

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3544102号

(P3544102)

(45) 発行日 平成16年7月21日(2004.7.21)

(24) 登録日 平成16年4月16日(2004.4.16)

(51) Int. Cl.⁷

F I

G O 1 L 9/04

G O 1 L 9/04 1 O 1

G O 1 L 1/00

G O 1 L 1/00 K

G O 1 L 19/04

G O 1 L 19/04

請求項の数 4 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-150992
 (22) 出願日 平成9年6月9日(1997.6.9)
 (65) 公開番号 特開平10-339680
 (43) 公開日 平成10年12月22日(1998.12.22)
 審査請求日 平成14年8月8日(2002.8.8)

(73) 特許権者 503361248
 富士電機デバイステクノロジー株式会社
 東京都品川区大崎一丁目11番2号

(74) 代理人 100088339
 弁理士 篠部 正治

(72) 発明者 加藤 和之
 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

審査官 白石 光男

(56) 参考文献 特開平03-051733(JP, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体圧力センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

半導体拡散プロセスにより形成された複数の半導体歪みゲージをシリコンダイアフラム上に分散配置したセンシング部と、該センシング部からの圧力変化に応じて発生する電気信号の増幅、零点調整及び温度補償を行う機能を有する信号処理部とを1つのチップ上に集積化した半導体圧力センサにおいて、前記信号処理部は、演算増幅器と、該演算増幅器の反転入力端子と出力端子間に接続した正の温度依存性を有する第1の抵抗もしくは抵抗群と、外部より直流電圧を入力する端子部と、該端子部と前記演算増幅器の反転入力端子間に接続した前記第1の抵抗もしくは抵抗群と同じ正の温度依存性を有する第2の抵抗もしくは抵抗群と、を具備したことを特徴とする半導体圧力センサ。

【請求項2】

前記センシング部は一对の電源端子と一对の電気信号出力端子とを有する歪みゲージからなるブリッジ回路で、該ブリッジ回路の一方の出力はボルテージホロワ回路に入力され、該ボルテージホロワ回路の出力は抵抗を介して前記演算増幅器の反転入力端子に接続され、前記電源端子の一方と前記演算増幅器の反転入力端子との間に第3の抵抗もしくは抵抗群が接続され、前記電源端子の他方と前記演算増幅器の反転入力端子との間に第4の抵抗もしくは抵抗群が接続されることを特徴とする請求項1記載の半導体圧力センサ。

【請求項3】

前記第3および第4の抵抗もしくは抵抗群は圧力センサ出力のオフセット電圧の零点調整をする調整抵抗を有することを特徴とする請求項2記載の半導体圧力センサ。

10

20

【請求項 4】

前記第 3 および第 4 の抵抗もしくは抵抗群は圧力センサ出力のオフセット電圧の零点温度補償をする抵抗を有することを特徴とする請求項 2 記載の半導体圧力センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、自動車や民生機器等に広く用いられている半導体圧力センサに関する。

【0002】

【従来の技術】

図 4 は、従来より用いられている圧力センサの出力オフセット電圧の外部調整回路を有する回路構成例である。図 4 において、30 は圧力センサ、21 は電源入力 Vcc 端子、22 は圧力センサ 30 の出力 V0 端子、23 はアース電位 G 端子、31 は演算増幅器 6 と抵抗 r1 ~ r5 とより構成されたオフセット調整回路、24 はオフセット調整回路 31 の出力 V01 端子、25 はオフセット調整用の外部入力 Vr 端子である。このような構成において、オフセット調整回路 31 の出力 V01 は次式で与えられる。

【0003】

【数 1】

$$V01 = -(r2/r1)V0 - (r2/r5)Vr + (1+r2/r1+r2/r5)[r4/(r3+r4)]Vcc$$

【0004】

右辺第 1 項は圧力信号電圧が含まれ、右辺第 2、第 3 項は圧力信号成分の含まれないオフセット成分である。外部入力 Vr を変化させることにより、出力 V01 のオフセット成分を調整することが可能である。なおオフセット調整回路 31 は反転増幅回路を使用しているが、非反転増幅回路で同様の機能を有する回路構成とすることも可能である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

図 4 に示すオフセット調整回路は外部入力電圧により圧力センサのオフセット電圧の調整機能を持たせた一般的な回路例であるが、オフセット電圧の調整のために、演算増幅器を 1 個、抵抗を 5 個新たに必要とするため、圧力センサがモノリシックに集積されたセンサであってもチップ外に回路部品を接続しなければならず、センサの小型化、低コスト化を妨げる要因であった。

【0006】

本発明の目的は、上述の問題点を解決し、オフセット電圧の調整のために必要な素子数を抑え、集積化された圧力センサ中に、圧力センサの温度依存性に影響されることのないオフセット電圧の調整回路を搭載し、外部からの直流電圧によってオフセット電圧の調整を容易に行うことができるようにすることにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

前記課題を解決するために、本発明においては、集積化した半導体圧力センサ内の信号処理部に、演算増幅器と、該演算増幅器の反転入力端子と出力端子間に接続した正の温度依存性を有する第 1 の抵抗もしくは抵抗群と、外部より直流電圧を入力する端子部と、該端子部と前記演算増幅器の反転入力端子間に接続した前記第 1 の抵抗もしくは抵抗群と同じ正の温度依存性を有する第 2 の抵抗もしくは抵抗群と、を具備する構成とした。

【0008】

かかる構成とすることにより、外部からの直流電圧による圧力センサ出力のオフセット電圧の調整を、圧力センサの温度依存性に影響されることなく行うことができる。

【0009】

【発明の実施の形態】

10

20

30

40

50

図1は、本発明の実施例を示す回路構成図である。図1において、14～17はシリコンダイフラム上に拡散で形成された歪みゲージ抵抗であり、ブリッジ回路に構成されている。ブリッジ回路の一方の出力はボルテージホロワ回路を構成する演算増幅器13の非反転入力端子に接続され、その出力端子は抵抗 r_6 の一方に接続される。抵抗 r_6 の他方は演算増幅器12の反転入力端子に接続される。ブリッジ回路の他方の出力は演算増幅器12の非反転入力端子に接続される。演算増幅器12の反転入力端子と出力端子 V_0 との間に並列抵抗 R_1 が接続され、並列抵抗 R_1 は調整抵抗 r_7 と抵抗 r_a とから構成されている。外部より直流電圧を入力する端子 V_r と演算増幅器12の反転入力端子との間に並列抵抗 R_2 が接続され、並列抵抗 R_2 は調整抵抗 r_{12} と抵抗 r_d とから構成されている。電源端子 V_{cc} と演算増幅器12の反転入力端子との間に抵抗群 R_3 が接続され、抵抗群 R_3 は調整抵抗 r_8 に並列に接続される調整抵抗 r_{10} と抵抗 r_b との直列接続から構成されている。演算増幅器12の反転入力端子とアース電位端子 G との間に抵抗群 R_4 が接続され、抵抗群 R_4 は調整抵抗 r_9 に並列に接続される調整抵抗 r_{11} と抵抗 r_c との直列接続から構成されている。これらはすべて集積化されたセンサ中に搭載されている。 V_{in} は歪みゲージブリッジの出力である。

10

【0010】

このような回路構成において、歪みゲージによるブリッジ回路の出力 V_{in} は、演算増幅器13によりインピーダンス変換された後、演算増幅器12、抵抗 r_6 及び並列抵抗 R_1 により構成された増幅器により増幅される。増幅度は抵抗 r_6 にて調整される。抵抗 r_a は正の温度特性を持たせてあるため、並列抵抗 R_1 を帰還抵抗とする増幅器は正の温度特性を有し、歪みゲージによるブリッジ回路の出力 V_{in} の圧力信号成分の持つ負の温度特性を補償している。この調整抵抗は抵抗 r_7 である。

20

【0011】

また、圧力センサの出力 V_0 のオフセット電圧の零点調整は抵抗 r_8 および抵抗 r_9 で行われ、オフセット電圧の温度特性の補償(零点温度補償)は直列抵抗 r_{10} 、 r_b と、直列抵抗 r_{11} 、 r_c で行われる。この調整抵抗は抵抗 r_{10} 及び r_{11} である。端子 V_r には外部から直流電圧 V_r が入力され、この電圧は R_1/R_2 の倍率で増幅されて圧力センサの出力電圧 V_0 に重畳される。このとき、抵抗 r_{12} は並列抵抗 R_2 の温度依存性が、並列抵抗 R_1 の温度依存性と同じになるように調整される。

30

【0012】

圧力センサの出力電圧 V_0 を式で表現すると、次式のようになる。

【0013】

【数2】

$$V_0 = (1/2 + R_1/r_6 + R_1/2R_2 + R_1/2R_3 + R_1/2R_4)V_{in} + V_{cc}/2 \\ + (R_1/R_4 - R_1/R_3)V_{cc}/2 + (R_1/R_2)(V_{cc}/2 - V_r)$$

$$\text{ここで、} R_1 = r_7 r_a / (r_7 + r_a)$$

$$R_2 = r_{12} r_d / (r_{12} + r_d)$$

$$R_3 = (r_{10} + r_b) r_8 / (r_{10} + r_b + r_8)$$

$$R_4 = (r_{11} + r_c) r_9 / (r_{11} + r_c + r_9)$$

40

【0014】

ここで、歪みゲージの差圧ゼロのときの値は等しいものとし、加圧したときのブリッジ出力の+側、-側は対称に変化するものとする。

(数2)の右辺第1項は、通常、 R_1/r_6 、 $R_1/2R_2$ 、 $R_1/2R_3$ 、 $R_1/2R_4$ となるように選定するので、その場合には次式のようになる。

【0015】

50

【数3】

$$V_0 = (1/2 + R_1/r_6)V_{in} + V_{cc}/2 + (R_1/R_4 - R_1/R_3)V_{cc}/2 \\ + (R_1/R_2)(V_{cc}/2 - V_r)$$

【0016】

ここで、右辺第1項は増幅された歪みゲージブリッジ出力、第3項は抵抗群R3及びR4によるオフセット電圧成分、第4項は並列抵抗R2によるオフセット電圧成分である。

第4項に着目すると、外部からの入力電圧VrがVcc/2に等しければゼロであるが、Vr > Vcc/2であれば出力電圧V0をマイナス方向に、Vr < Vcc/2であれば出力電圧V0をプラス方向にシフトさせることができる。

10

【0017】

これらについて、図2及び図3を用いて説明する。図2はこの発明の入出力特性を示す図であり、図3はこの発明の温度特性を示す図である。

(数3)において、 $R_1/R_4 = R_1/R_3$ 、 $R_1/R_2 = 2$ であり、また圧力感度は40mV/KPaに調整されている。

図2において、Vr = 2.5VからVrをプラスまたはマイナス方向に0.5V移動させると、圧力センサ出力V0のオフセット成分はそれぞれマイナスまたはプラス方向に1.0Vシフトする。

20

【0018】

また、同一のウェハプロセスで形成された薄膜抵抗、拡散抵抗の場合、個々の抵抗の比は、一般にチップ、ロットの違いによるばらつきは十分小さく、むしろ抵抗パターンの形状で一義的に決定される。また、同一プロセスで形成された抵抗の温度特性も互いに等しくなる。この場合、抵抗ra及びrdを拡散抵抗とし、抵抗r7及びr12を調整可能な薄膜抵抗とすると、抵抗ra = 2 × 抵抗rdとなるようにパターン形状を決定し、さらに抵抗r7 = 2 × 抵抗r12となるように抵抗r7及びr12を調整することにより、温度によらず $R_1/R_2 = 2$ が成り立つことになり、図3に示すようにVrの変化による圧力センサ出力V0のオフセット電圧成分のシフト量は、温度によらず一定となる。

30

【0019】

【発明の効果】

本発明によれば、演算増幅器の反転入力端子と出力端子との間に接続した正の温度依存性を有する第1の抵抗もしくは抵抗群と、外部より直流電圧を入力する端子部と、この端子部と前記演算増幅器の反転入力端子との間に接続した前記第1の抵抗もしくは抵抗群と同じ正の温度依存性を有する第2の抵抗もしくは抵抗群とを具備したことにより、わずか2つの抵抗を追加することで、圧力センサの温度依存性に影響されずに、外部からの直流電圧によってオフセット電圧の調整を容易に行うことができ、かつ追加した抵抗を容易に同一チップ上に形成しモノリシック化することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

40

【図1】この発明の実施例を示す回路構成図。

【図2】この発明の入出力特性を示す図。

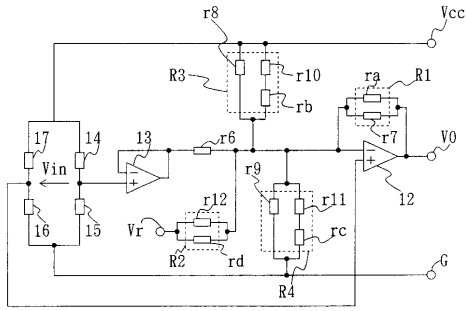
【図3】この発明の温度特性を示す図。

【図4】従来技術の実施例を示す回路構成図。

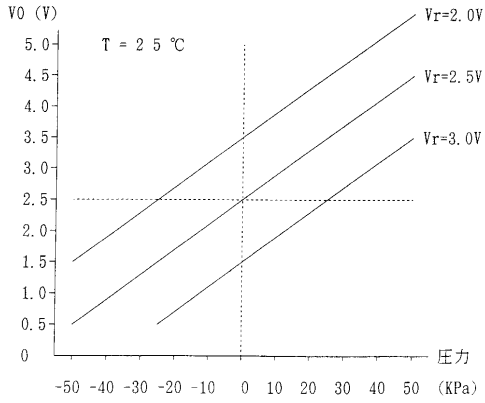
【符号の説明】

R1, R2...並列抵抗、R3, R4...抵抗群、r6...抵抗、12, 13...演算増幅器、14, 15, 16, 17...歪みゲージ抵抗、Vcc...電源入力端子、V0...圧力センサ出力端子、G...アース電位端子、Vr...外部入力端子、r7, r8, r9, r10, r11, r12...調整抵抗、ra, rb, rc, rd...抵抗。

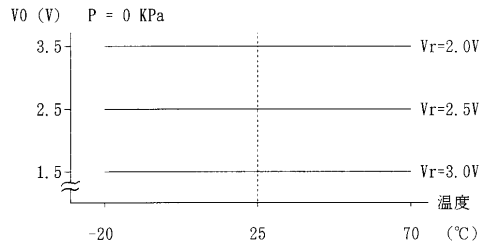
【 图 1 】



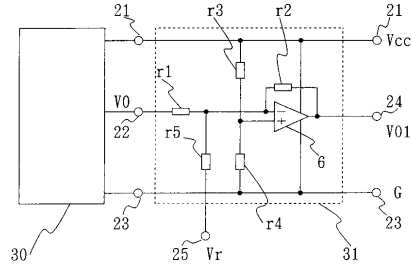
【 图 2 】



【 图 3 】



【 图 4 】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

G01L 9/04 101

G01L 1/00

G01L 19/04