

(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.

F I

H03F 3/34 (2006.01)

H03F 3/34

A

H03F 3/45 (2006.01)

H03F 3/45

Z

H03F 3/34

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、

10

20

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】

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】

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。

【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。

【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  $g_m$ 、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】

クロック 1 モードでは、補正用アンプのオフセット電圧 1 0 6 (Voff,n) の値を、トランスコンダクタンスアンプ 1 0 9 にて測定し、その情報をコンデンサ 1 1 2 へ保存する。補正用アンプ 1 1 8 の出力端子 1 2 0 の出力電圧 (Vout,n) は、次式で示される。

【 0 0 0 9 】

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

よって、クロック 1 モードでは、コンデンサ 1 1 2 へ  $V_{off,n} \times gm3 / gm4$  の電圧が保存される。

【 0 0 1 0 】

クロック 2 モードでは、メインアンプ 1 1 7 のオフセット電圧 1 0 5 (Voff,m) の値を、補正用アンプ 1 1 8 にて測定し、その情報をコンデンサ 1 1 1 へ保存する。このときに、補正用アンプ 1 1 8 のオフセット電圧の値は、コンデンサ 1 1 2 に保存されている。非反転入力端子 1 0 1 に電圧 (Vin) が入力され、反転入力端子 1 0 2 にはメインアンプ出力端子 1 1 9 から帰還率 でフィードバックされている場合、メインアンプ 1 1 7 の出力端子 1 1 9 の出力電圧 (Vout,m) は、次式で示される。

【 0 0 1 1 】

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

ここで、 $gm1=gm2=gm3=gm4=gm$  とすると、

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

となる。上式から、補正用アンプ 1 1 8 のオフセット電圧 1 0 6 (Voff,n) の影響はなくなり、メインアンプ 1 1 7 のオフセット電圧 1 0 5 (Voff,m) は  $1 / (gm \times R_n)$  となり、影響は非常に小さくなる。

【 0 0 1 2 】

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】

【特許文献】

【 0 0 1 3 】

【特許文献 1】特開平 3 - 1 1 7 9 0 8 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 4 】

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、測定精度を上げるためには、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。

【 0 0 1 5 】

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。

【 0 0 1 6 】

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】

【 0 0 1 7 】

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

10

20

30

40

50

ような構成とした。

【 0 0 1 8 】

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 】

【 0 0 1 9 】

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 】

【 0 0 2 0 】

【 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 】

【 0 0 2 1 】

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。

【 0 0 2 2 】

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 1 0 1 及び反転入力端子 1 0 2 に接続されたメインアンプ 1 1 7 は、トランスコンダクタンスアンプ 1 0 7 及び 1 0 8 と、トランスインピーダンスアンプ 1 1 3 を備える。トランスコンダクタンスアンプ 1 0 8 は、非反転入力端子にコンデンサ 1 1 1 が接続されている。反転入力端子 1 0 2 及びスイッチ 1 0 3 を介して非反転入力端子 1 0 1 に接続された補正用アンプ 1 1 8 は、トランスコンダクタンスアンプ 1 0 9 及び 1 1 0 と、トランスインピーダンスアンプ 1 1 4 を備える。二つの入力端子の間にはスイッチ 1 0 4 が接続されている。トランスコンダクタンスアンプ 1 1 0 は、非反転入力端子にオフセット電圧調整回路 1 2 4 が接続され、反転入力端子にコンデンサ 1 1 2 が接続されている。トランスインピーダンスアンプ 1 1 4 の出力端子は、スイッチ 1 1 5 を介してコンデンサ 1 1 1 に接続され、スイッチ 1 1 6 を介してコンデンサ 1 1 2 に接続される。メインアンプ 1 1 7 は、入力端子にオフセット電圧 1 0 5 が存在する。補正用アンプ 1 1 8 は、入力端子にオフセット電圧 1 0 6 が存在する。

30

40

【 0 0 2 3 】

オフセット電圧調整回路 1 2 4 は、スイッチ 1 2 1 及び 1 2 2 と、電圧源 1 2 3 を備える。電圧源 1 2 3 は、スイッチ 1 2 1 を介してオフセット電圧調整回路 1 2 4 の出力端子に接続される。スイッチ 1 2 2 は、GND と出力端子の間に接続される。従って、スイッチ 1 2 1 及び 1 2 2 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 1 1 0 の非反転入力端子に、電圧源 1 2 3 の電圧が GND の電圧が入力される。

【 0 0 2 4 】

スイッチ 1 0 3、1 1 5 及び 1 2 1 は、クロック 2 モードのときに接続される。スイッチ 1 0 4、1 1 6 及び 1 2 2 は、クロック 1 モードのときに接続される。クロック

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 $g_m$ 、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。

【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】

$$V_{out,n} = (V_{off,n} \times g_{m3} - V_{out,n} \times g_{m4}) \times R_n$$

$$= V_{off,n} \times g_{m3} \times R_n / (1 + g_{m4} \times R_n) \quad V_{off,n} \times g_{m3} / g_{m4}$$

よって、クロック １モードでは、コンデンサ１１２へ  $V_{off,n} \times g_{m3} / g_{m4}$  の電圧が保存される。

【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。

【００３１】

$$V_{out,m} = \{ (V_{in} - \quad \times V_{out,m} + V_{off,m}) \times g_{m1} + [ (V_{in} - \quad \times V_{out,m} + V_{off,n}) \times g_{m3} - (V_{off,n} \times g_{m3} / g_{m4} - V_c) \times g_{m4} ] \times R_n \times g_{m2} \} \times R_m$$

$$= (g_{m1} + g_{m2} \times g_{m3} \times R_n) \times R_m \times V_{in} / [1 + \quad \times R_m \times (g_{m1} + g_{m2} \times g_{m3} \times R_n)] + (g_{m1} \times R_m \times V_{off,m} + V_c \times g_{m2} \times g_{m3} \times R_n) / [1 + \quad \times R_m \times (g_{m1} + g_{m2} \times g_{m3} \times R_n)]$$

ここで、 $g_{m1}=g_{m2}=g_{m3}=g_{m4}=g_m$  とすると、

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

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。

【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】

10

20

30

40

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。

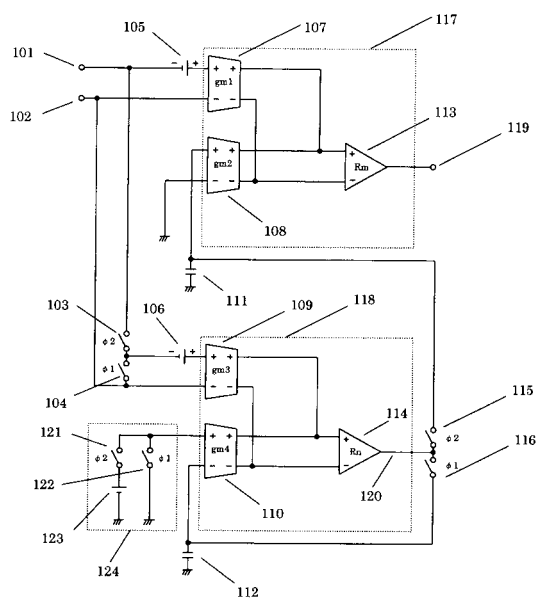
【符号の説明】

【0034】

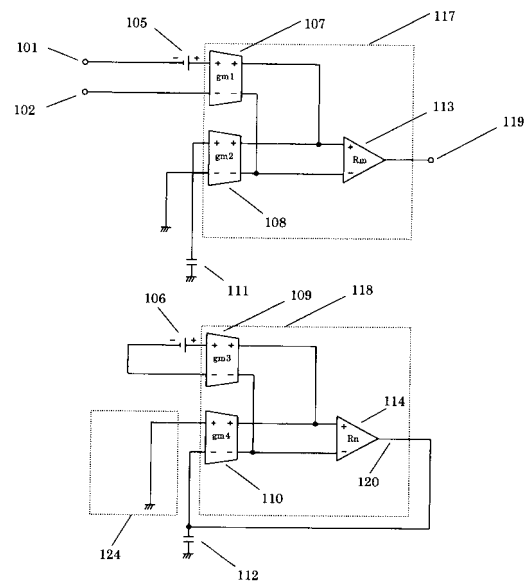
- 101 非反転入力端子
- 102 反転入力端子
- 105, 106 オフセット電圧
- 107, 108, 109, 110 トランスコンダクタンスアンプ
- 113, 114 トランスインピーダンスアンプ
- 117 メインアンプ
- 118 補正用アンプ
- 123 電圧源
- 124 オフセット電圧調整回路

10

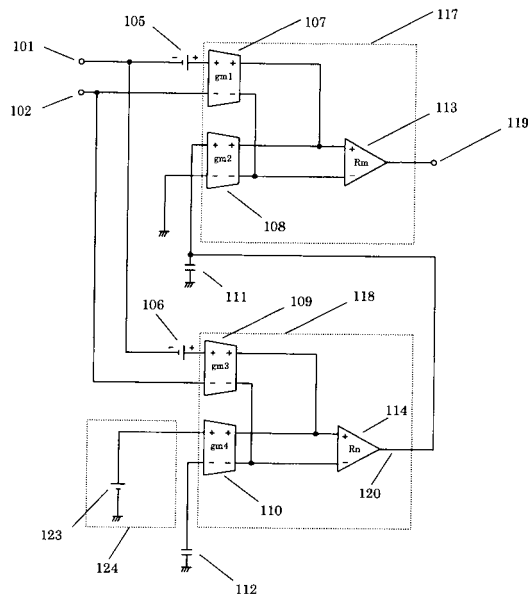
【図 1】



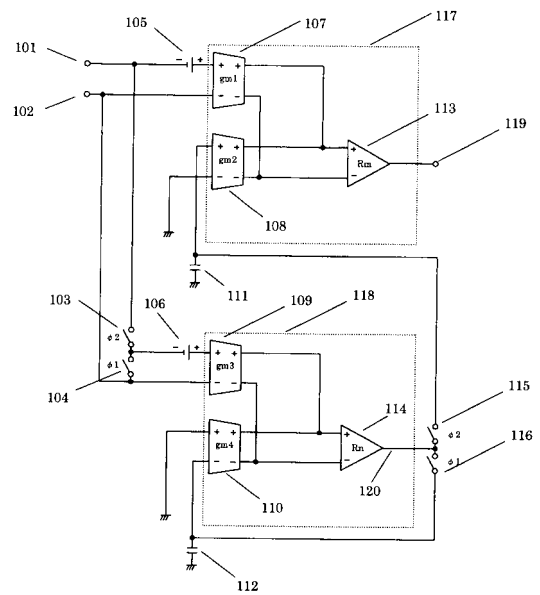
【図 2】



【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