

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5291587号
(P5291587)

(45) 発行日 平成25年9月18日(2013.9.18)

(24) 登録日 平成25年6月14日(2013.6.14)

(51) Int.Cl.

H03F 3/34 (2006.01)
H03F 3/45 (2006.01)

F 1

H03F 3/34
H03F 3/45
H03F 3/34A
Z
C

請求項の数 2 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2009-221233 (P2009-221233)
 (22) 出願日 平成21年9月25日 (2009.9.25)
 (65) 公開番号 特開2011-71752 (P2011-71752A)
 (43) 公開日 平成23年4月7日 (2011.4.7)
 審査請求日 平成24年7月11日 (2012.7.11)

(73) 特許権者 000002325
 セイコーインスツル株式会社
 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地
 (74) 代理人 100154863
 弁理士 久原 健太郎
 (74) 代理人 100142837
 弁理士 内野 則彰
 (74) 代理人 100123685
 弁理士 木村 信行
 (72) 発明者 津崎 敏之
 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーインスツル株式会社内
 (72) 発明者 武田 晃
 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーインスツル株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】オペアンプ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入力端子を共通に接続したメインアンプとオフセット補正用アンプとを備えたオペアンプであって、

前記メインアンプは、測定用の第1トランスコンダクタンスアンプと、オフセット補正用の第2トランスコンダクタンスアンプと、前記第2トランスコンダクタンスアンプの入力端子に接続された第1の容量と、を備え、

前記オフセット補正用アンプは、測定用の第3トランスコンダクタンスアンプと、オフセット補正用の第4トランスコンダクタンスアンプと、前記第4トランスコンダクタンスアンプの一方の入力端子に接続された第2の容量と、を備え、出力端子を前記第1の容量に接続してなり、

前記第3トランスコンダクタンスアンプの一方の入力端子と他方の入力端子の間に設けられた第1のスイッチと、

前記第1トランスコンダクタンスアンプの一方の入力端子と前記第3トランスコンダクタンスアンプの一方の入力端子の間に設けられた第2のスイッチと、

前記出力端子と前記第2の容量の間に設けられた第3のスイッチと、

前記出力端子と前記第1の容量の間に設けられた第4のスイッチと、

前記第4トランスコンダクタンスアンプの他方の入力端子に接続された、電圧源と、GNDに接続された第5のスイッチと、前記電圧源に接続された第6のスイッチを有したオフセット電圧調整回路と、を備え、

前記オペアンプの入力端子に接続される素子のオフセットを補正することを特徴とするオペアンプ。

【請求項 2】

前記オペアンプは、前記第1のスイッチと前記第3のスイッチと前記第5のスイッチは同時に開閉し、前記第2のスイッチと前記第4のスイッチと前記第6のスイッチは同時に開閉することを特徴とする請求項1に記載のオペアンプ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本発明は、オペアンプに関し、より詳しくはオペアンプのオフセット電圧キャンセルに関する。

【背景技術】

【0002】

センサ素子などから発生する微小な電圧を計測する半導体装置には、微小電圧を増幅する目的でオペアンプが使用される。精度よく計測するためには、オペアンプの代表的な誤差要因であるオフセット電圧の影響を小さくする必要がある。オフセット電圧を小さくする技術として、オフセット電圧を自己補正する機能を備えたオフセット電圧キャンセル機能付きのオペアンプが発明されている。

【0003】

20

従来のオフセット電圧キャンセル機能付きのオペアンプは、メインのオペアンプと補正用のオペアンプを備え、メインのオペアンプのオフセット電圧を計測し補正することで、オフセット電圧の補正を実現させている（例えば、特許文献1参照。）。

【0004】

図4は、従来のオフセット電圧キャンセルオペアンプの回路図である。非反転入力端子101及び反転入力端子102に接続されたメインアンプ117は、トランスコンダクタンスアンプ107及び108と、トランスインピーダンスアンプ113を備える。トランスコンダクタンスアンプ108は、非反転入力端子にコンデンサ111が接続されている。反転入力端子102及びスイッチ103を介して非反転入力端子101に接続された補正用アンプ118は、トランスコンダクタンスアンプ109及び110と、トランスインピーダンスアンプ114を備える。二つの入力端子の間にはスイッチ104が接続されている。トランスコンダクタンスアンプ110は、反転入力端子にコンデンサ112が接続されている。トランスインピーダンスアンプ114の出力端子は、スイッチ115を介してコンデンサ111に接続され、スイッチ116を介してコンデンサ112に接続される。メインアンプ117は、入力端子にオフセット電圧105が存在する。補正用アンプ118は、入力端子にオフセット電圧106が存在する。

30

【0005】

スイッチ103及び115は、クロック2モードのときに接続される。スイッチ104及び116は、クロック1モードのときに接続される。クロック1モードは、補正用アンプ118のオフセット電圧106を補正するモードである。クロック2モードは、メインアンプ117のオフセット電圧105を補正するモードである。

40

【0006】

図4のオフセット電圧キャンセルオペアンプは、クロック1モードとクロック2モードを交互に行うことにより、補正用アンプ118によってメインアンプ117のオフセット電圧を補正する。

【0007】

次に、図4のオフセット電圧キャンセルオペアンプの動作を説明する。ここで、トランスコンダクタンスアンプのトランスコンダクタンスをgm、トランスインピーダンスアンプのトランスインピーダンスをRとする。

【0008】

50

クロック 1 モードでは、補正用アンプのオフセット電圧 106 ($V_{off,n}$) の値を、トランジスタコンダクタンスアンプ 109 にて測定し、その情報をコンデンサ 112 へ保存する。補正用アンプ 118 の出力端子 120 の出力電圧 ($V_{out,n}$) は、次式で示される。

【0009】

$$V_{out,n} = (V_{off,n} \times gm3 - V_{out,n} \times gm4) \times Rn \\ = V_{off,n} \times gm3 \times Rn / (1 + gm4 \times Rn) \quad V_{off,n} \times gm3 / gm4$$

よって、クロック 1 モードでは、コンデンサ 112 へ $V_{off,n} \times gm3 / gm4$ の電圧が保存される。

【0010】

クロック 2 モードでは、メインアンプ 117 のオフセット電圧 105 ($V_{off,m}$) の値を 10 、補正用アンプ 118 にて測定し、その情報をコンデンサ 111 へ保存する。このときには、補正用アンプ 118 のオフセット電圧の値は、コンデンサ 112 に保存されている。非反転入力端子 101 に電圧 (V_{in}) が入力され、反転入力端子 102 にはメインアンプ出力端子 119 から帰還率 β でフィードバックされている場合、メインアンプ 117 の出力端子 119 の出力電圧 ($V_{out,m}$) は、次式で示される。

【0011】

$$V_{out,m} = [(V_{in} - V_{out,m} + V_{off,m}) \times gm1 + (V_{in} - V_{out,m} + V_{off,n}) \times gm3 - (V_{off,n} \times gm3 / gm4) \times gm4] \times Rn \times gm2 \times Rm \\ = (gm1 + gm2 \times gm3 \times Rn) \times Rm \times V_{in} / [1 + Rm \times (gm1 + gm2 \times gm3 \times Rn)] + (gm1 \times Rm \times V_{off,m}) / [1 + Rm \times (gm1 + gm2 \times gm3 \times Rn)] \quad 20$$

ここで、 $gm1=gm2=gm3=gm4=gm$ とすると、

$$V_{out,m} = [V_{in} + V_{off,m} / (gm \times Rn)] /$$

となる。上式から、補正用アンプ 118 のオフセット電圧 106 ($V_{off,n}$) の影響はなくなり、メインアンプ 117 のオフセット電圧 105 ($V_{off,m}$) は $1 / (gm \times Rn)$ となり、影響は非常に小さくなる。

【0012】

従って、従来のオフセット電圧キャンセルオペアンプは、自己のオフセット電圧をキャンセルすることが可能である。また、オフセット電圧は温度特性を持っているが、その温度特性も同様にキャンセルすることが可能である。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0013】

【特許文献 1】特開平 3 - 117908 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

オペアンプに接続されるセンサ素子は、個々のセンサ素子ごとに異なるオフセット電圧や、温度特性を有している。従って、測定精度を上るためには、センサ素子のオフセット電圧や温度特性をキャンセルしなければならない。

【0015】

40

しかしながら、従来のオフセット電圧キャンセルオペアンプは、自己のオフセット電圧や温度特性を減少することが可能であるが、センサ素子のオフセット電圧や温度特性をキャンセルすることが出来ない。

【0016】

本発明は、以上のような課題を解決するために考案されたものであり、センサ素子のオフセット電圧や温度特性をキャンセルすることが出来、測定精度のよいオフセット電圧キャンセルオペアンプを実現するものである。

【課題を解決するための手段】

【0017】

従来の課題を解決するために、本発明のオフセット電圧キャンセルオペアンプは以下の

50

ような構成とした。

【0018】

入力端子を共通に接続したメインアンプとオフセット補正用アンプとを備えたオペアンプであって、メインアンプは、測定用の第1トランスコンダクタンスアンプとオフセット補正用の第2トランスコンダクタンスアンプと第2トランスコンダクタンスアンプの入力端子に接続された第1の容量とを備え、オフセット補正用アンプは、測定用の第3トランスコンダクタンスアンプとオフセット補正用の第4トランスコンダクタンスアンプと第4トランスコンダクタンスアンプの一方の入力端子に接続された第2の容量とを備え、オフセット補正用アンプは第4トランスコンダクタンスアンプの他方の入力端子にオフセット電圧調整回路を備え、入力端子に接続される素子のオフセットを補正するオペアンプ。

10

【発明の効果】

【0019】

本発明のオフセット電圧キャンセルオペアンプによれば、接続されるセンサ素子のオフセット電圧や温度特性に合わせて、オフセット電圧をキャンセルすることが出来、測定精度のよいオフセット電圧キャンセルオペアンプを実現することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明のオフセット電圧キャンセルオペアンプの回路図である。

【図2】図1のオフセット電圧キャンセルオペアンプのクロック1モードを示す回路図である。

20

【図3】図1のオフセット電圧キャンセルオペアンプのクロック2モードを示す回路図である。

【図4】従来のオフセット電圧キャンセルオペアンプを示す回路図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下の添付の図面を参照して、本発明のオフセット電圧キャンセルオペアンプを説明する。

【0022】

図1は、本発明のオフセット電圧キャンセルオペアンプの回路図である。非反転入力端子101及び反転入力端子102に接続されたメインアンプ117は、トランスコンダクタンスアンプ107及び108と、トランスインピーダンスアンプ113を備える。トランスコンダクタンスアンプ108は、非反転入力端子にコンデンサ111が接続されている。反転入力端子102及びスイッチ103を介して非反転入力端子101に接続された補正用アンプ118は、トランスコンダクタンスアンプ109及び110と、トランスインピーダンスアンプ114を備える。二つの入力端子の間にはスイッチ104が接続されている。トランスコンダクタンスアンプ110は、非反転入力端子にオフセット電圧調整回路124が接続され、反転入力端子にコンデンサ112が接続されている。トランスインピーダンスアンプ114の出力端子は、スイッチ115を介してコンデンサ111に接続され、スイッチ116を介してコンデンサ112に接続される。メインアンプ117は、入力端子にオフセット電圧105が存在する。補正用アンプ118は、入力端子にオフセット電圧106が存在する。

30

【0023】

オフセット電圧調整回路124は、スイッチ121及び122と、電圧源123を備える。電圧源123は、スイッチ121を介してオフセット電圧調整回路124の出力端子に接続される。スイッチ122は、GNDと出力端子の間に接続される。従って、スイッチ121及び122を切替えることによって、トランスコンダクタンスアンプ110の非反転入力端子に、電圧源123の電圧かGNDの電圧が入力される。

【0024】

スイッチ103、115及び121は、クロック2モードのときに接続される。スイッチ104、116及び122は、クロック1モードのときに接続される。クロック

40

50

1 モードは、補正用アンプ 118 のオフセット電圧 106 を補正するモードである。クロック 2 モードは、メインアンプ 117 のオフセット電圧 105 を補正するモードである。

【0025】

図 1 のオフセット電圧キャンセルオペアンプは、クロック 1 モードとクロック 2 モードを交互に行うことにより、補正用アンプ 118 によってメインアンプ 117 のオフセット電圧を補正する。

【0026】

次に、図 1 のオフセット電圧キャンセルオペアンプの動作を説明する。ここで、トランスコンダクタンスアンプのトランスコンダクタンスを gm 、トランスインピーダンスアンプのトランスインピーダンスを R とする。

10

【0027】

図 2 は、クロック 1 モードを示す回路図である。クロック 1 モードでは、補正用アンプのオフセット電圧 106 ($V_{off,n}$) の値を、トランスコンダクタンスアンプ 109 にて測定し、その情報をコンデンサ 112 へ保存する。

補正用アンプ 118 の出力端子 120 の出力電圧 ($V_{out,n}$) は、次式で示される。

【0028】

$$\begin{aligned} V_{out,n} &= (V_{off,n} \times gm3 - V_{out,n} \times gm4) \times Rn \\ &= V_{off,n} \times gm3 \times Rn / (1 + gm4 \times Rn) \quad V_{off,n} \times gm3 / gm4 \end{aligned}$$

よって、クロック 1 モードでは、コンデンサ 112 へ $V_{off,n} \times gm3 / gm4$ の電圧が保存される。

20

【0029】

図 3 は、クロック 2 モードを示す回路図である。クロック 2 モードでは、メインアンプ 117 のオフセット電圧 105 ($V_{off,m}$) の値を、補正用アンプ 118 にて測定し、その情報をコンデンサ 111 へ保存する。このときに、補正用アンプ 118 のオフセット電圧の値は、コンデンサ 112 に保存されている。トランスコンダクタンスアンプ 110 の非反転入力端子には、電圧源 123 の電圧 (V_c) が接続される。

【0030】

非反転入力端子 101 に電圧 (V_{in}) が入力され、反転入力端子 102 にはメインアンプ出力端子 119 から帰還率 m でフィードバックされている場合、メインアンプ 117 の出力端子 119 の出力電圧 ($V_{out,m}$) は、次式で示される。

30

【0031】

$$\begin{aligned} V_{out,m} &= [(V_{in} - V_{out,m} + V_{off,m}) \times gm1 + (V_{in} - V_{out,m} + V_{off,n}) \times gm3 - (V_{off,n} \times gm3 / gm4 - V_c) \times gm4] \times Rn \times gm2 \times Rm \\ &= (gm1 + gm2 \times gm3 \times Rn) \times Rm \times V_{in} / [1 + Rm \times (gm1 + gm2 \times gm3 \times Rn)] + (gm1 \times Rm \times V_{off,m} + V_c \times gm2 \times gm3 \times Rn) / [1 + Rm \times (gm1 + gm2 \times gm3 \times Rn)] \end{aligned}$$

ここで、 $gm1=gm2=gm3=gm4=gm$ とすると、

$$V_{out,m} = [V_{in} + V_{off,m} / (gm \times Rn) + V_c] /$$

となる。上式から、補正用アンプ 118 のオフセット電圧 106 ($V_{off,n}$) の影響はなくなり、メインアンプ 117 のオフセット電圧 105 ($V_{off,m}$) の影響は非常に小さくなる。そして、電圧源 123 の電圧 (V_c) がオフセット電圧に加算される。これにより、電圧源 123 の電圧 (V_c) を変更することにより、オフセット電圧キャンセルオペアンプにオフセット電圧調整機能を付加することが可能となる。

40

【0032】

以上説明したように、電圧源 123 の電圧 (V_c) を変えることにより、オフセット電圧の値を調整できるようになり、接続されるセンサ素子のオフセット電圧をキャンセルすることが可能となる。また、電圧源 123 の電圧 (V_c) の温度特性を、接続されるセンサ素子の温度特性をキャンセルできるように設定すると、センサ素子の温度特性をキャンセルすることが可能となる。

【0033】

50

なお、図1では、トランスコンダクタンスアンプ110の非反転入力端子に電圧源123が接続されているが、反転入力端子に接続されているコンデンサ112においても同様な考え方をすることが可能である。クロック2モードにおいて、コンデンサ112に電荷を出し入れして電圧を変更することによって、センサ素子のオフセット電圧及び温度特性をキャンセルすることが可能となる。

【符号の説明】

【0034】

101 非反転入力端子

102 反転入力端子

105, 106 オフセット電圧

10

107, 108, 109, 110 トランスコンダクタンスアンプ

113, 114 トランスインピーダンスアンプ

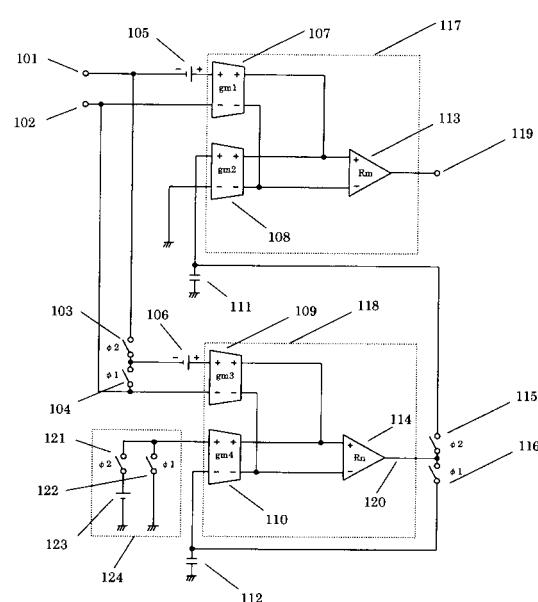
117 メインアンプ

118 補正用アンプ

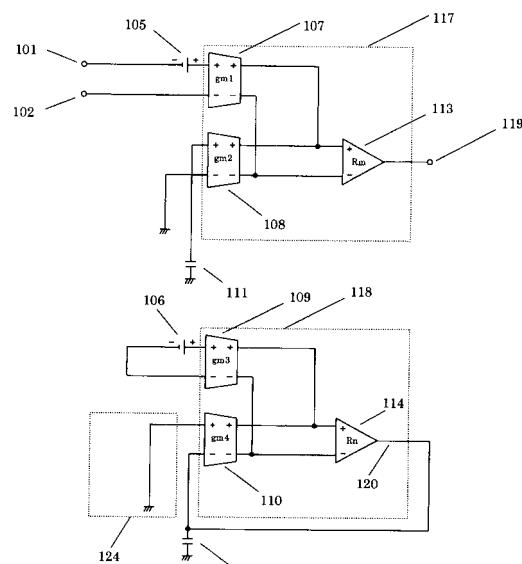
123 電圧源

124 オフセット電圧調整回路

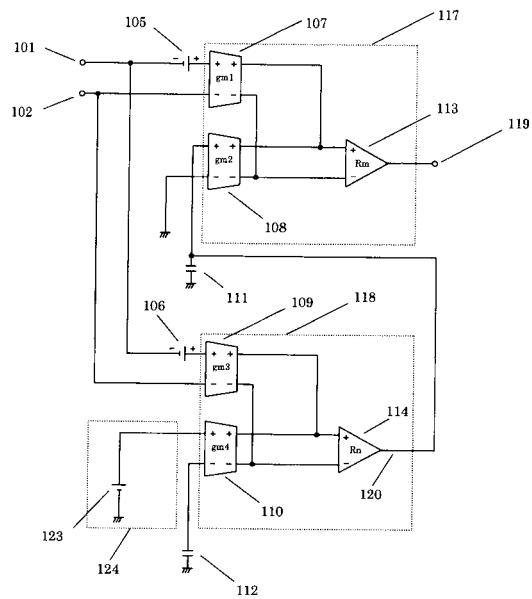
【図1】



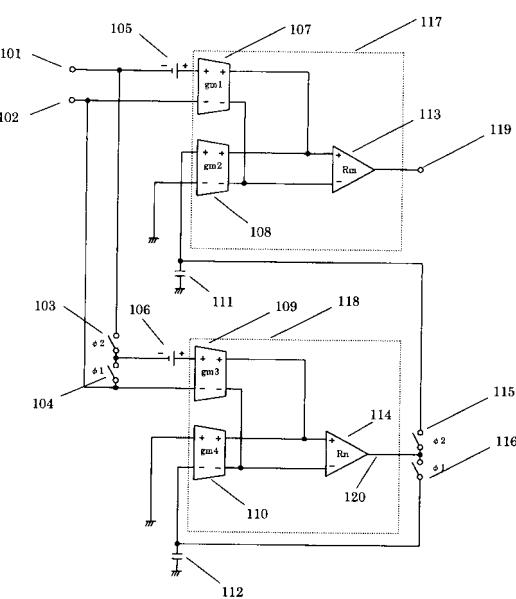
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

審査官 柳下 勝幸

(56)参考文献 米国特許出願公開第2007/0013439(US, A1)

特表2001-520391(JP, A)

米国特許第04605907(US, A)

特開2000-295052(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03F 3/34

H03F 3/45