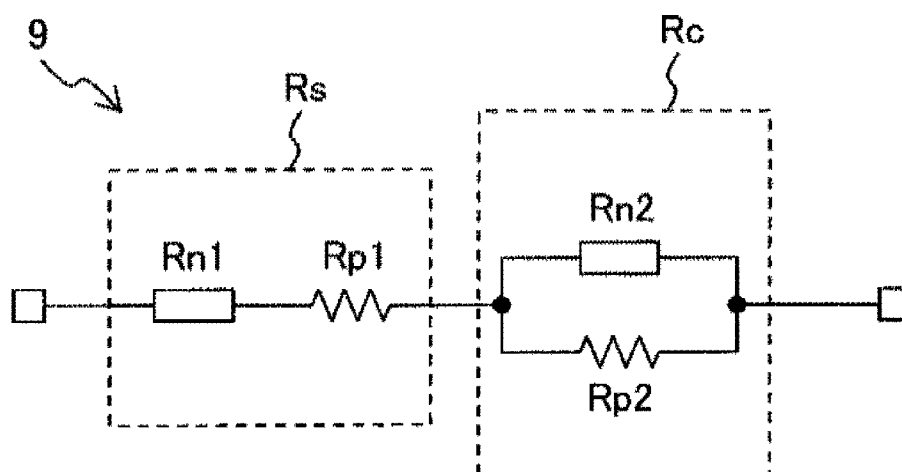
WO 2018/037719 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 27/18 (2006.01) *H01L 21/822* (2006.01)
G01F 1/68 (2006.01) *H01L 27/04* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/024425
- (22) 国際出願日: 2017年7月4日(04.07.2017)
- (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 2016-161626 2016年8月22日(22.08.2016) JP
- (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社(HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 中野 洋(NAKANO Hiroshi); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 松本 昌大(MATSUMOTO Masahiro); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 小野瀬 保夫(ONOSE Yasuo); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 星加 浩昭(HOSHIKA Hiroaki); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 戸田 裕二(TODA Yuji); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(54) Title: SENSOR DEVICE

(54) 発明の名称: センサ装置

図 5



(57) **Abstract:** The objective of the present invention is to provide a sensor device with which a variation in characteristics resulting from a variation in temperature can be reduced. This sensor device is provided with a detecting resistor having a resistance value which varies in accordance with a physical quantity, and a reference resistor 9 with which the detecting resistor is compared. The reference resistor 9 is configured by electrically connecting a first resistance circuit Rs in which a first resistive element Rn1 having a positive temperature coefficient of resistance and a second resistive element Rp1 having a negative temperature coefficient of resistance are electrically connected, and a second resistance circuit Rc in

(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, JO, 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, 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).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

which a third resistive element Rn2 having a positive temperature coefficient of resistance and a fourth resistive element Rp2 having a negative temperature coefficient of resistance are electrically connected. The first resistance circuit Rs is configured in such a way that the resultant resistance value thereof exhibits a first displacement to either the positive side or the negative side in response to a variation in temperature. The second resistance circuit Rc is configured in such a way that the resultant resistance value thereof exhibits a second displacement to the positive side or the negative side, being the opposite side to the first displacement, in response to a variation in temperature.

(57) 要約: 本発明の目的は、温度変化による特性変化を低減することができるセンサ装置を提供することにある。物理量に応じて抵抗値が変化する検出抵抗体と前記検出抵抗体と比較される基準抵抗 θ とを備えたセンサ装置において、基準抵抗 θ は、抵抗温度係数が正である第1抵抗素子Rn1と抵抗温度係数が負である第2抵抗素子Rp1とを電氣的に接続した第1抵抗回路Rsと、抵抗温度係数が正である第3抵抗素子Rn2と抵抗温度係数が負である第4抵抗素子Rp2とを電氣的に接続した第2抵抗回路Rcと、を電氣的に接続して構成され、第1抵抗回路Rsは、合成抵抗値が温度変化に対して正又は負のいずれかの側に第1のずれを生じるように構成され、第2抵抗回路Rcは、合成抵抗値が前記温度変化に対して、前記第1のずれが生じる正又は負のいずれかの側とは逆側に第2のずれを生じるように構成される。

明 細 書

発明の名称： センサ装置

技術分野

[0001] 本発明は、抵抗回路を備えたセンサ装置に係り、特に抵抗値の温度依存性を低減可能な抵抗回路を備えたセンサ装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、センサ装置の小型化の要求に対応するためにセンサ装置の集積化が進んでいる。例えば、自動車用の内燃機関に使われるセンサ装置においては、吸入空気の流量、湿度、圧力および温度などの環境パラメータの中から複数の環境パラメータを計測することができるようにした複合センサ装置が要求されている。これらの環境パラメータを計測する複数のセンサ素子とＬＳＩなどの回路部品とを一体化するためには、センサ素子および回路部品の小型化や部品数の削減が必要である。

[0003] さらにセンサ装置の一例として、センサ素子の駆動回路に基準抵抗を用いたブリッジ回路を用いたものがある。この基準抵抗は、温度による抵抗値変化が小さいことが求められる。従来は、基準抵抗として高精度な抵抗器を用いたり、抵抗トリミングなどにより抵抗器の抵抗値を調整したりしていたが、この場合、部品コストの増加や設置スペースの確保が課題になる。一方、チップ抵抗器の代替となる基準抵抗をＬＳＩに形成することにより部品数を削減することができる。しかし、ＬＳＩに形成できる抵抗素子は抵抗値の温度変化（以下、抵抗温度変化という）が大きいという問題がある。センサ素子の駆動回路の基準抵抗に抵抗温度変化があると、センサ装置の温度変化によって計測誤差が発生する。特に、センサ素子のブリッジ回路に使用する基準抵抗は、センサ素子の微少な抵抗変化をセンサ装置の温度変化によらず正確に検出するために、温度依存性を低減する必要がある。

[0004] 特開２０１５－５０５４９号公報（特許文献１）には、センサ装置に用いられる発振回路の発振周波数の温度依存性を低減する技術が開示されている

。このセンサ装置はセンサ信号を調整して出力する半導体チップを備え、半導体チップはA/Dコンバータ、デジタル演算手段およびD/Aコンバータへ発振周波数を付与する発振回路を備える。発振回路において発振周波数を制御する抵抗器は、正温度係数抵抗器と負温度係数抵抗器とを組み合わせで設けられる。具体的には、正温度係数を有する複数の半導体抵抗と負温度係数を有する複数のコンタクト抵抗とを組み合わせ、半導体抵抗およびコンタクト抵抗の使用個数および使用個数の比率を調整して抵抗器全体の温度特性をフラット化する（要約参照）。さらに具体的には、半導体抵抗およびコンタクト抵抗は直列接続、並列接続、或いは直列接続と並列接続とを組み合わせで、接続される（段落0022参照）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2015-50549号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 例えば内燃機関の吸気通路の環境パラメータ（物理量）を測定する気体センサ装置は、走行環境の変化やエンジン発熱により、センサ装置が置かれる環境の温度範囲が広く、 -40°C から $+125^{\circ}\text{C}$ においてセンサ性能を満たす必要がある。そのため、抵抗器の温度変化が大きくなり、広範囲の温度環境において抵抗温度変化の小さい抵抗器が必要になる。また、センサ素子の抵抗変化を検出するブリッジ回路の基準抵抗として用いる場合、微小な基準抵抗の抵抗変化が計測精度に影響を与えるため、抵抗温度変化の小さい抵抗器が必要になる。

[0007] 特許文献1の抵抗器は、正温度係数の抵抗材料からなる半導体抵抗と負温度係数の抵抗材料からなるコンタクト抵抗とを用いることで、半導体抵抗に生じる抵抗温度変化とコンタクト抵抗に生じる抵抗温度変化とを相殺している。この相殺効果を高めるためには半導体抵抗の抵抗値とコンタクト抵抗の

抵抗値が最適な比率になっている必要があり、特許文献 1 の抵抗器では、半導体抵抗の個数とコンタクト抵抗の個数との比率が温度特性をフラット化するように予め調整されている。

[0008] しかしながら、製造ばらつきにより各々の抵抗値にばらつきが生じるため半導体抵抗の抵抗値とコンタクト抵抗の抵抗値との比率は設計値通りの比率にならない。抵抗値の比率にばらつきが発生するとどちらかの抵抗の抵抗温度変化が強まり相殺効果が低下する。例えば、正の温度係数を持つ抵抗が設計値より高い抵抗値で製造された場合、全体の合成抵抗には正の温度係数が生じる。逆に、負の温度係数を持つ抵抗が設計値より高抵抗値で製造された場合、全体の合成抵抗には負の温度係数が生じる。

[0009] したがって、2 種の抵抗材料を組み合わせると 2 種の抵抗値バランスのばらつきによって、抵抗器の合成抵抗には正負ランダムな抵抗温度係数が生じる。そして、抵抗器に生じる抵抗温度係数は、センサ装置の特性を変化させ、センサ装置の計測精度に影響を与える。

[0010] 本発明の目的は、温度変化による特性変化を低減することができるセンサ装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0011] 上記目的を達成するために、本発明のセンサ装置は、

物理量に応じて抵抗値が変化する検出抵抗体と、前記検出抵抗体と比較される基準抵抗と、を備え、前記検出抵抗体の抵抗値の変化に基づいて前記物理量を計測するセンサ装置において、

前記基準抵抗は、抵抗温度係数が正である第 1 抵抗素子と抵抗温度係数が負である第 2 抵抗素子とを電氣的に接続した第 1 抵抗回路と、抵抗温度係数が正である第 3 抵抗素子と抵抗温度係数が負である第 4 抵抗素子とを電氣的に接続した第 2 抵抗回路と、を電氣的に接続して構成され、

前記第 1 抵抗回路は、合成抵抗値が温度変化に対して正又は負のいずれかの側に第 1 のずれを生じるように構成され、

前記第 2 抵抗回路は、合成抵抗値が前記温度変化に対して、前記第 1 のず

れが生じる正又は負のいずれかの側とは逆側に第2のずれを生じるように構成される。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、温度変化によるセンサ装置の特性変化を低減することができ、温度変化の影響を受け難い高精度なセンサ装置を提供することができる。上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の一実施例に係るセンサ素子の平面図である。

[図2]図1に図示されたセンサ素子の断面図である。

[図3]本発明の一実施例に係るセンサ素子の駆動回路図である。

[図4]本発明との比較例の構成を示す抵抗回路図である。

[図5]本発明の一実施例に係るセンサ装置の抵抗回路図である。

[図6]本発明の一実施例に係るセンサ装置の作用および効果を説明するための図である。

[図7]本発明の一実施例に係るセンサ装置の作用および効果を説明するための図である。

[図8]本発明の一実施例に係る抵抗回路の平面図である。

[図9]本発明の一実施例に係る抵抗回路の断面図である。

[図10]本発明の一実施例に係る抵抗回路の平面図である。

[図11]本発明の一実施例に係る抵抗回路の平面図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下で説明する実施例は、センサ装置の一例として自動車エンジンの吸気湿度を計測する気体濃度センサ装置に本発明を適用したものである。本実施例のセンサ装置の検出対象とする物理量（環境パラメータ）は気体の濃度変化であり、例えば水素濃度などの計測にも用いることができる。

[0015] 本実施例のセンサ装置が計測対象とする吸気湿度は、気体の濃度による気体の熱伝導率変化を検出することにより計測される。熱伝導率の変化はセン

サ素子に形成したヒータの放熱量変化から検出する。気体の濃度による気体の熱伝導率変化は微小であることから、ヒータの放熱量変化の検出およびヒータの温度制御において高精度な駆動回路が要求され、このようなセンサ装置においては本発明の構成による効果が高い。

[0016] [実施例 1]

図 1 に本実施例における気体濃度センサ装置のセンサ素子 1 の平面図を示す。

[0017] センサ素子 1 は、単結晶シリコンで形成された基板 2 を有している。基板 2 には、空洞部 5 が形成されており、空洞部 5 は薄膜支持体 6 によって覆われている。この薄膜支持体 6 には、検出ヒータ 3 と補償ヒータ 4 とが敷設される。補償ヒータ 4 は検出ヒータ 3 の周囲を取り巻くように配置されている。検出ヒータ 3 および補償ヒータ 4 は、薄膜支持体 6 の平面に沿って延在し、複数の折り返し部を有する抵抗パターンとして形成される。検出ヒータ 3 および補償ヒータ 4 は、駆動回路 30（図 3 参照）との接続のために基板 2 上に形成された電極 7 a、7 b、7 c および 7 d を備える。

[0018] 図 2 は、図 1 の II-II 断面を示す図である。

[0019] センサ素子 1 は単結晶シリコンで形成された基板 2 を備える。基板 2 は空洞部 5 を備える。薄膜支持体 6 は基板 2 の上面に積層される。薄膜支持体 6 は絶縁層 8 a、8 b から成り、これらの絶縁層 8 a と絶縁層 8 b との間に、検出ヒータ 3 および補償ヒータ 4 が介在するように設けられ、検出ヒータ 3 および補償ヒータ 4 は絶縁層 8 a、8 b に支持されている。

[0020] 図 2 を用いてセンサ素子 1 の動作について説明する。

[0021] 検出ヒータ 3 は、検出ヒータ 3 に流れる電流を制御することによって、温度 T_{h1} に保持される。また補償ヒータ 4 は、補償ヒータ 4 に流れる電流を制御することによって、温度 T_{h2} に保持される。例えば温度 T_{h1} は 500℃程度であり、温度 T_{h2} は 300℃程度である。センサ素子 1 が置かれる雰囲気中の気体濃度が変化すると気体の熱伝導率が変化し、検出ヒータ 3 の放熱量が変わる。この放熱量の変化から気体の濃度を検出する。

[0022] センサ素子 1 を設置する環境温度は自動車の走行環境やエンジンの運転状態に応じて変動するが、補償ヒータ 4 を用いて検出ヒータ 3 の周辺を環境温度よりも高い一定温度に保持することで、環境温度変化の影響を排除している。これにより、検出ヒータ 3 の放熱量の変化から湿度を直接検出することができる。

[0023] 検出ヒータ 3 および補償ヒータ 4 としては、高温において安定な材料（高い融点を有する材料）として、例えば、白金（Pt）、タンタル（Ta）、モリブデン（Mo）またはシリコン（Si）等が選定され、絶縁層 8 a, 8 b としては酸化シリコン（SiO₂）と窒化シリコン（Si₃N₄）が単層あるいは積層構成にて選定される。また、絶縁層 8 a, 8 b として、ポリイミドなどの樹脂材料やセラミックまたはガラスなどを単層あるいは積層構成にて選定することもできる。また、電極 7 a, 7 b, 7 c, 7 d としては、アルミニウム（Al）等が選定される。

[0024] センサ素子 1 は、フォトリソグラフィーを利用した半導体微細加工技術または異方性エッチング技術を用いて形成される。空洞部 5 は、単結晶シリコン基板 2 を異方性エッチングや等方性エッチングなどを用いて加工することにより形成される。

[0025] 図 3 は、本実施例における気体濃度センサ装置の駆動回路を示す。

[0026] 本実施例に係るセンサ装置は図 1 に示すセンサ素子 1 と図 3 に示す駆動回路 30 とを備えて構成される。駆動回路 30 は、検出ヒータ 3 を加熱制御するブリッジ回路 30 A と、補償ヒータ 4 を加熱制御するブリッジ回路 30 B とから成る。

[0027] 検出ヒータ 3 が含まれるブリッジ回路 30 A は、検出ヒータ 3 に基準抵抗 9 a を電氣的に直列に接続した直列回路（第 1 直列回路）と、抵抗 10 a と抵抗 11 a とを電氣的に直列に接続した直列回路（第 2 直列回路）から成る。検出ヒータ 3 と基準抵抗 9 a との接続部の電位（第 1 電位）と、抵抗 10 a と抵抗 11 a との接続部の電位（第 2 電位）とは差動増幅器 12 a に入力される。差動増幅器 12 a は、入力電圧の差（第 1 電位と第 2 電位との差電

圧)に応じた電圧、または電流を出力する。差動増幅器12aの出力はブリッジ回路30Aの検出ヒータ3と抵抗10aとの間に接続され、検出ヒータ3の加熱電流としてフィードバックされる。

[0028] 抵抗10aおよび抵抗11aの抵抗値は検出ヒータ3の抵抗値の10倍以上に設定する。これにより差動増幅器12aから供給される電流の多くは検出ヒータ3に流れ、検出ヒータ3を効率よく加熱することができる。

[0029] 検出ヒータ3は温度により抵抗値が変化するため、基準抵抗9aとの抵抗比が一定となるようにフィードバック制御することにより一定温度に保持することができる。

[0030] 補償ヒータ4が含まれるブリッジ回路30Bは、補償ヒータ4に基準抵抗9bを電氣的に直列に接続した直列回路(第3直列回路)と、抵抗10bと抵抗11bとを電氣的に直列に接続した直列回路(第4直列回路)から成る。補償ヒータ4と基準抵抗9bとの接続部の電位(第3電位)と、抵抗10ab抵抗11bとの接続部の電位(第4電位)とは差動増幅器12bに入力される。差動増幅器12bは、入力電圧の差(第3電位と第4電位との差電圧)に応じた電圧、または電流を出力する。差動増幅器12bの出力はブリッジ回路30Bの補償ヒータ4と抵抗10bとの間に接続され、補償ヒータ4の加熱電流としてフィードバックされる。

[0031] 抵抗10bおよび抵抗11bの抵抗値は補償ヒータ4の抵抗値の10倍以上に設定する。これにより差動増幅器12bから供給される電流の多くは補償ヒータ4に流れ、補償ヒータ4を効率よく加熱することができる。

[0032] 補償ヒータ4は温度により抵抗値が変化するため、基準抵抗9bとの抵抗比が一定となるようにフィードバック制御することにより一定温度に保持することができる。

[0033] 基準抵抗9a, 9b、抵抗10a, 10b、抵抗11a, 11bおよび差動増幅回路12a, 12bは、半導体チップに集積化して設ける。

[0034] 抵抗10aの抵抗値と抵抗11aの抵抗値との比は一定であることが必要である。また、抵抗10bの抵抗値と抵抗11bの抵抗値との比は一定であ

ることが必要である。このためには、抵抗 10 a と抵抗 11 a とは同一材料を用いて且つ同じプロセスで半導体チップに形成する。また、抵抗 10 b と抵抗 11 b とは同一材料を用いて且つ同じプロセスで半導体チップに形成する。こうすることで、抵抗 10 a, 11 a および抵抗 10 b, 11 b に抵抗温度変化が発生した場合においても、抵抗 10 a と抵抗 11 a との抵抗変化率は一致し、抵抗 10 b と抵抗 11 b との抵抗変化率は一致するため、抵抗 10 a の抵抗値と抵抗 11 a の抵抗値との比および抵抗 10 a の抵抗値と抵抗 11 a の抵抗値との比はそれぞれ一定に保たれる。

[0035] 駆動回路 30 は、基準抵抗 9 a の抵抗値と検出ヒータ 3 の加熱時（駆動時）の抵抗値との比が一定となるように動作している。そうすると、基準抵抗 9 a の抵抗値が環境温度により変動すると、基準抵抗 9 a との抵抗比が一定となるように検出ヒータ 3 の温度が変化する。検出ヒータ 3 の温度が変化すると加熱電力が変化し計測誤差が生じる。また、基準抵抗 9 b の抵抗値と補償ヒータ 4 の加熱時（駆動時）の抵抗値との比が一定となるように動作することから、基準抵抗 9 b の抵抗値が環境温度により変動すると、基準抵抗 9 b との抵抗比が一定となるように補償ヒータ 4 の温度が変化する。したがって、基準抵抗 9 a, 9 b は環境温度による抵抗温度変化が小さいことが求められる。

[0036] 図 4 に本発明との比較例における抵抗回路の構成を示す。

[0037] 図 4 の比較例においては、基準抵抗 9 a, 9 b を半導体チップに形成する場合、抵抗温度係数が正の抵抗材料からなる抵抗 R_p と負の抵抗材料からなる抵抗 R_n とを直列回路を成すように接続して形成する。抵抗 R_p の抵抗温度係数を α_p 、抵抗 R_n の抵抗温度係数を $-\alpha_n$ とすると、抵抗 R_n と抵抗 R_p との合成抵抗 R_s は、

$$\begin{aligned} R_s &= R_p (1 + \alpha_p \cdot T) + R_n (1 - \alpha_n \cdot T) \\ &= (R_p + R_n) (1 + (R_p \alpha_p - R_n \alpha_n) / (R_p + R_n) \cdot T) \end{aligned} \quad (1)$$

となる。式 (1) において温度 T の係数をゼロにするためには、

$$R_p / R_n = \alpha_n / \alpha_p \quad (2)$$

となり、抵抗 R_p と抵抗 R_n との比を抵抗温度係数 α_n 、 α_p に合わせて適切に設計することによって温度依存性を相殺する効果が得られる。

[0038] しかし、抵抗 R_p と抵抗 R_n とは異なる材料で形成されるため、製造プロセスも異なり抵抗 R_p の抵抗値(R_p)と抵抗 R_n の抵抗値(R_n)とは互いに無関係なばらつきが発生する。したがって、抵抗比 R_p / R_n のばらつきに応じた抵抗温度係数が生じる。

[0039] この課題に対して、本実施例では以下の抵抗回路を備える。

[0040] 図5に本発明を適用した基準抵抗としての抵抗回路を示す。

[0041] 本発明の抵抗回路9は、抵抗温度係数が正の抵抗(第2抵抗素子) R_{p1} と負の抵抗(第1抵抗素子) R_{n1} からなる直列回路(第1抵抗回路) R_s と、抵抗温度係数が正の抵抗(第4抵抗素子) R_{p2} と負の抵抗(第3抵抗素子) R_{n2} からなる並列回路(第2抵抗回路) R_c とを備え、基準抵抗9a、9bを構成する。

[0042] 抵抗 R_{p1} と抵抗 R_{p2} とは同一の抵抗材料を用いて且つ同じプロセスで形成する。また、抵抗 R_{n1} と抵抗 R_{n2} とは同一の抵抗材料を用いて且つ同じプロセスで形成する。つまり、抵抗温度係数が正の抵抗薄膜をエッチングすることにより抵抗 R_{p1} と抵抗 R_{p2} とを同時にパターンニングし形成する。抵抗薄膜の膜厚に製造ばらつきが生じると、抵抗 R_{p1} の抵抗値と抵抗 R_{p2} の抵抗値とは同時にばらつき、抵抗 R_{p1} の抵抗値と抵抗 R_{p2} の抵抗値との比(抵抗比)は保持される。抵抗 R_{n1} と抵抗 R_{n2} についても同様に、抵抗温度係数が負となる抵抗薄膜をエッチングすることにより同時に形成される。

[0043] すなわち本実施例では、抵抗 R_{p1} と抵抗 R_{p2} とは積み重なった複数層の中の同じ層の膜に同じプロセスで形成される。また抵抗 R_{n1} と抵抗 R_{n2} とは積み重なった複数層の中の同じ層の膜に同じプロセスで形成される。

[0044] 抵抗 R_{p1} 、 R_{p2} の抵抗温度係数を α_p 、抵抗 R_{n1} 、 R_{n2} の抵抗温度係数を $-\alpha_n$ とすると、抵抗回路9における抵抗 R_{n1} と抵抗 R_{p1} との

直列回路の合成抵抗 R_s は、

$$R_s = R_{n1} (1 + \alpha_n \cdot T) + R_{p1} (1 - \alpha_p \cdot T) \quad (3)$$

となる。また、抵抗回路 9 における抵抗 R_{n2} と抵抗 R_{p2} との並列回路の合成抵抗 R_c は、

$$R_c = 1 / (1 / (R_{n1} (1 + \alpha_n \cdot T)) + 1 / (R_{p1} (1 - \alpha_p \cdot T))) \quad (4)$$

となる。本実施例の抵抗回路 9 は上記の直列回路 R_s と並列回路 R_c とを接続したものである。

[0045] 以下、本実施例の抵抗回路 9 の作用および効果を説明する。

[0046] 図 6 に、直列回路部の合成抵抗 R_s において、抵抗 R_{n1} と抵抗 R_{p1} との抵抗比にばらつきが生じたときの温度特性を示す。ここで、抵抗 R_{n1} の抵抗温度係数 α_n と R_{p1} の抵抗温度係数 α_p とは絶対値が等しく符号の正負が異なる特性の抵抗材を用いた例を示す。

[0047] 図 6 に示すように、抵抗 R_{p1} と抵抗 R_{n1} との抵抗比が、設計値通りの 1 : 1 である場合、抵抗 R_{n1} の抵抗温度変化と抵抗 R_{p1} の抵抗温度変化とが互いに相殺し、温度に対してフラットな特性となる。次に、製造ばらつきにより R_{p1} が 1.2 倍となった場合、全体の合成抵抗 R_s はプラスにシフトすると同時に、温度に対する相殺効果が崩れ、温度変化によって ΔR_s の抵抗増加が生じる。

[0048] 図 7 に、並列回路部の合成抵抗 R_c において、抵抗 R_{n2} と抵抗 R_{p2} との抵抗比にばらつきが生じたときの温度特性を示す。ここで、同様に抵抗 R_{n2} の抵抗温度係数 α_n と抵抗 R_{p2} の抵抗温度係数 α_p とは絶対値が等しく符号の正負が異なる特性の抵抗材を用いた例を示す。

[0049] 図 7 に示すように、抵抗 R_{p2} と抵抗 R_{n2} との抵抗比が、設計値通りの 1 : 1 である場合、抵抗 R_{n2} の抵抗温度変化と抵抗 R_{p2} の抵抗温度変化とが互いに相殺し、温度に対してフラットな特性となる。次に、製造ばらつきにより抵抗 R_{p2} が 1.2 倍となった場合、全体の合成抵抗 R_c がプラスにシフトすると同時に、温度に対する相殺効果が崩れ、温度変化によって ΔR_c の抵抗減少が生じる。

[0050] 図6に示した直列回路 R_s と図7で示した並列回路 R_c とは、抵抗温度係数が正の材料(R_{p1} 、 R_{p2})の高抵抗化により発生する温度依存性が正負で異なる。直列回路 R_s では、2つの抵抗のうち高抵抗側の抵抗の温度依存性が現れるため、 R_{p1} が高抵抗になると正の抵抗温度変化が生じる。一方、並列回路 R_c では、2つの抵抗のうち低抵抗側の抵抗の温度依存性が現れるため、逆に負の抵抗温度変化が生じる。このため、直列回路 R_s と並列回路 R_c とは、温度変化が生じた場合の合成抵抗 R_s 、 R_c の温度依存性が正負で異なる。

[0051] 直列回路 R_s の合成抵抗値(R_s)と並列回路 R_c の合成抵抗値(R_c)とを電氣的に直列に接続すると、直列回路 R_s の抵抗増加と並列回路 R_c の抵抗減少とが互いに相殺する効果が得られる。

[0052] 上記の例では抵抗 R_{n1} 、 R_{n2} の抵抗温度係数 α_n の絶対値と、抵抗 R_{p1} 、 R_{p2} の抵抗温度係数 α_p の絶対値とが同一の材料を用いた場合について説明したが、抵抗温度係数 α_n の絶対値と抵抗温度係数 α_p の絶対値とが異なる場合は適宜、抵抗 R_{n1} と抵抗 R_{p1} との抵抗比を調整すればよく、抵抗温度係数 α_n の絶対値と抵抗温度係数 α_p の絶対値とは同一である必要はない。

[0053] 好ましくは、直列回路 R_s の合成抵抗値(R_s)と並列回路 R_c の合成抵抗値(R_c)とは、ほぼ同等の抵抗値($R_s = R_c$)となるように設計すれば、図6および図7に示した ΔR_s と ΔR_c とがより一致するため、抵抗ばらつきにより発生する抵抗温度変化の相殺効果が高まる。

[0054] すなわち、直列回路 R_s の合成抵抗値(R_s)と並列抵抗 R_c の合成抵抗値(R_c)とが実質的に同じである。ここで、合成抵抗値 R_s と合成抵抗値 R_c とが加工のばらつき等による誤差や、本発明の目的を達成可能な範囲で故意に設けられた各抵抗値 R_s 、 R_c の差を含む場合は、合成抵抗値(R_s)と合成抵抗値(R_c)とは実質的に同じであるとみなされる。

[0055] 図8および図9に本実施例の抵抗回路9の具体的構造を示す。図8は平面構造、図9は断面構造を示す。

[0056] 抵抗温度係数が負の多結晶シリコン R_{n1} と抵抗温度係数が正の多結晶シリコン R_{p1} とからなる直列回路 R_s と、抵抗温度係数が負の多結晶シリコン R_{n2} と抵抗温度係数が正の多結晶シリコン R_{p1} とからなる並列回路 R_c とを電氣的に直列に接続した構成である。各々の抵抗はアルミ配線 AL とコンタクト $Cont$ により接続している。多結晶シリコンの抵抗温度係数は不純物濃度により正負が決定する。

[0057] 図9の断面構造に示すように、抵抗 R_{n1} と抵抗 R_{n2} とは同一層に同一プロセスで形成される。また、抵抗 R_{p1} と抵抗 R_{p2} についても同一層に同一プロセスで形成される。抵抗 R_{n1} と抵抗 R_{p1} あるいは抵抗 R_{n2} と抵抗 R_{p2} は、異なる抵抗温度係数であるため異なるプロセスで形成される。図中では抵抗 R_{n1} と抵抗 R_{p1} とは同一層に形成されているが、異なる層に形成されることもある。また抵抗 R_{n2} と抵抗 R_{p2} とは同一層に形成されているが、異なる層に形成されることもある。

[0058] また、上記の抵抗材料としては、多結晶シリコンのほか、シリコン基板に不純物をドーピングした拡散抵抗を用いることができる。シリコン基板に不純物をドーピングした拡散抵抗としては、シリサイド抵抗または金属抵抗を用いることもできる。多結晶シリコンはこれらの抵抗材料に比べて抵抗率のばらつきが小さい。したがって、抵抗 R_{n1} と抵抗 R_{n2} との抵抗比、抵抗 R_{p1} と抵抗 R_{p2} との抵抗比をより一致させることができ、本発明の効果を高めることができる。

[0059] [実施例2]

本発明に係るセンサ素子の基準抵抗の他の実施例を説明する。

[0060] 自動車エンジンなどの過酷な環境で使用されるセンサ装置1には、温度変化に加えて機械的な歪の影響を低減する必要がある。駆動回路9を形成した半導体チップに歪が加わると半導体チップに形成した抵抗にピエゾ効果による抵抗変化（以下、ピエゾ抵抗変化という）が生じる。このような機械的歪は半導体チップの温度による膨張および熱収縮のほか、半導体チップを設置した支持材の膨張および収縮によっても発生する。したがって、センサ装置

1 が使用される環境温度が変化すると、抵抗温度変化に加えてピエゾ抵抗変化が発生する。

[0061] 半導体のピエゾ抵抗係数はシリコンの導電型によって正負異なる。例えば、不純物としてリンをドーピングしたN型シリコンでは、抵抗に流れる電流方向に沿って引っ張りを加えると抵抗値が減少する。不純物としてボロンをドーピングしたP型シリコンでは、逆に抵抗値が増加する。したがって、基準抵抗器の歪による抵抗変化は、導電型の異なるシリコン材料を複合することによって低減できる。

[0062] 図10に、上記のピエゾ抵抗変化を低減した基準抵抗の具体例を示す。

[0063] 抵抗 R_{n1} 、 R_{n2} はN型多結晶シリコンを用い、抵抗 R_{p1} 、 R_{p2} はP型多結晶シリコンを用いている。それ以外の構成は、実施例1と同様に構成される。

[0064] 抵抗に流れる電流方向に沿った応力 σ_L が加わると、直列回路（第1抵抗回路） R_s を構成する抵抗 R_{n1} および抵抗 R_{p1} においては、抵抗 R_{n1} の抵抗値は減少し、抵抗 R_{p1} の抵抗値は増加する。また並列回路（第2抵抗回路） R_c を構成する抵抗 R_{n2} および抵抗 R_{p2} においては、抵抗 R_{n2} の抵抗値は減少し、抵抗 R_{p2} の抵抗値は増加する。

[0065] 抵抗に流れる電流方向に交差する応力 σ_T が加わると、直列回路 R_s を構成する抵抗 R_{n1} および抵抗 R_{p1} においては、抵抗 R_{n1} の抵抗値は増加し、抵抗 R_{p1} の抵抗値は減少する。また並列回路 R_c を構成する抵抗 R_{n2} および抵抗 R_{p2} においては、抵抗 R_{n2} の抵抗値は増加し、抵抗 R_{p2} の抵抗値は減少する。

[0066] 上述した構成では、導電型の異なる抵抗を複合させることで、応力 σ_L または応力 σ_T が加わった場合に、抵抗 R_{n1} のピエゾ抵抗変化と抵抗 R_{p1} のピエゾ抵抗変化とが互いの抵抗変化を打ち消すように働くと共に、抵抗 R_{n2} のピエゾ抵抗変化と抵抗 R_{p2} のピエゾ抵抗変化とが互いの抵抗変化を打ち消すように働く。従って本実施例では、応力 σ_L および応力 σ_T によるピエゾ抵抗変化による影響を抑制して、抵抗回路9の合成抵抗値の変化を抑

制する。

[0067] また本実施例の抵抗回路 9 は、実施例 1 と同様に直列回路 R_s および並列回路 R_c を有し、実施例 1 と同様な作用効果を有する。

[0068] [実施例 3]

図 11 に、ピエゾ抵抗変化を低減した基準抵抗のその他の具体例を示す。

[0069] 抵抗 R_{n1} , R_{n2} , R_{p1} , R_{p2} はすべて同じ導電型の N 型多結晶シリコンを用いている。また、直列回路 R_s を構成する抵抗 R_{n1} , R_{p1} に流れる電流の方向 (y 方向) と並列回路 R_c を構成する抵抗 R_{n2} , R_{p2} に流れる電流の方向 (x 方向) とは、互いに直交する方向を向くようにパターンニングしている。それ以外の構成は、実施例 1 および実施例 2 と同様に構成される。

[0070] 上記構造において、図中の x 方向に応力が加わると、抵抗 R_{n1} , R_{p1} の抵抗値は増加し、抵抗 R_{n2} , R_{p2} の抵抗値は減少する。このように同じ導電型の抵抗 R_{n1} , R_{p1} と抵抗 R_{n2} , R_{p2} とを電流の向きが直交するように配置することで、抵抗 R_{n1} , R_{p1} と抵抗 R_{n2} , R_{p2} とは互いの抵抗変化を打ち消すように働く。

[0071] このために本実施例では、直列回路 R_s を構成する抵抗 R_{n1} および抵抗 R_{p1} の配置が、実施例 1 および実施例 2 と異なっている。すなわち抵抗 R_{n1} と抵抗 R_{p1} と接続する配線 13 が折り返され、抵抗 R_{n1} に流れる電流の方向と抵抗 R_{p1} に流れる電流の方向とは平行で且つ 180 度向きが異なる。

[0072] すなわち本実施例では、第 1 抵抗回路 R_s を構成する第 1 抵抗素子 R_{n1} 及び第 2 抵抗素子 R_{n2} に流れる電流の方向と第 2 抵抗回路 R_c を構成する第 3 抵抗素子 R_{n2} 及び第 4 抵抗素子 R_{p2} に流れる電流の方向とが直交するように、第 1 抵抗素子 R_{n1} 、第 2 抵抗素子 R_{p1} 、第 3 抵抗素子 R_{n2} 及び第 4 抵抗素子 R_{p2} が配置される。

[0073] なお実施例 1 では、抵抗 R_{n1} と抵抗 R_{p1} と接続する配線 13 (図 8 参照) が直線状に形成されているが、ピエゾ抵抗変化を無視できる場合に、図

8に示す配線13を図11に示すように折り返した構成にしてもよい。

[0074] 上記のように、基準抵抗を構成する抵抗体 R_{n1} 、 R_{p1} 、 R_{n2} 、 R_{p2} を、導電型の異なる抵抗（N型の抵抗） R_{n1} 、 R_{n2} と抵抗（P型の抵抗） R_{p1} 、 R_{p2} とを組み合わせる構成や、同じ導電型の抵抗 R_{n1} 、 R_{p1} と抵抗 R_{n2} 、 R_{p2} とを、流れる電流の向きが90度異なるように組み合わせる構成によって、環境温度の変化により生じる歪による基準抵抗の変化を低減することができる。

[0075] 上述した各実施例では、直列抵抗 R_s （ R_{n1} 、 R_{p1} ）と並列抵抗 R_c （ R_{n2} 、 R_{p2} ）とを直列に接続した構成を示したが、これらを並列に接続した構成でも同様の効果が得られる。

[0076] なお、本発明は上記した各実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

符号の説明

[0077] 1…センサ素子、2…基板、3…検出ヒータ、4…補償ヒータ、5…空洞部、6…薄膜支持体、7a～7d…電極、8a、8b…絶縁層、9a、9b…基準抵抗、10a、10b…抵抗、11a、11b…抵抗、12a、12b…差動増幅器、13…配線、30…駆動回路、30A…検出ヒータ3が含まれるブリッジ回路、30B…補償ヒータ4が含まれるブリッジ回路、 R_c …並列回路、 R_{n1} 、 R_{p1} …直列回路 R_s を構成する抵抗体、 R_{n2} 、 R_{p2} …並列回路 R_c を構成する抵抗体、 R_s …直列回路。

請求の範囲

- [請求項1] 物理量に応じて抵抗値が変化する検出抵抗体と、前記検出抵抗体と比較される基準抵抗と、を備え、前記検出抵抗体の抵抗値の変化に基づいて前記物理量を計測するセンサ装置において、
- 前記基準抵抗は、抵抗温度係数が正である第1抵抗素子と抵抗温度係数が負である第2抵抗素子とを電氣的に接続した第1抵抗回路と、抵抗温度係数が正である第3抵抗素子と抵抗温度係数が負である第4抵抗素子とを電氣的に接続した第2抵抗回路と、を電氣的に接続して構成され、
- 前記第1抵抗回路は、合成抵抗値が温度変化に対して正又は負のいずれかの側に第1のずれを生じるように構成され、
- 前記第2抵抗回路は、合成抵抗値が前記温度変化に対して、前記第1のずれが生じる正又は負のいずれかの側とは逆側に第2のずれを生じるように構成されることを特徴とするセンサ装置。
- [請求項2] 請求項1に記載のセンサ装置において、
- 前記第1抵抗回路は、前記第1抵抗素子と前記第2抵抗素子とが直列に接続された直列回路で構成され、
- 前記第2抵抗回路は、前記第3抵抗素子と前記第4抵抗素子とが並列に接続された並列回路で構成されることを特徴とするセンサ装置。
- [請求項3] 請求項2に記載のセンサ装置において、
- 前記第1抵抗素子と前記第3抵抗素子とは、同一層の多結晶シリコン膜により形成され、
- 前記第2抵抗素子と前記第4抵抗素子とは、同一層の多結晶シリコン膜により形成されることを特徴とするセンサ装置。
- [請求項4] 請求項3に記載のセンサ装置において、
- 前記基準抵抗は、前記直列回路の合成抵抗値と前記並列回路の合成抵抗値とが実質的に同じであることを特徴とするセンサ装置。
- [請求項5] 請求項3に記載のセンサ装置において、

前記第 1 抵抗素子と前記第 3 抵抗素子とは、同一の導電型となる不純物をドーピングした多結晶シリコンであり、

前記第 3 抵抗素子と前記第 4 抵抗素子とは、前記 1 抵抗素子及び前記第 2 抵抗素子と異なる導電型の不純物をドーピングした多結晶シリコンであることを特徴とするセンサ装置。

[請求項 6]

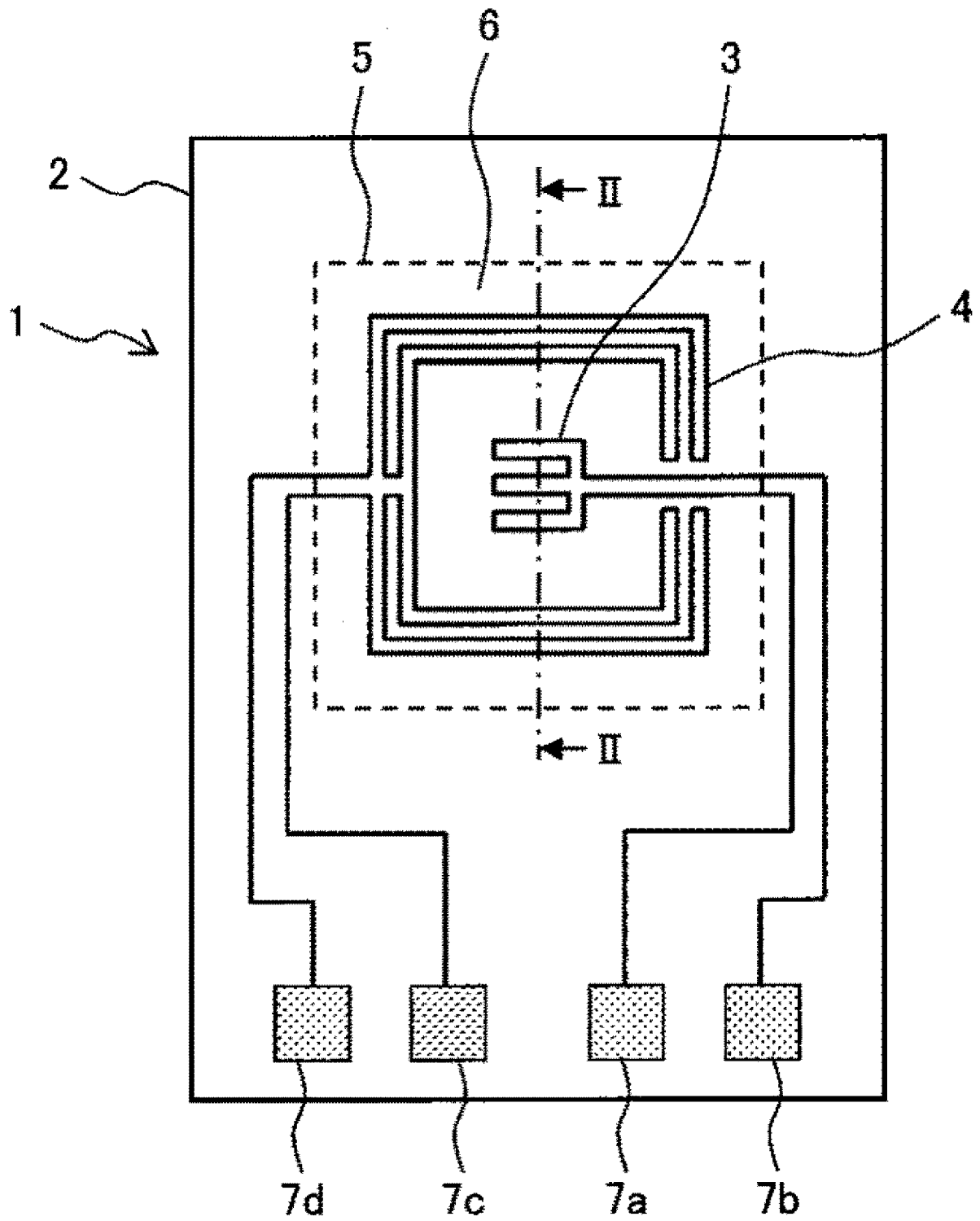
請求項 3 に記載のセンサ装置において、

前記第 1 抵抗素子、前記第 2 抵抗素子、前記第 3 抵抗素子及び前記第 4 抵抗素子は、同一の導電型となる不純物をドーピングした多結晶シリコンであり、

前記第 1 抵抗回路を構成する前記第 1 抵抗素子及び前記第 2 抵抗素子に流れる電流の方向と前記第 2 抵抗回路を構成する前記第 3 抵抗素子及び前記第 4 抵抗素子に流れる電流の方向とが直交するように、前記第 1 抵抗素子、前記第 2 抵抗素子、前記第 3 抵抗素子及び前記第 4 抵抗素子が配置されることを特徴とするセンサ装置。

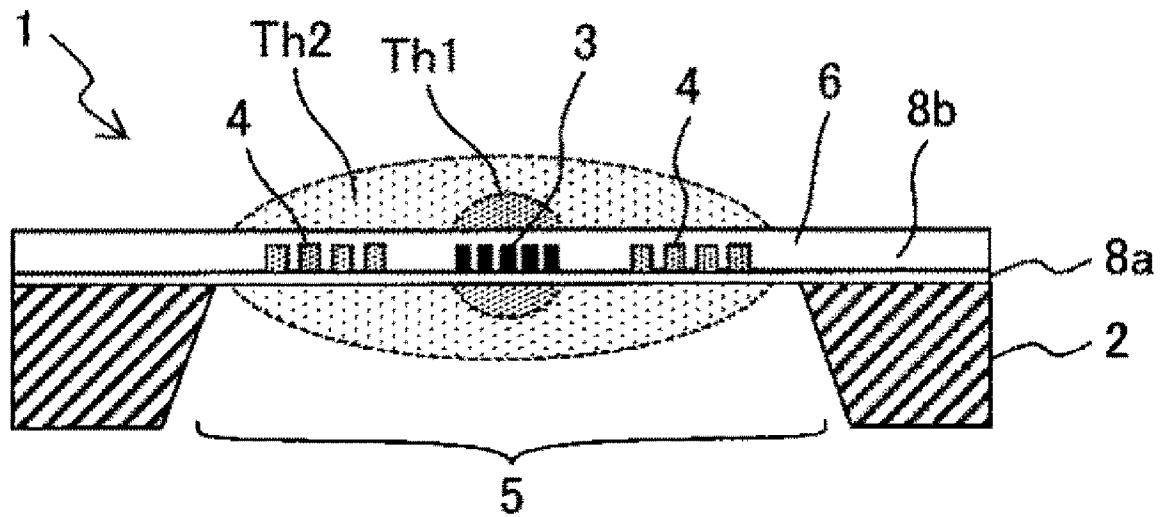
[図1]

図 1



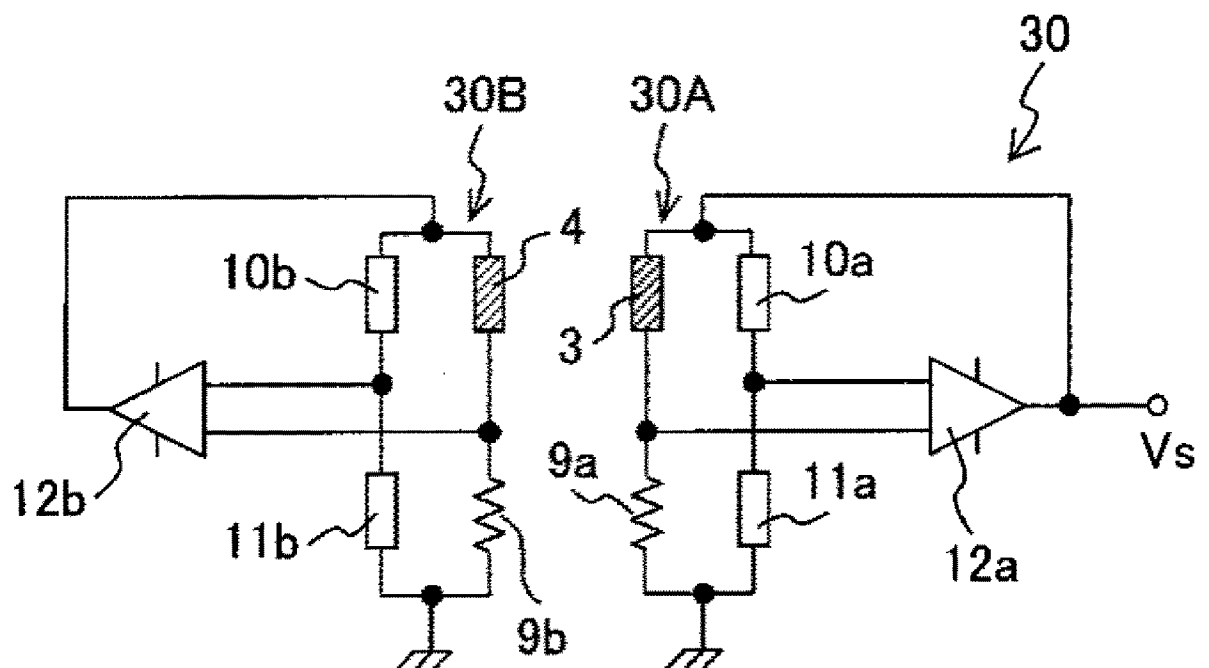
[図2]

図 2



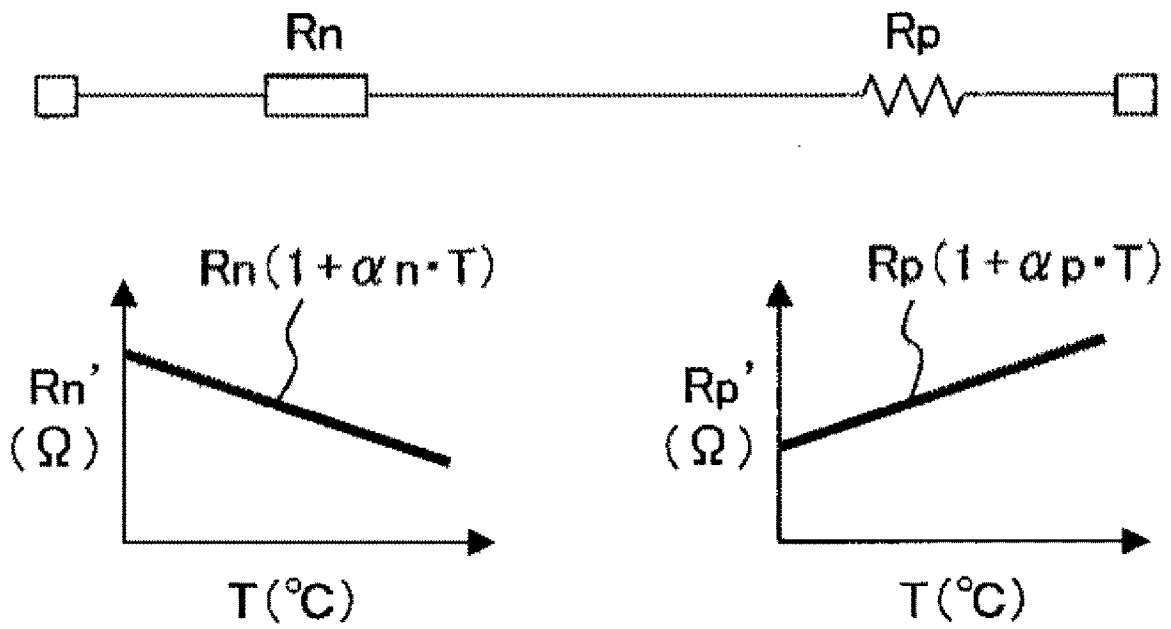
[図3]

図 3



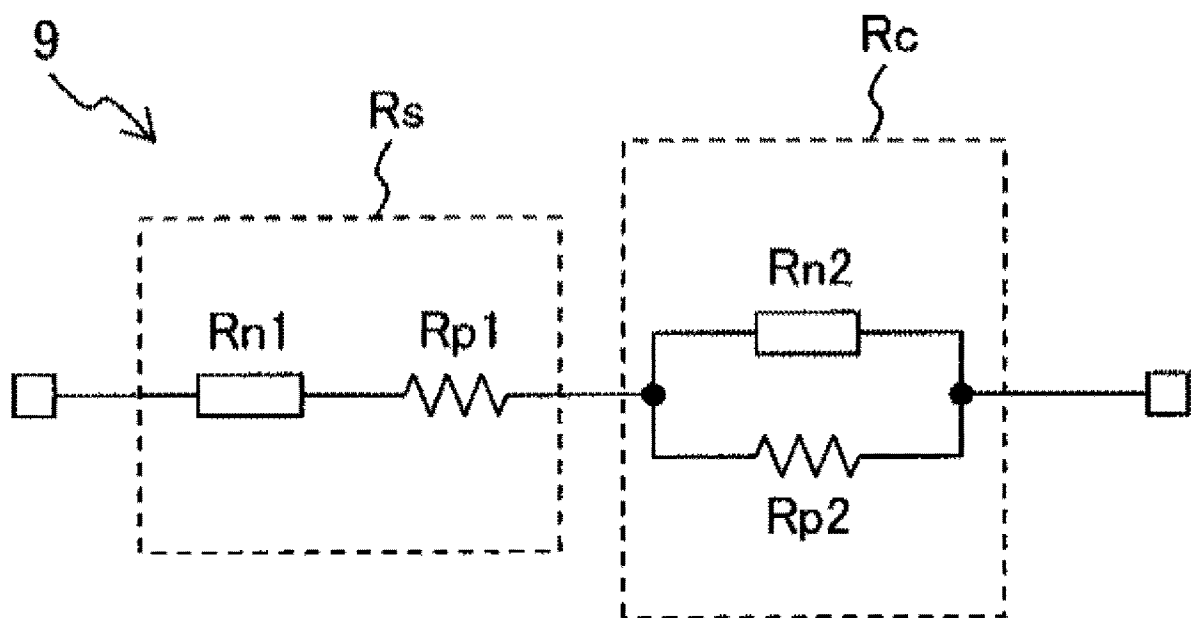
[図4]

図 4



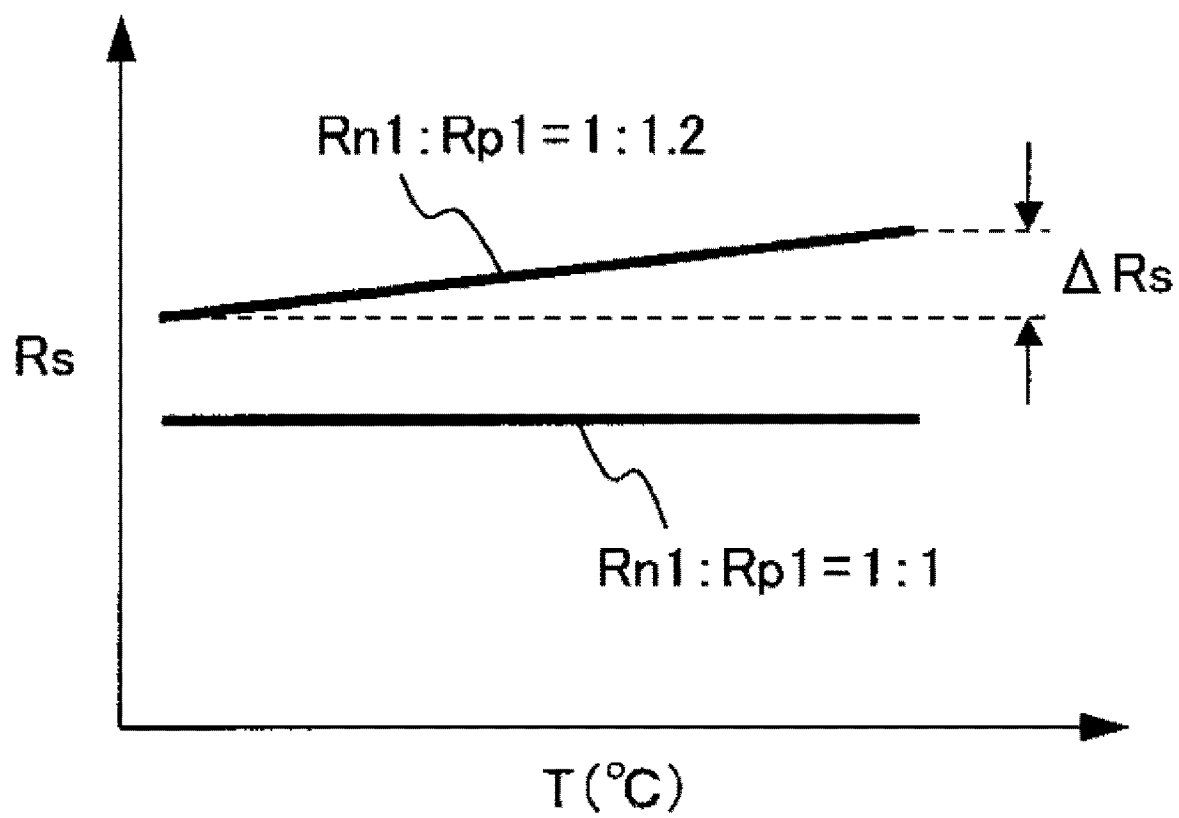
[図5]

図 5



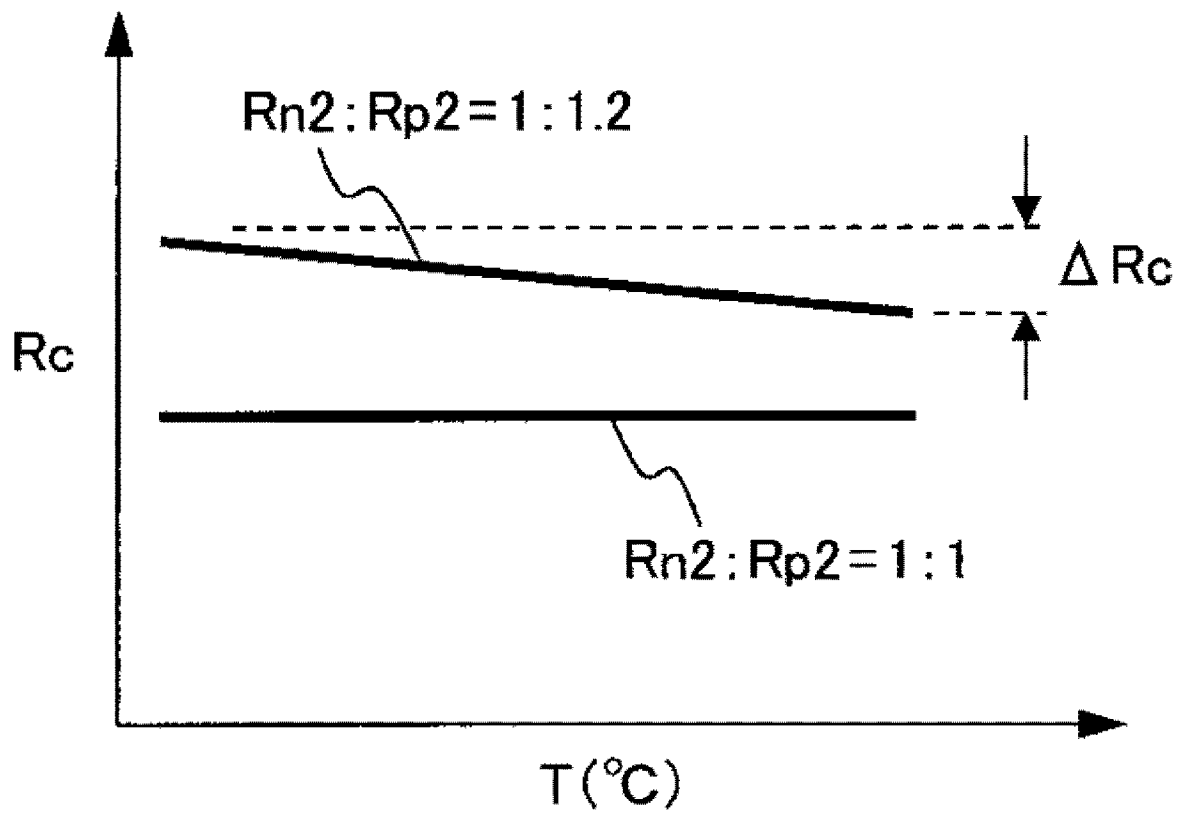
[図6]

図 6



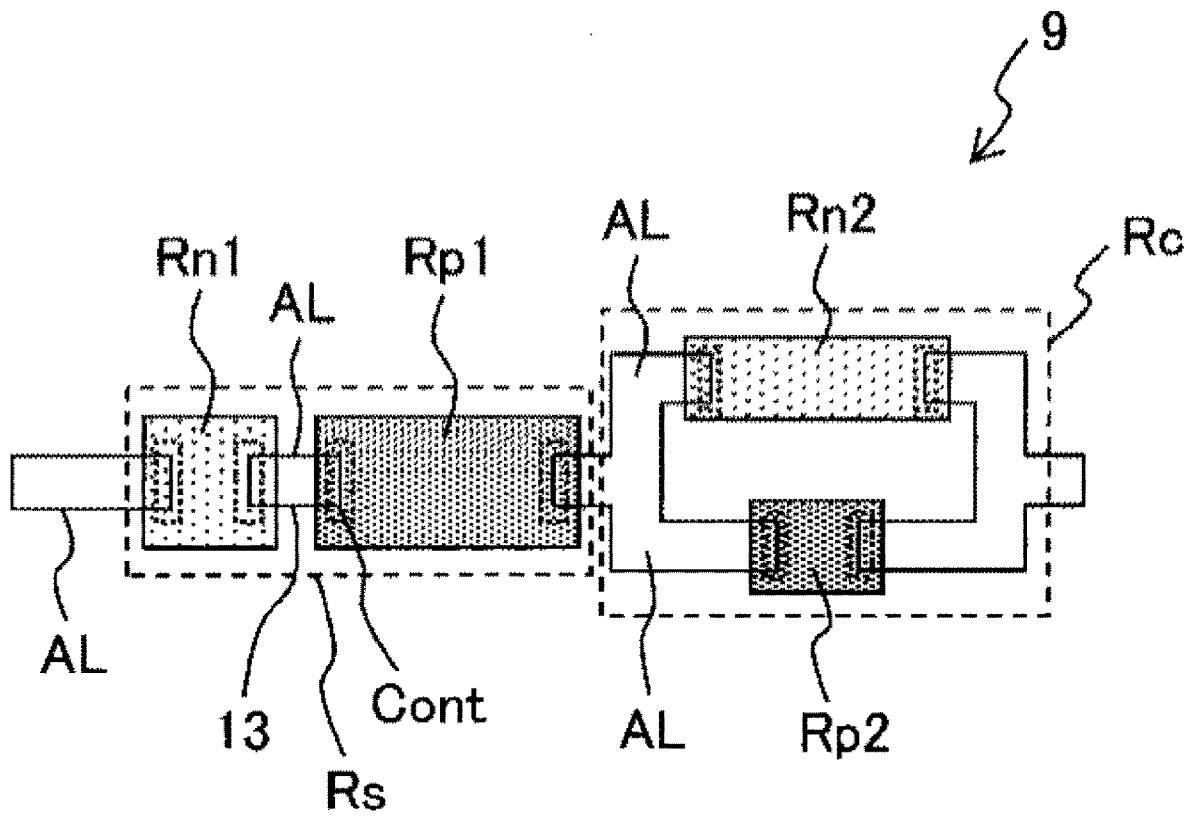
[図7]

図 7



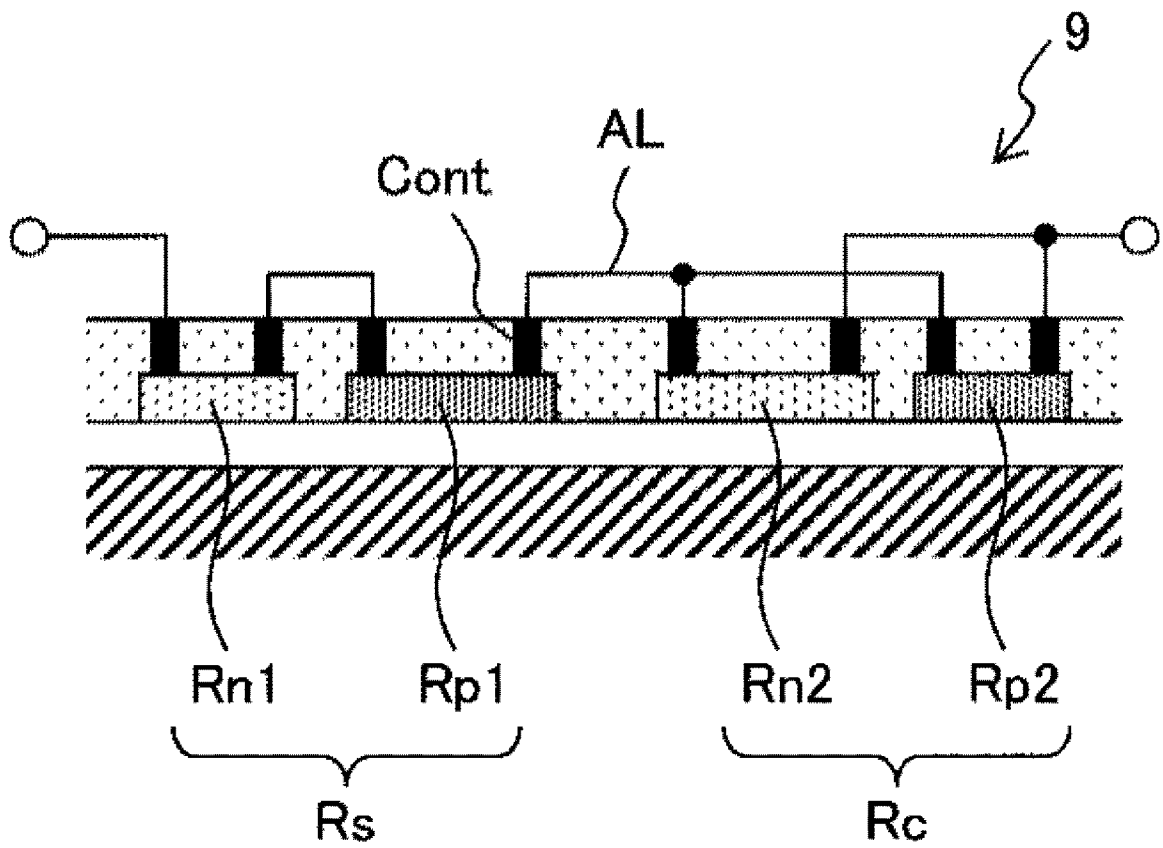
[図8]

図 8



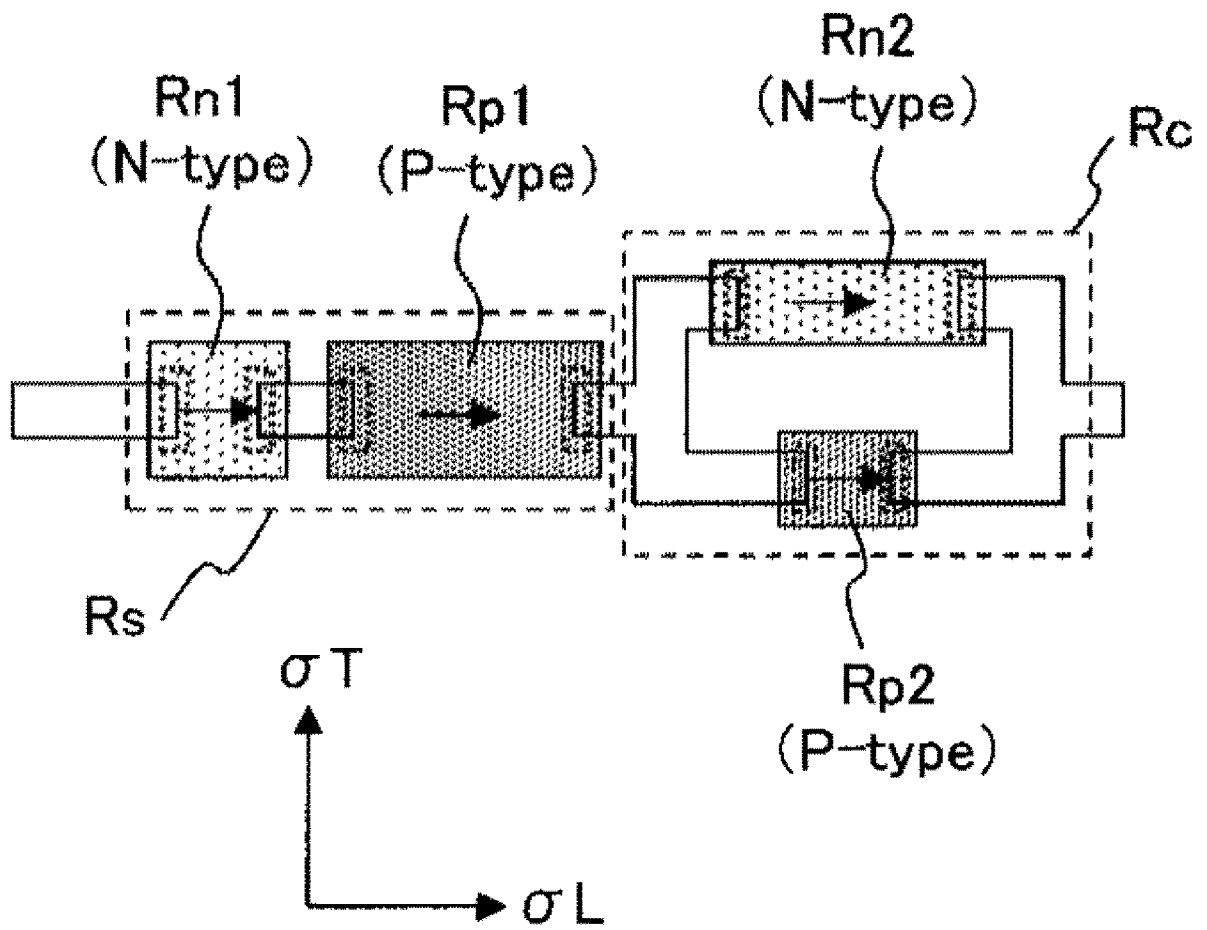
[図9]

図 9



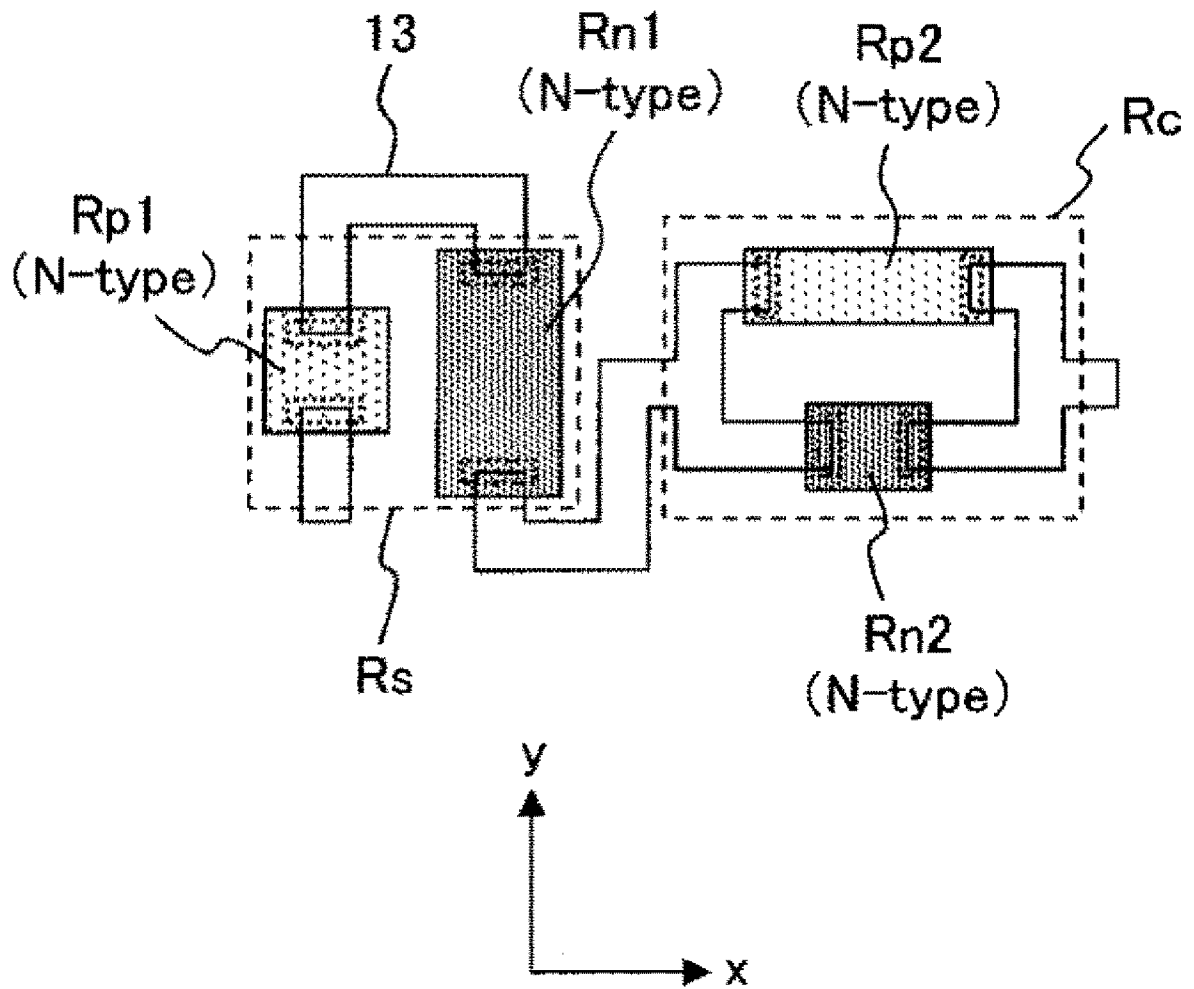
[図10]

図 10



[図11]

図 11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/024425

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N27/18(2006.01)i, G01F1/68(2006.01)i, H01L21/822(2006.01)i, H01L27/04(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)

G01N27/00-27/10, G01N27/14-24, G01F1/68, H01L27/04

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
A	JP 2015-50549 A (Denso Corp.), 16 March 2015 (16.03.2015), & US 2015/0059467 A1	1-6
A	JP 60-82949 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 11 May 1985 (11.05.1985), (Family: none)	1-6
A	US 5345184 A (ANDOH), 06 September 1994 (06.09.1994), & JP 5-164721 A & EP 549947 A1 & AU 3001592 A	1-6

☐ 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
28 August 2017 (28.08.17)

Date of mailing of the international search report
05 September 2017 (05.09.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01N27/18(2006.01)i, G01F1/68(2006.01)i, H01L21/822(2006.01)i, H01L27/04(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. G01N27/00-27/10, G01N27/14-24, G01F1/68, H01L27/04

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
A	JP 2015-50549 A (株式会社デンソー) 2015. 03. 16, & US 2015/0059467 A1	1-6
A	JP 60-82949 A (三洋電機株式会社) 1985. 05. 11, (ファミリーなし)	1-6
A	US 5345184 A (ANDOH) 1994. 09. 06, & JP 5-164721 A & EP 549947 A1 & AU 3001592 A	1-6

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

28. 08. 2017

国際調査報告の発送日

05. 09. 2017

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）

田中 秀直

2W

3409

電話番号 03-3581-1101 内線 3258