

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-11294

(P2010-11294A)

(43) 公開日 平成22年1月14日(2010.1.14)

(51) Int.Cl.
H03F 1/30 (2006.01)

F I
H03F 1/30 A

テーマコード(参考)
5J500

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2008-170459 (P2008-170459)
(22) 出願日 平成20年6月30日(2008.6.30)

(71) 出願人 503246015
オムロンヘルスケア株式会社
京都府京都市右京区山ノ内山ノ下町24番地

(74) 代理人 100085006
弁理士 世良 和信

(74) 代理人 100106622
弁理士 和久田 純一

(72) 発明者 喜多山 和也
京都府京都市右京区山ノ内山ノ下町24番地
オムロンヘルスケア株式会社内

(72) 発明者 小川 博
京都府京都市右京区山ノ内山ノ下町24番地
オムロンヘルスケア株式会社内

最終頁に続く

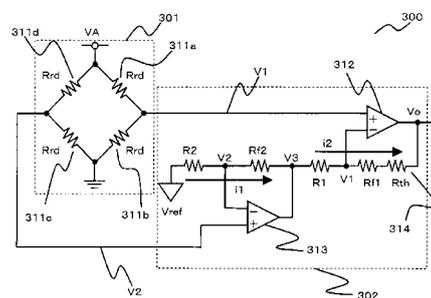
(54) 【発明の名称】 増幅器および荷重信号増幅装置

(57) 【要約】

【課題】簡易な方法で温度の変化による増幅器の出力電圧の変化をより低減することのできる技術を提供する。

【解決手段】本発明の増幅器は、荷重を検知する複数の荷重センサを有するブリッジ回路の出力電圧を増幅する増幅器であって、第1オペアンプと第2オペアンプとを有し、前記第1オペアンプの非反転入力端子は、前記ブリッジ回路の一方の出力端子に接続されており、前記第1オペアンプの反転入力端子は、第1抵抗を介して前記第2オペアンプの出力端子に接続されており、前記第2オペアンプの非反転入力端子は、前記ブリッジ回路の他方の出力端子に接続されており、前記第2オペアンプの反転入力端子は、第2抵抗を介して所定の電源に接続されており、前記第1オペアンプの帰還抵抗、又は、前記第1抵抗に、感温抵抗素子が直列に接続されていることを特徴とする。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

荷重を検知する複数の荷重センサを有するブリッジ回路の出力電圧を増幅する増幅器であって、

第 1 オペアンプと第 2 オペアンプとを有し、

前記第 1 オペアンプの非反転入力端子は、前記ブリッジ回路の一方の出力端子に接続されており、

前記第 1 オペアンプの反転入力端子は、第 1 抵抗を介して前記第 2 オペアンプの出力端子に接続されており、

前記第 2 オペアンプの非反転入力端子は、前記ブリッジ回路の他方の出力端子に接続されており、

前記第 2 オペアンプの反転入力端子は、第 2 抵抗を介して所定の電源に接続されており、

前記第 1 オペアンプの帰還抵抗、又は、前記第 1 抵抗に、感温抵抗素子が直列に接続されている

ことを特徴とする増幅器。

【請求項 2】

前記増幅器の増幅率の温度変化が前記ブリッジ回路の出力電圧の温度変化を打ち消すように、前記第 1 オペアンプの帰還抵抗、前記第 1 抵抗、及び、前記感温抵抗素子の抵抗の値が定められている

ことを特徴とする請求項 1 に記載の増幅器。

【請求項 3】

前記感温抵抗素子が前記第 1 オペアンプの帰還抵抗に直列に接続されており、

2 つの異なる温度 T_1 、 T_2 において、

前記ブリッジ回路の出力電圧の温度変化を打ち消すために必要な前記増幅器の増幅率が、それぞれ、 $A(T_1)$ 、 $A(T_2)$ であり、

前記感温抵抗素子の抵抗の値が、それぞれ、 $R_{th}(T_1)$ 、 $R_{th}(T_2)$ であった場合に、

前記第 1 オペアンプの帰還抵抗の値 R_{f1} 及び前記第 1 抵抗の値 R_1 は、

$$A(T_1) = (R_{f1} + R_{th}(T_1)) / R_1$$

$$A(T_2) = (R_{f1} + R_{th}(T_2)) / R_1$$

を満たす

ことを特徴とする請求項 2 に記載の増幅器。

【請求項 4】

前記感温抵抗素子が前記第 1 抵抗に直列に接続されており、

2 つの異なる温度 T_1 、 T_2 において、

前記ブリッジ回路の出力電圧の温度変化を打ち消すために必要な前記増幅器の増幅率が、それぞれ、 $A(T_1)$ 、 $A(T_2)$ であり、

前記感温抵抗素子の抵抗の値が、それぞれ、 $R_{th}(T_1)$ 、 $R_{th}(T_2)$ であった場合に、

前記第 1 オペアンプの帰還抵抗の値 R_{f1} 及び前記第 1 抵抗の値 R_1 は、

$$A(T_1) = R_{f1} / (R_1 + R_{th}(T_1))$$

$$A(T_2) = R_{f1} / (R_1 + R_{th}(T_2))$$

を満たす

ことを特徴とする請求項 2 に記載の増幅器。

【請求項 5】

10

20

30

40

50

前記第 1 オペアンプの帰還抵抗の値を R_{f1} 、
 前記感温抵抗素子の抵抗の値を R_{th} 、
 前記第 1 抵抗の値を R_1 、
 前記第 2 オペアンプの帰還抵抗の値を R_{f2} 、
 前記第 2 抵抗の値を R_2 、
 としたとき、

$$\begin{aligned} R_1 &= R_{f2}、 \\ R_2 &= R_{f1} + R_{th}、 \end{aligned}$$

10

であることを特徴とする請求項 3 に記載の増幅器。

【請求項 6】

前記第 1 オペアンプの帰還抵抗の値を R_{f1} 、
 前記感温抵抗素子の抵抗の値を R_{th} 、
 前記第 1 抵抗の値を R_1 、
 前記第 2 オペアンプの帰還抵抗の値を R_{f2} 、
 前記第 2 抵抗の値を R_2 、
 としたとき、

$$\begin{aligned} R_1 + R_{th} &= R_{f2}、 \\ R_2 &= R_{f1}、 \end{aligned}$$

20

であることを特徴とする請求項 4 に記載の増幅器。

【請求項 7】

前記温度 T_1 、 T_2 は、それぞれ、前記複数の荷重センサに要求される温度補償範囲の
 上限及び下限である

ことを特徴とする請求項 3 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の増幅器。

【請求項 8】

荷重を検知する複数の荷重センサを有するブリッジ回路と、
 請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の増幅器と、
 を有することを特徴とする荷重信号増幅装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、増幅器および荷重信号増幅装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、体重計などの計測装置として、荷重を検知する複数の荷重センサを有するブリッ
 ジ回路（ホイートストンブリッジ回路）と、ブリッジ回路の出力電圧を増幅する増幅器と
 を有する計測装置が知られている。以下、ブリッジ回路と増幅器を併せたものを荷重信号
 増幅装置と記載する。

40

【0003】

図 1 に、従来 of 荷重信号増幅装置の回路図を示す。図 1 に示すように、従来 of 荷重信号
 増幅装置は、複数の荷重センサを有するブリッジ回路に、増幅器として反転型差動増幅回
 路が接続された構成を有する。このような荷重信号増幅装置において、増幅器の帰還抵抗
 を R_f 、荷重センサの抵抗値を R_{rd} とすると、増幅器の増幅率 A は、

$$A = 2 \times R_f / R_{rd} \quad (\text{式 1})$$

となる。しかしながら、荷重センサは、一般に、その抵抗値が温度によって変動する、と

50

いう温度特性を有する。即ち、温度の変化に応じて荷重センサの抵抗値 R_{rd} が変化してしまう。それにより、増幅率 A 、ブリッジ回路や増幅器の出力電圧の値が変化してしまうため、荷重を正確に計測することができなくなってしまう。

【0004】

そのような問題に鑑みた従来技術として、図2に示すような回路構成を有する荷重信号増幅装置が提案されている。図2の構成では、上述した反転型差動増幅回路の帰還抵抗に感温抵抗素子が直列に接続されている。このような荷重信号増幅装置において、感温抵抗素子の抵抗を R_{th} とすると、増幅器の増幅率 A は、

$$A = 2 \times (R_f + R_{th}) / R_{rd} \quad (\text{式2})$$

10

となる。従来は、 R_{rd} の変動を打ち消すような特性を有する感温抵抗素子を用いることによって、温度の変化による増幅器の出力電圧の変化を抑制していた。

【0005】

しかしながら、感温抵抗素子の種類には限りがあるため、一般に、 R_{rd} の変化に対して十分マッチするような特性の感温抵抗素子というのは無く、上述した従来回路では、そのような特性に類似した特性の感温抵抗素子を代用していた。そのため上記変化を十分に抑制することができていなかった。

【0006】

一方、体重計などの計測装置において、計測結果(荷重)の分解能を高めたいというニーズがある。そのため、上述した増幅器において温度変化による出力電圧の変化をより低減することが必要とされている。

20

【特許文献1】特開2002-48597号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は上記実情に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、簡易な方法で温度の変化による増幅器の出力電圧の変化をより低減することのできる技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

30

【0008】

上記目的を達成するために本発明は、以下の構成を採用する。

【0009】

本発明の増幅器は、荷重を検知する複数の荷重センサを有するブリッジ回路の出力電圧を増幅する増幅器であって、第1オペアンプと第2オペアンプとを有し、前記第1オペアンプの非反転入力端子は、前記ブリッジ回路の一方の出力端子に接続されており、前記第1オペアンプの反転入力端子は、第1抵抗を介して前記第2オペアンプの出力端子に接続されており、前記第2オペアンプの非反転入力端子は、前記ブリッジ回路の他方の出力端子に接続されており、前記第2オペアンプの反転入力端子は、第2抵抗を介して所定の電源に接続されており、前記第1オペアンプの帰還抵抗、又は、前記第1抵抗に、感温抵抗素子が直列に接続されていることを特徴とする。

40

【0010】

この構成によれば、増幅器の増幅率を、第1オペアンプの帰還抵抗、第1抵抗、及び、感温抵抗素子の抵抗の値で表すことができる。そして、それらの抵抗を組み合わせることによって、感温抵抗素子のみで制御するよりも、増幅器の出力電圧の温度変化を低減することができる。即ち、増幅器として2つのオペアンプで構成された非反転型差動増幅回路を用いるという簡易な方法で、温度の変化による増幅器の出力電圧の変化をより低減することができる。

【0011】

前記増幅器の増幅率の温度変化が前記ブリッジ回路の出力電圧の温度変化を打ち消すよ

50

うに、前記第 1 オペアンプの帰還抵抗、前記第 1 抵抗、及び、前記感温抵抗素子の抵抗の値が定められていることが好ましい。それにより、そのような感温抵抗素子のみを選択する場合よりも、増幅器の出力電圧の温度変化を低減することができる。

【0012】

前記感温抵抗素子が前記第 1 オペアンプの帰還抵抗に直列に接続されており、2つの異なる温度 T_1 、 T_2 において、前記ブリッジ回路の出力電圧の温度変化を打ち消すために必要な前記増幅器の増幅率が、それぞれ、 $A(T_1)$ 、 $A(T_2)$ であり、前記感温抵抗素子の抵抗の値が、それぞれ、 $R_{th}(T_1)$ 、 $R_{th}(T_2)$ であった場合に、前記第 1 オペアンプの帰還抵抗の値 R_{f1} 及び前記第 1 抵抗の値 R_1 は、

$$\begin{aligned} A(T_1) &= (R_{f1} + R_{th}(T_1)) / R_1 \\ A(T_2) &= (R_{f1} + R_{th}(T_2)) / R_1 \end{aligned}$$

10

を満たすことが好ましい。

若しくは、前記感温抵抗素子が前記第 1 抵抗に直列に接続されている場合に、前記第 1 オペアンプの帰還抵抗の値 R_{f1} 及び前記第 1 抵抗の値 R_1 は、

$$\begin{aligned} A(T_1) &= R_{f1} / (R_1 + R_{th}(T_1)) \\ A(T_2) &= R_{f1} / (R_1 + R_{th}(T_2)) \end{aligned}$$

20

を満たすことが好ましい。

それにより、所望の増幅率を得るための R_{f1} 及び R_1 の値を、感温抵抗素子の種類（特性）に応じて一意に決めることができる。そのため、感温抵抗素子や、第 1 オペアンプの帰還抵抗、及び、第 1 抵抗を容易に選択することができる。そして、そのように各抵抗の値を決定することにより、温度 T_1 と T_2 の間において、増幅器の出力電圧を補償することができる（出力電圧の温度変化を略打ち消すことができる）。

【0013】

前記温度 T_1 、 T_2 は、それぞれ、前記複数の荷重センサに要求される温度補償範囲の上限及び下限であることが好ましい。それにより、要求される温度補償範囲内において、増幅器の出力電圧を補償することができる。

30

【0014】

感温抵抗素子が第 1 オペアンプの帰還抵抗に直列に接続されており、前記第 1 オペアンプの帰還抵抗の値を R_{f1} 、前記感温抵抗素子の抵抗の値を R_{th} 、前記第 1 抵抗の値を R_1 、前記第 2 オペアンプの帰還抵抗の値を R_{f2} 、前記第 2 抵抗の値を R_2 、としたとき、

$$\begin{aligned} R_1 &= R_{f2}、 \\ R_2 &= R_{f1} + R_{th}、 \end{aligned}$$

であることが好ましい。

40

若しくは、感温抵抗素子が第 1 抵抗に直列に接続されている場合に、

$$\begin{aligned} R_1 + R_{th} &= R_{f2}、 \\ R_2 &= R_{f1}、 \end{aligned}$$

であることが好ましい。

このような構成にすることにより、抵抗値 R_{f1} 、 R_{th} 、 R_1 、 R_{f2} 、 R_2 のミスマッチにより生じる計測誤差（増幅器の出力電圧の誤差）を低減することができる。

【0015】

また、本発明の荷重信号増幅装置は、荷重を検知する複数の荷重センサを有するブリッ

50

ジ回路と、上記増幅器と、を有することを特徴とする。この構成によれば、(上述したのと同様の理由により)簡易な方法で温度の変化による増幅器の出力電圧の変化をより低減することができる。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、簡易な方法で温度の変化による増幅器の出力電圧の変化をより低減することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

<第1の実施形態>

以下に、図面を参照して、本実施形態に係る荷重信号増幅装置について詳しく説明する。

【0018】

図3は、本実施形態に係る荷重信号増幅装置300の一例を示す回路図である。図3に示すように本実施形態に係る荷重信号増幅装置300は、ブリッジ回路部301(ホイートストンブリッジ回路)と、増幅器302とを有する。

【0019】

ブリッジ回路部301は、荷重を検知する複数の荷重センサ311a~311dを有するブリッジ回路である。荷重センサ311a~311dとしては、例えば、歪ゲージなどを適用すればよい。なお、本実施形態では、ブリッジ回路部301の入力電圧をVAと記載する。また、本実施形態では荷重センサを4つ用いる場合について説明するが、荷重センサはいくつ設けてもよいし、それぞれの抵抗値は異なってもよい。

【0020】

増幅器302は、ブリッジ回路部301の出力電圧を増幅する増幅器である。増幅器302の出力電圧は、例えば、不図示のコンピュータなどに送信され、荷重センサに作用した荷重の値として変換・出力される。増幅器302は、第1オペアンプ312と第2オペアンプ313とを有する。

【0021】

第1オペアンプ312の帰還抵抗には、感温抵抗素子314が直列に接続されている。感温抵抗素子314としては、サーミスタやリニア抵抗などの従来技術を適用すればよい。

【0022】

第1オペアンプ312の非反転入力端子は、ブリッジ回路部301の一方の出力端子に接続されている。本実施形態では、第1オペアンプ312の非反転入力端子がブリッジ回路部301の高電位側の出力端子に接続されている場合について説明する。第1オペアンプ312の反転入力端子は、第1抵抗を介して第2オペアンプの出力端子に接続されている。

【0023】

第2オペアンプ313の非反転入力端子は、ブリッジ回路部301の他方の出力端子に接続されている。本実施形態では、第2オペアンプ313の非反転入力端子がブリッジ回路部301の低電位側の出力端子に接続されている場合について説明する。第2オペアンプ313の反転入力端子は、第2抵抗を介して所定の電源に接続されている。本実施形態では、所定の電源により、第2オペアンプ313の反転入力端子にVrefの電圧が印加されるものとする。

【0024】

即ち、本実施形態に係る増幅器302の回路構成は、2つのオペアンプにより構成された非反転型差動増幅回路である。

【0025】

ここで、第1オペアンプ312の帰還抵抗の値をRf1、感温抵抗素子314の抵抗の値をRth、第1抵抗の値をR1、第2オペアンプ313の帰還抵抗の値をRf2、第2

10

20

30

40

50

抵抗の値を R_2 とする。すると、増幅器 302 の増幅率 A は、

$$A = (R_{f1} + R_{th}) / R_1 \quad (\text{式 3})$$

となる。以下、当該増幅率 A の導出方法について、詳しく説明する。

【0026】

ブリッジ回路部 301 の出力電圧の内、高電位側の出力電圧を V_1 、低電位側の出力電圧を V_2 とし、第 2 オペアンプ 313 の出力電圧を V_3 、第 1 オペアンプ 312 の出力電圧（荷重センサに作用した荷重を表す電圧）を V_o とすると、抵抗 R_2 、 R_{f2} に流れる電流 i_1 、及び、抵抗 R_1 、 $R_{f1} + R_{th}$ に流れる電流 i_2 は、それぞれ、

10

【数 1】

$$i_1 = \frac{V_{ref} - V_2}{R_2} = \frac{V_2 - V_3}{R_{f2}} \quad (\text{式 4})$$

【数 2】

$$i_2 = \frac{V_3 - V_1}{R_1} = \frac{V_1 - V_o}{R_{f1} + R_{th}} \quad (\text{式 5})$$

20

となる。

【0027】

式 4 より、電圧 V_3 は、

【数 3】

$$V_3 = V_2 - \frac{R_{f2}}{R_2} \times (V_{ref} - V_2) \quad (\text{式 6})$$

30

となり、式 5 より、電圧 V_o は、

【数 4】

$$V_o = V_1 - \frac{R_{f1} + R_{th}}{R_1} \times (V_3 - V_1) \quad (\text{式 7})$$

40

となる。

【0028】

式 6、7 より、電圧 V_o は、

【数 5】

$$\begin{aligned}
 V_o &= V_1 - \frac{R_{f1} + R_{th}}{R_1} \times (V_2 - \frac{R_{f2}}{R_2} \times (V_{ref} - V_2) - V_1) \\
 &= (1 + \frac{R_{f1} + R_{th}}{R_1}) \times (V_1 - V_2) \\
 &\quad + V_{ref} \\
 &\quad + (1 - \frac{R_{f1} + R_{th}}{R_1} \times \frac{R_{f2}}{R_2}) \times (V_2 - V_{ref}) \quad (式 8)
 \end{aligned}$$

10

となる。

【0029】

従って、増幅器 302 の増幅率 A は式 3 のように表される（式 8 の右辺第 1 項目）。

【0030】

また、式 8 の右辺第 3 項目は、抵抗値 R_{f1} 、 R_{th} 、 R_1 、 R_{f2} 、 R_2 のミスマッチにより生じる計測誤差を表す。このような計測誤差は極力除外することが好ましく、

$$\begin{aligned}
 R_1 &= R_{f2}、 \\
 R_2 &= R_{f1} + R_{th}、
 \end{aligned}$$

20

とすることにより当該項の値は略 0 となる。

【0031】

式 3 に示すように、本実施形態に係る荷重信号増幅装置 300 では、上記構成により、増幅器 302 の増幅率 A を第 1 オペアンプの帰還抵抗、第 1 抵抗、及び、感温抵抗素子の抵抗の値で表すことができる。即ち、増幅器の増幅率を、荷重センサの抵抗無しで表すことができる。そのため、本実施形態では、増幅器 302 の増幅率 A の温度変化がブリッジ回路部 301 の出力電圧の温度変化を打ち消すように、第 1 オペアンプの帰還抵抗、第 1 抵抗、及び、感温抵抗素子の抵抗の値を定めればよい。それにより、増幅器の出力電圧の温度変化を低減することができる。また、本実施形態では、第 1 オペアンプの帰還抵抗、第 1 抵抗、及び、感温抵抗素子の抵抗を組み合わせることにより、感温抵抗素子のみで増幅器の出力電圧の値を制御するよりも、増幅器の出力電圧の温度変化を低減することができる。

30

【0032】

具体的には、2 つの異なる温度 T_1 、 T_2 において、ブリッジ回路部 301 の出力電圧の温度変化を打ち消すために必要な増幅器 302 の増幅率が、それぞれ、 $A(T_1)$ 、 $A(T_2)$ であり、感温抵抗素子の抵抗の値が、それぞれ、 $R_{th}(T_1)$ 、 $R_{th}(T_2)$ であった場合に、

40

$$\begin{aligned}
 A(T_1) &= (R_{f1} + R_{th}(T_1)) / R_1 \\
 A(T_2) &= (R_{f1} + R_{th}(T_2)) / R_1
 \end{aligned}$$

という連立方程式を解くことにより、第 1 オペアンプの帰還抵抗の値 R_{f1} 及び第 1 抵抗の値 R_1 を求めればよい。それにより、所望の増幅率を得るための R_{f1} 及び R_1 の値を、感温抵抗素子の種類（特性）に応じて一意に決めることができる。そのため、感温抵抗素子や、第 1 オペアンプの帰還抵抗、及び、第 1 抵抗を容易に選択することができる。そして、そのように各抵抗の値を決定することにより、温度 T_1 と T_2 の間において、増幅器の出力電圧を補償することができる（出力電圧の温度変化を略打ち消すことができる）。そのため、温度 T_1 、 T_2 は、それぞれ、複数の荷重センサに要求される温度補償範囲の

50

上限及び下限であることが好ましい。

【0033】

<従来技術との比較>

以下、図2に示す電気回路を有する従来の荷重信号増幅装置と、上述した第1の実施形態に係る荷重信号増幅装置との比較について、具体的な値を用いて説明する。但し、以下で述べる値はあくまで一例であり、目的に応じて適宜変更可能である。

【0034】

(従来の荷重信号増幅装置の場合)

図2の回路において、常温での荷重センサの抵抗 $R_{rd} = 2k$ とし、増幅率 $A = 100$ に設定する場合、式2より、 $R_{f1} + R_{th} = 100k$ となる。即ち、感温抵抗素子は常温で $R_{f1} + R_{th} = 100k$ を満たすものを選択すればよい。ところが、荷重センサの抵抗値は温度に依存するため、そのような温度特性による影響(増幅率Aの変動)を低減するような温度特性を有する感温抵抗素子を選択する必要がある。

10

【0035】

ここで、荷重センサの抵抗 R_{rd} が常温 ± 10 で $\pm 1k$ 変化するとすると、感温抵抗素子は常温で $R_{f1} + R_{th} = 100k$ を満たし、且つ、常温 ± 10 で $\pm 1k$ 変化するような素子を選択しなければならない。

【0036】

しかしながら、実際には、上記計算により導出した条件を満たすような素子がない場合がほとんどであり、比較的近い温度特性を有する素子(例えば、常温 ± 10 で $10 \pm 2k$ の感温抵抗素子)が選択されていた。そのためブリッジ回路部の出力電圧の温度変化を十分に低減することができていなかった。

20

【0037】

(第1の実施形態に係る荷重信号増幅装置の場合)

一方、第1の実施形態に係る荷重信号増幅装置において、ブリッジ回路部の出力電圧 $V_{rd} (= V_1 - V_2) = 0.001V$ 、第2オペアンプの反転入力端子に印加する電圧 $V_{ref} = 2V$ とし、増幅器の増幅率 $A = 100$ に設定する場合、第1オペアンプの出力電圧 $V_o = 2.1V$ となる ($R_1 = R_{f2}$ 、 $R_2 = R_{f1} + R_{th}$ とする)。

【0038】

ここで、出力電圧 V_{rd} が常温 ± 10 で $\pm 1\%$ 変化するとすると、安定した出力電圧 V_o を得るために、増幅率Aは常温 ± 10 で $\pm 1\%$ 変化する (V_{rd} が $+1\%$ のとき増幅率は -1% となり、 V_{rd} が -1% のとき増幅率は $+1\%$ となる) 必要がある。

30

【0039】

ここで、上述した従来例と同様に、常温 ± 10 で $10 \pm 2k$ の感温抵抗素子を用いるとすると、式3より、

$$101 = (R_{f1} + 12) / R_1 \quad (\text{式9})$$

$$99 = (R_{f1} + 8) / R_1 \quad (\text{式10})$$

40

という2つの方程式を得ることができる。

【0040】

式9, 10より、 $R_1 = 2k$ 、 $R_{f1} = 190k$ となる。このように感温抵抗素子の特性から増幅器の出力電圧の温度変化をより低減するための条件 (R_1 , R_{f1} 等の抵抗値) が一意に決まるため、温度変化による増幅器の出力電圧の変化をより低減することができる。

【0041】

<第2の実施形態>

以下に、図面を参照して、第2の実施形態に係る荷重信号増幅装置について詳しく説明する。第2の実施形態に係る荷重信号増幅装置では、図4に示すように、感温抵抗素子が

50

第 1 抵抗に直列に接続されている。それ以外の構成は第 1 の実施形態と同様である。以下では、第 1 の実施形態と異なる部分についてのみ説明する。なお、第 1 の実施形態と区別するために、荷重信号増幅装置の符号を 400、増幅器の符号を 402、感温抵抗素子の符号を 414 とする。

【0042】

図 4 に示す構成において、第 1 オペアンプの出力電圧 V_o は、

【数 6】

$$\begin{aligned} V_o &= V_1 - \frac{R_{f1}}{R_1 + R_{th}} \times (V_2 - \frac{R_{f2}}{R_2} \times (V_{ref} - V_2) - V_1) \\ &= (1 + \frac{R_{f1}}{R_1 + R_{th}}) \times (V_1 - V_2) \\ &\quad + V_{ref} \\ &\quad + (1 - \frac{R_{f1}}{R_1 + R_{th}} \times \frac{R_{f2}}{R_2}) \times (V_2 - V_{ref}) \end{aligned} \quad (式 11)$$

となる（各符号の定義は第 1 の実施形態と同様とする）。

【0043】

それにより、増幅器 402 の増幅率 A は、

$$A = R_{f1} / (R_1 + R_{th}) \quad (式 12)$$

となる（式 11 の右辺第 1 項目）。また、

$$\begin{aligned} &R_1 + R_{th} \quad R_{f2}、 \\ &R_2 \quad R_{f1}、 \end{aligned}$$

とすることにより、抵抗値 R_{f1} 、 R_{th} 、 R_1 、 R_{f2} 、 R_2 のミスマッチにより生じる計測誤差（式 11 の右辺第 3 項目）の影響を低減することができる。

【0044】

式 12 に示すように、本実施形態に係る荷重信号増幅装置 400 では、第 1 の実施形態と同様に、増幅器 402 の増幅率 A を第 1 オペアンプの帰還抵抗、第 1 抵抗、及び、感温抵抗素子の抵抗の値で表すことができる。即ち、増幅器の増幅率を、荷重センサの抵抗無しで表すことができる。そのため、本実施形態では、増幅器 402 の増幅率 A の温度変化がブリッジ回路部 301 の出力電圧の温度変化を打ち消すように、第 1 オペアンプの帰還抵抗、第 1 抵抗、及び、感温抵抗素子の抵抗の値を定めればよい。それにより、増幅器の出力電圧の温度変化を低減することができる。また、本実施形態では、第 1 オペアンプの帰還抵抗、第 1 抵抗、及び、感温抵抗素子の抵抗を組み合わせることにより、感温抵抗素子のみで増幅器の出力電圧の値を制御するよりも、増幅器の出力電圧の温度変化を低減することができる。

【0045】

具体的には、2 つの異なる温度 T_1 、 T_2 において、ブリッジ回路部 301 の出力電圧の温度変化を打ち消すために必要な増幅器 402 の増幅率が、それぞれ、 $A(T_1)$ 、 $A(T_2)$ であり、感温抵抗素子の抵抗の値が、それぞれ、 $R_{th}(T_1)$ 、 $R_{th}(T_2)$ であった場合に、

$$A(T_1) = R_{f1} / (R_1 + R_{th}(T_1))$$

$$A(T2) = R_{f1} / (R1 + R_{th}(T2))$$

という連立方程式を解くことにより、第1オペアンプの帰還抵抗の値 R_{f1} 及び第1抵抗の値 $R1$ を求めればよい。それにより、所望の増幅率を得るための R_{f1} 及び $R1$ の値を、感温抵抗素子の種類(特性)に応じて一意に決めることができる。そのため、感温抵抗素子や、第1オペアンプの帰還抵抗、及び、第1抵抗を容易に選択することができる。そして、そのように各抵抗の値を決定することにより、温度 $T1$ と $T2$ の間において、増幅器の出力電圧を補償することができる(出力電圧の温度変化を略打ち消すことができる)。そのため、温度 $T1$ 、 $T2$ は、それぞれ、複数の荷重センサに要求される温度補償範囲の上限及び下限であることが好ましい。

10

【0046】

以上述べたように、上記第1、第2の実施形態に係る荷重信号増幅装置は、増幅器として2つのオペアンプにより構成された非反転型差動増幅回路を用いるという簡易な方法で、温度の変化による増幅器の出力電圧の変化をより低減することができる。

【0047】

なお、本実施形態では、第1オペアンプの非反転入力端子がブリッジ回路部の高電位側の出力端子に接続され、第2オペアンプの非反転入力端子がブリッジ回路部の低電位側の出力端子に接続されている場合について説明したが、第1オペアンプの非反転入力端子をブリッジ回路部の高電位側の出力端子に接続し、第2オペアンプの非反転入力端子をブリッジ回路部の低電位側の出力端子に接続してもよい。そのような回路構成にしても同様の作用効果を得ることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図1】図1は、従来の荷重信号増幅装置の回路図である。

【図2】図2は、従来の荷重信号増幅装置の回路図である。

【図3】図3は、第1の実施形態に係る荷重信号増幅装置の一例を示す回路図である。

【図4】図4は、第2の実施形態に係る荷重信号増幅装置の一例を示す回路図である。

【符号の説明】

【0049】

300, 400 荷重信号増幅装置

301 ブリッジ回路部

302, 402 増幅器

311a ~ 311d 荷重センサ

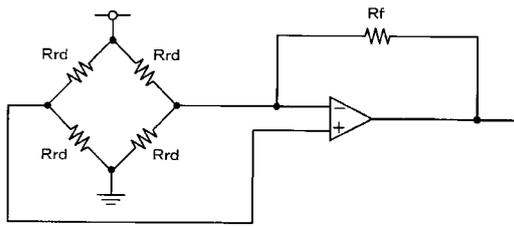
312 第1オペアンプ

313 第2オペアンプ

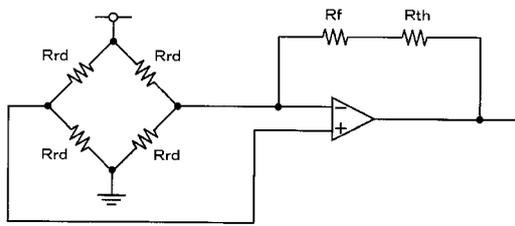
314, 414 感温抵抗素子

30

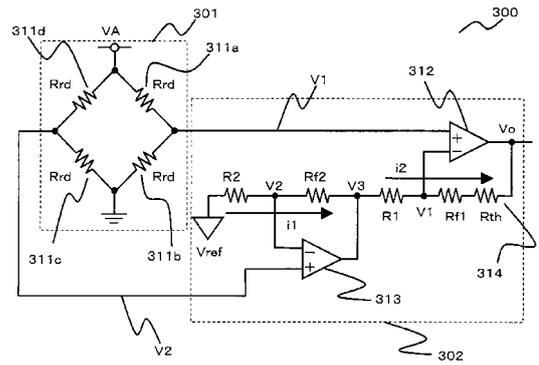
【 図 1 】



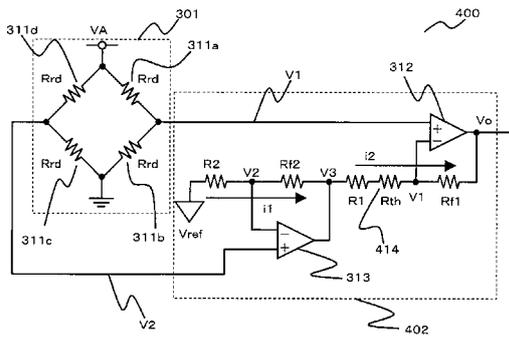
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(72)発明者 向井 直人

京都府京都市右京区山ノ内山ノ下町2-4番地 オムロンヘルスケア株式会社内

(72)発明者 饗場 聖

大阪府大阪市北区中之島3-2-18住友中之島ビル2F 株式会社アルトナー内

(72)発明者 中島 彰久

大阪府大阪市北区中之島3-2-18住友中之島ビル2F 株式会社アルトナー内

Fターム(参考) 5J500 AA01 AA11 AC02 AF09 AF20 AH25 AH43 AK01 AM09 AM11

AS15 AT01 NH07