

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

**特許第3772656号
(P3772656)**

(45) 発行日 平成18年5月10日(2006.5.10)

(24) 登録日 平成18年2月24日(2006.2.24)

(51) Int. Cl.

F I

H03G 3/12 (2006.01)

H03G 3/12 Z

G01K 7/00 (2006.01)

G01K 7/00 321G

G01K 7/20 (2006.01)

G01K 7/20 A

G01R 15/09 (2006.01)

G01R 15/08 A

請求項の数 5 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2000-268085 (P2000-268085)
 (22) 出願日 平成12年9月5日(2000.9.5)
 (65) 公開番号 特開2002-76804 (P2002-76804A)
 (43) 公開日 平成14年3月15日(2002.3.15)
 審査請求日 平成16年2月17日(2004.2.17)

(73) 特許権者 000002945
 オムロン株式会社
 京都市下京区堀小路通堀川東入南不動堂町
 801番地
 (74) 代理人 100086737
 弁理士 岡田 和秀
 (72) 発明者 上田 法弘
 岡山県岡山市海吉2075番地 オムロン
 岡山株式会社内
 (72) 発明者 谷口 輝明
 岡山県岡山市海吉2075番地 オムロン
 岡山株式会社内

審査官 石井 研一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 温度調整器の入力回路

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

高電位側電源端子と低電位側電源端子との間に分圧用の第1の抵抗器と温度抵抗特性をもつ温度センサーと第2の抵抗器とがこの順に直列に挿入され、前記第1の抵抗器と前記温度センサーの直列回路に対して第3の抵抗器が並列に接続され、前記第1の抵抗器と前記温度センサーとの接続点がオペアンプの非反転入力端子に接続され、前記温度センサーと前記第2の抵抗器との接続点が第5の抵抗器を介して前記オペアンプの反転入力端子に接続され、前記オペアンプの出力端子と反転入力端子との間の帰還ループに増幅率調整回路が介挿され、この増幅率調整回路は、互いに背反的にオン/オフ制御される第1および第2のスイッチと、これら両スイッチ間に接続されて帰還抵抗の状態と前記第5の抵抗器

10

の入力回路において、
 前記第1の抵抗器と前記温度センサーおよび前記オペアンプの非反転入力端子との間に基準点シフト回路が介挿されており、

この基準点シフト回路は、前記第1の抵抗器と前記温度センサーとの間に挿入されたシフト用抵抗器と、前記第1の抵抗器と前記シフト用抵抗器との接続点と前記オペアンプの非反転入力端子との間に介挿された第3のスイッチと、前記シフト用抵抗器と前記温度センサーとの接続点と前記非反転入力端子との間に介挿された第4のスイッチとから構成されており、

前記増幅率調整回路における前記第6の抵抗器が前記オペアンプの帰還抵抗とならないよ

20

うに前記第 1 のスイッチをオンしかつ前記第 2 のスイッチをオフするときに、前記オペアンプに対して前記温度センサーおよび前記シフト用抵抗器の両端間電圧が印加されるように、前記基準点シフト回路における前記第 3 のスイッチをオンしかつ前記第 4 のスイッチをオフする一方、

前記増幅率調整回路における前記第 6 の抵抗器が前記オペアンプの帰還抵抗となるように前記第 1 のスイッチをオフしかつ前記第 2 のスイッチをオンするときに、前記オペアンプに対して前記シフト用抵抗器が切り離され前記温度センサーの両端間電圧が印加されるように、前記基準点シフト回路における前記第 3 のスイッチをオフしかつ第 4 のスイッチをオンするように構成してあることを特徴とする温度調整器の入力回路。

【請求項 2】

前記基準点シフト回路のシフト用抵抗器の抵抗値を、前記温度センサーによる狭い測定範囲の下限值における抵抗値と前記温度センサーによる広い測定範囲の下限值における抵抗値との差分としてあることを特徴とする請求項 1 に記載の温度調整器の入力回路。

【請求項 3】

前記温度センサーと前記第 2 の抵抗器との接続点と前記第 3 の抵抗器との間に、前記シフト用抵抗器と抵抗値が近似しているまたは等しい調整抵抗器を挿入してあることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の温度調整器の入力回路。

【請求項 4】

前記温度センサーが白金測温抵抗体であることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 までのいずれかに記載の温度調整器の入力回路。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 までのいずれかに記載の構成を有し、前記温度センサーに代えて、温度 抵抗特性をもつ任意の物理量に対するセンサーを備えて構成されていることを特徴とする入力回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、温度調整器の入力回路にかかわり、特に、増幅率可変型とした場合の分解能向上の技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

図 15 は従来の技術の温度調整器の入力回路の構成を示す回路図である。この従来の技術の温度調整器の入力回路は、第 1 のスイッチ S_1 と第 2 のスイッチ S_2 と抵抗器 R_6 (第 6 の抵抗器) とからなる増幅率調整回路 100 を備えている。基準電圧 V_{ref} の高電位側電源端子 10 とグラウンドレベルの低電位側電源端子 20 との間に白金測温抵抗体 30 を接続するに、第 1 の抵抗器 R_1 を白金測温抵抗体 30 の正極端子側に直列に挿入し、第 2 の抵抗器 R_2 を白金測温抵抗体 30 の負極端子側に直列に挿入する状態で接続してある。すなわち、高電位側電源端子 10 と第 1 の抵抗器 R_1 と白金測温抵抗体 30 と第 2 の抵抗器 R_2 と低電位側電源端子 20 とを、この順に直列に接続してある。また、白金測温抵抗体 30 の負極端子を高電位側電源端子 10 に対して第 3 の抵抗器 R_3 を介して接続してある。

【0003】

白金測温抵抗体 30 の正極端子つまり第 1 の抵抗器 R_1 との接続点 a をオペアンプ 40 の非反転入力端子 (+) に対して接続するに、第 4 の抵抗器 R_4 を直列に挿入する状態で接続してある。

【0004】

白金測温抵抗体 30 の負極端子つまり第 2 の抵抗器 R_2 との接続点 b をオペアンプ 40 の反転入力端子 (-) に対して接続するに、第 5 の抵抗器 R_5 と第 2 のスイッチ S_2 を直列に挿入する状態で接続してある。第 3 の抵抗器 R_3 と第 5 の抵抗器 R_5 とは接続点 f において共通に接続された状態となっている。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 5 】

第 5 の抵抗器 R_5 と第 2 のスイッチ S_2 との接続点 g とオペアンプ 40 の出力端子 j とが第 6 の抵抗器 R_6 および第 7 の抵抗器 R_7 を介して直列に接続されている。そして、第 6 の抵抗器 R_6 と第 7 の抵抗器 R_7 との接続点 h と第 2 のスイッチ S_2 とオペアンプ 40 の反転入力端子 (-) との接続点 i との間が第 1 のスイッチ S_1 を介してバイパス的に接続されている。

【 0 0 0 6 】

第 1 のスイッチ S_1 と第 2 のスイッチ S_2 とは切換制御信号 S_c によって背反的にオン / オフ切り換えされるように構成されている。すなわち、切換制御信号入力端子 50 を第 1 のスイッチ S_1 の制御入力端子に接続し、切換制御信号入力端子 50 をインバータ 60 を介して第 2 のスイッチ S_2 の制御入力端子に接続してある。

10

【 0 0 0 7 】

第 1 のスイッチ S_1 と第 2 のスイッチ S_2 と第 6 の抵抗器 R_6 とのループ回路は、オペアンプ 10 の増幅率を調整するための増幅率調整回路 100 を構成している。

【 0 0 0 8 】

この従来技術の温度調整器の入力回路において、例えば - 200 から 500 までの広い温度範囲にわたって温度測定を行うときには、第 1 のスイッチ S_1 をオン、第 2 のスイッチ S_2 をオフにして第 1 モードを選択し、図 16 に示す小さい勾配 α_0 の特性曲線 A_0 のもとで温度調整器の入力回路を使用することとし、また、例えば - 200 から 100 までの狭い温度範囲での温度測定を行うときには、第 2 のスイッチ S_2 をオン、第 1 のスイッチ S_1 をオフにして第 2 モードを選択し、大きい勾配 β_0 の特性曲線 B_0 のもとで温度調整器の入力回路を使用することとしている。

20

【 0 0 0 9 】

この温度調整器の入力回路の電圧 温度特性を図 16 に示す。第 1 モードの特性曲線 A_0 は、切換制御信号 S_c を “ H ” レベルとなして、第 1 のスイッチ S_1 をオンにし、インバータ 60 を介して第 2 のスイッチ S_2 をオフにしたときのものである。第 2 モードの特性曲線 B_0 は、上記とは逆に、切換制御信号 S_c を “ L ” レベルとなして、インバータ 60 を介して第 2 のスイッチ S_2 をオンにし、第 1 のスイッチ S_1 をオフにしたときのものである。

【 0 0 1 0 】

第 1 モードの特性曲線 A_0 は勾配 α_0 が緩やかであり、第 2 モードの特性曲線 B_0 は勾配 β_0 が急である。当該の温度調整器の入力回路の次段の A / D 変換器におけるダイナミックレンジ DR_0 に対して、第 1 モードの特性曲線 A_0 は、- 200 から 500 までの広い温度範囲において対応可能となっており、第 2 モードの特性曲線 B_0 は、- 200 から 100 までの狭い温度範囲において対応可能となっている。特性曲線 A_0 と特性曲線 B_0 とは基準点 P_0 を共通としている。

30

【 0 0 1 1 】

【 発明が解決しようとする課題 】

上記した従来の技術の温度調整器の入力回路には次のような問題点がある。

【 0 0 1 2 】

大きい勾配 β_0 の特性曲線 B_0 のもとで温度調整器の入力回路を使用するときに、- 200 から 100 までの 300 範囲で特性曲線 B_0 を使用しているが、この範囲をさらに狭くして、例えば 0 から 100 までの 100 範囲で大きい勾配 β_0 の特性曲線 B_0 を利用しようとした場合には、その A / D 変換領域 DR_1 は A / D 変換器のダイナミックレンジ DR_0 のほぼ 3 分の 1 程度しか利用しないことになる。

40

【 0 0 1 3 】

0 から 100 までの測定範囲で高い分解能を得ようとしても、この従来技術の温度調整器の入力回路にあっては、勾配を変更することができても、基準点 P_0 を水平方向にずらすことができないことが、上記の 3 分の 1 程度しか利用できない原因となっている。すなわち、有効領域と無効領域の比がほぼ 1 : 2 となっている。もっとも、このような数値

50

は単なる例示にすぎず、ほかに多様な数値関係があり得ることはいうまでもない。

【 0 0 1 4 】

ここで理解を深めるために、オペアンプ 1 0 の出力電圧 V_o の計算を行う。

【 0 0 1 5 】

(1) 第 1 モード (特性曲線 A_0)

切換制御信号 S_c を “ H ” レベルとすることにより第 1 モードが設定される。このとき、増幅率調整回路 1 0 0 において、第 1 のスイッチ S_1 がオンにされ、背反的に第 2 のスイッチ S_2 がオフとされる。このとき、オペアンプ 4 0 の帰還抵抗として第 7 の抵抗器 R_7 が選択されている。そして、第 6 の抵抗器 R_6 は、第 1 モードの特性曲線 A_0 の勾配 α_0 を低くするために、オペアンプ 4 0 の反転入力端子 (-) と白金測温抵抗体 3 0 の負極端子との間で存在するように、機能素子としては、第 7 の抵抗器 R_7 側ではなく第 5 の抵抗器 R_5 側に接続され、入力抵抗値を増す機能を担っている。

10

【 0 0 1 6 】

第 1 の抵抗器 R_1 と白金測温抵抗体 3 0 との直列回路は、第 3 の抵抗器 R_3 との直列回路と並列回路を構成している。白金測温抵抗体 3 0 を温度センサー抵抗 R_{Pt} と表現することとして、これら抵抗群の合成抵抗 R_c を計算すると、

【 0 0 1 7 】

【 数 1 】

$$R_c = \frac{(R_1 + R_{Pt}) \cdot R_3}{(R_1 + R_{Pt}) + R_3} \quad (1)$$

20

となる。

【 0 0 1 8 】

白金測温抵抗体 3 0 の負極端子 b の電圧つまり第 3 の抵抗器 R_3 と第 5 の抵抗器 R_5 との接続点 f の電圧を V_2 とすると、この電圧 V_2 は、基準電圧 V_{ref} を合成抵抗 R_c と第 2 の抵抗器 R_2 とで分圧したときの第 2 の抵抗器 R_2 の両端電圧となるので、

【 0 0 1 9 】

【 数 2 】

$$V_2 = \frac{V_{ref}}{R_c + R_2} \cdot R_2 \quad (2)$$

30

となる。

【 0 0 2 0 】

次に、オペアンプ 4 0 の非反転入力端子 (+) に印加される電圧 V_1 を、上記の電圧 V_2 を利用して求める。高電位側電源端子 1 0 の基準電圧 V_{ref} は、第 1 の抵抗器 R_1 と第 4 の抵抗器 R_4 を介してオペアンプ 4 0 の非反転入力端子 (+) に印加される。この経路には電流が実質的に流れないので、非反転入力端子 (+) への印加電圧 V_1 は、結果的に、第 1 の抵抗器 R_1 と第 4 の抵抗器 R_4 との接続点 a の電圧 V_a と等しくなる。第 1 の抵抗器 R_1 と温度センサー抵抗 R_{Pt} とによる電圧降下は、 $(V_{ref} - V_2)$ である。この電圧 $(V_{ref} - V_2)$ を、 R_1 と R_{Pt} とで分圧し、さらに電圧 V_2 を加えれば、接続点 a の電圧 V_a となる。そして、これが非反転入力端子 (+) への印加電圧 V_1 である。すなわち、

40

【 0 0 2 1 】

【 数 3 】

$$V_1 = V_a = (V_{ref} - V_2) \cdot \frac{R_{Pt}}{R_1 + R_{Pt}} + V_2 \quad (3)$$

50

である。

【 0 0 2 2 】

増幅率調整回路 1 0 0 において第 1 のスイッチ S_1 をオンに、第 2 のスイッチ S_2 をオフにした第 1 モードにおいては、第 6 の抵抗器 R_6 と第 7 の抵抗器 R_7 との接続点 h が第 1 のスイッチ S_1 のオンによってオペアンプ 1 0 の反転入力端子 (-) に接続され、その接続点 i の電圧がイマジナル・ショートにより非反転入力端子 (+) への印加電圧 V_1 と等しくなる。オペアンプ 4 0 の帰還抵抗は第 7 の抵抗器 R_7 のみとなる。

【 0 0 2 3 】

オペアンプ 1 0 の出力端子 j から第 7 の抵抗器 R_7 、第 6 の抵抗器 R_6 、第 5 の抵抗器 R_5 のラインに流れる電流は一定である。したがって、オペアンプ 4 0 の出力電圧を V_o と

10

して、

【 0 0 2 4 】

【数 4】

$$\frac{V_o - V_1}{R_7} = \frac{V_1 - V_2}{R_5 + R_6} \quad (= \text{一定電流}) \quad (4)$$

となる。(4) 式を変形して、

【 0 0 2 5 】

【数 5】

20

$$V_o = V_1 + \frac{R_7}{R_5 + R_6} \cdot (V_1 - V_2) \quad (5)$$

となる。

【 0 0 2 6 】

ところで、白金測温抵抗体 3 0 の両端電圧を V_{pt} とすると、

【 0 0 2 7 】

【数 6】

30

$$V_{pt} = V_1 - V_2 \quad (6)$$

である。したがって、小さい勾配 a_0 の特性曲線 A_0 を示す第 1 のモードの場合、上記の (5) 式は、

【 0 0 2 8 】

【数 7】

$$V_o = V_1 + \frac{R_7}{R_5 + R_6} \cdot V_{pt} \quad (7)$$

40

となる。 a を定数として、温度変化 t に対して、

【 0 0 2 9 】

【数 8】

$$V_{pt} = a \cdot \Delta t \quad (8)$$

と定めることができる」とすると、

【 0 0 3 0 】

【数 9】

$$V_o = V_1 + \frac{R_7}{R_5 + R_6} \cdot (a \cdot \Delta t)$$

$$= \frac{a \cdot R_7}{R_5 + R_6} \cdot \Delta t + V_1 \quad (9)$$

となる。ここで、

【 0 0 3 1 】

【 数 1 0 】

$$\frac{a \cdot R_7}{R_5 + R_6} = \alpha_0 \quad (10)$$

とおくと、

【 0 0 3 2 】

【 数 1 1 】

$$V_o = \alpha_0 \cdot \Delta t + V_1 \quad (11)$$

となる。

【 0 0 3 3 】

これは、温度変化に対してリニアリティを有することを意味している。

【 0 0 3 4 】

(2) 第 2 モード (特性曲線 B_0)

切換制御信号 S_c を “ L ” レベルとすることにより第 2 モードが設定される。このとき、増幅率調整回路 100 において、第 2 のスイッチ S_2 がオンにされ、背反的に第 1 のスイッチ S_1 がオフとされる。オペアンプ 40 の帰還抵抗として第 7 の抵抗器 R_7 と第 6 の抵抗器 R_6 との直列抵抗体が選択されている。そして、第 6 の抵抗器 R_6 は、第 2 モードの特性曲線 B_0 の勾配 α_0 を高くするために、オペアンプ 40 の反転入力端子 (-) と第 5 の抵抗器 R_5 との接続ラインから切り離され、機能素子としては、第 5 の抵抗器 R_5 側ではなく第 7 の抵抗器 R_7 側に接続され、帰還抵抗値を増す機能を担っている。

【 0 0 3 5 】

第 1 の抵抗器 R_1 と白金測温抵抗体 30 との直列回路が第 3 の抵抗器 R_3 に対して並列回路を構成している点は第 1 モードの場合と同様であり、これら抵抗群の合成抵抗 R_c は、(1) 式と同じである。

【 0 0 3 6 】

白金測温抵抗体 30 の負極端子 b の電圧 V_2 は、(2) 式と同じであり、次のようになる。

【 0 0 3 7 】

【 数 1 2 】

$$V_2' = \frac{V_{ref}}{R_c + R_2} \cdot R_2 \quad (12)$$

増幅率調整回路 100 において第 2 のスイッチ S_2 をオンに、第 1 のスイッチ S_1 をオフにした第 2 モードにおいては、第 5 の抵抗器 R_5 と第 6 の抵抗器 R_6 との接続点 g が第 2 のスイッチ S_2 のオンによってオペアンプ 10 の反転入力端子 (-) に接続され、その接

10

20

30

40

50

続点 g の電圧がイマジナル・ショートにより非反転入力端子 (+) への印加電圧 V_1 と等しくなる。オペアンプ 40 の帰還抵抗は第 7 の抵抗器 R_7 と第 6 の抵抗器 R_6 との直列抵抗体となる。

【 0 0 3 8 】

オペアンプ 10 の出力端子から第 7 の抵抗器 R_7 、第 6 の抵抗器 R_6 、第 5 の抵抗器 R_5 のラインに流れる電流は一定である。したがって、オペアンプ 40 の出力電圧を V_o として、

【 0 0 3 9 】

【数 1 3】

$$\frac{V_o' - V_1'}{R_6 + R_7} = \frac{V_1' - V_2'}{R_5} \quad (= \text{一定電流}) \quad (13)$$

10

となる。(1 3) 式を変形して、

【 0 0 4 0 】

【数 1 4】

$$V_o' = V_1' + \frac{R_6 + R_7}{R_5} \cdot (V_1' - V_2') \quad (14)$$

20

となる。

【 0 0 4 1 】

【数 1 5】

$$V_{pt} = V_1' - V_2' \quad (15)$$

【 0 0 4 2 】

【数 1 6】

$$V_{pt} = a \cdot \Delta t \quad (16)$$

30

を代入すると、大きい勾配 β_0 の特性曲線 B_0 を示す第 2 モードの場合、上記の (1 4) 式は、

【 0 0 4 3 】

【数 1 7】

$$\begin{aligned} V_o' &= V_1' + \frac{R_6 + R_7}{R_5} \cdot (a \cdot \Delta t) \\ &= \frac{a \cdot (R_6 + R_7)}{R_5} \cdot \Delta t + V_1' \end{aligned} \quad (17)$$

40

となる。ここで、

【 0 0 4 4 】

【数 1 8】

$$\frac{a \cdot (R_6 + R_7)}{R_5} = \beta_0 \quad (18)$$

50

とおく。また、 $V_1 = V_1$ としてよいから、

【0045】

【数19】

$$V_o = \beta_0 \cdot \Delta t + V_1 \quad (19)$$

となる。これは、当該の特性曲線が温度変化に対してリニアリティを有することを意味している。

【0046】

(11)式と(19)式とは同じような形をしている。温度変化についての係数が β_0 と β_0 とで異なり、(8)式のように分母に $(R_5 + R_6)$ をもち分子に R_7 をもつ β_0 に対して、(15)式のように分母が R_5 をもち分子に $(R_6 + R_7)$ をもつ β_0 の方が大きくなっている。したがって、特性曲線 B_0 は特性曲線 A_0 より勾配が大きくなっている。しかし、温度変化 Δt が0のときの出力電圧 V_o の値は、モード1とモード2とでは互いに同じである V_1 となっている。

10

【0047】

この温度変化 Δt がないときの基準の V_1 が2つのモードで同一であるということが、基準点 P_0 が固定であることの要因である。

【0048】

すなわち、図15に示す従来技術の回路構成を採用している限りは、個々の抵抗器の抵抗値をどのように調整しても、図16に示す特性の状況には実質的な変化がなく、より狭い温度範囲での温度測定において、ダイナミックレンジを有効に利用することができず、結局、分解能の十分な向上が期待できないものとなっている。

20

【0049】

ところで、計装アンプを用いて比較増幅するように構成すれば、勾配および基準点を可変することが可能である。

【0050】

しかしながら、計装アンプは、汎用オペアンプに比べると、非常に高価であるという不都合がある。

【0051】

30

本発明は上記した課題の解決を図るべく創作したものであって、コストアップを抑制しつつ、分解能を十分に向上させることのできる温度調整器の入力回路を提供することを目的としている。

【0052】

【課題を解決するための手段】

温度調整器の入力回路についての本発明は、次のような手段を講じることにより、上記の課題を解決するものである。

【0053】

本願第1の発明の温度調整器の入力回路は、増幅率の可変に伴って特性曲線の基準点をシフトさせることを特徴とする。すなわち、前提的構成として、まず、高電位側電源端子と低電位側電源端子との間に分圧用の第1の抵抗器と温度抵抗特性をもつ温度センサーと第2の抵抗器とがこの順に直列に挿入され、前記第1の抵抗器と前記温度センサーの直列回路に対して第3の抵抗器が並列に接続され、前記第1の抵抗器と前記温度センサーとの接続点がオペアンプの非反転入力端子に接続され、前記温度センサーと前記第2の抵抗器との接続点が第5の抵抗器を介して前記オペアンプの反転入力端子に接続され、前記オペアンプの出力端子と反転入力端子との間の帰還ループに増幅率調整回路が介挿され、この増幅率調整回路は、互いに背反的にオン/オフ制御される第1および第2のスイッチと、これら両スイッチ間に接続されて帰還抵抗の状態と前記第5の抵抗器につながる状態とに切り換えられる第6の抵抗器とを備えて構成されている。上記において、温度抵抗特性とは、温度変化に伴って抵抗値が変化する特性のことである。

40

50

【 0 0 5 4 】

そして、このような構成を前提としてもっている温度調整器の入力回路において、次のような要素を備えたことを特徴としている。すなわち、前記第 1 の抵抗器と前記温度センサーおよび前記オペアンプの非反転入力端子との間に基準点シフト回路が介挿する。

【 0 0 5 5 】

この基準点シフト回路は、前記第 1 の抵抗器と前記温度センサーとの間に挿入されたシフト用抵抗器と、前記第 1 の抵抗器と前記シフト用抵抗器との接続点と前記オペアンプの非反転入力端子との間に介挿された第 3 のスイッチと、前記シフト用抵抗器と前記温度センサーとの接続点と前記非反転入力端子との間に介挿された第 4 のスイッチとから構成されている。

10

【 0 0 5 6 】

そして、前記増幅率調整回路における前記第 6 の抵抗器が前記オペアンプの帰還抵抗とならないように前記第 1 のスイッチをオンしかつ前記第 2 のスイッチをオフするときに、前記オペアンプに対して前記温度センサーおよび前記シフト用抵抗器の両端間電圧が印加されるように、前記基準点シフト回路における前記第 3 のスイッチをオンしかつ前記第 4 のスイッチをオフする。また、前記増幅率調整回路における前記第 6 の抵抗器が前記オペアンプの帰還抵抗となるように前記第 1 のスイッチをオフしかつ前記第 2 のスイッチをオンするときに、前記オペアンプに対して前記シフト用抵抗器が切り離され前記温度センサーの両端間電圧が印加されるように、前記基準点シフト回路における前記第 3 のスイッチをオフしかつ第 4 のスイッチをオンする。

20

【 0 0 5 7 】

なお、前記第 3 のスイッチと第 4 のスイッチとの接続点と前記オペアンプの非反転入力端子との間に、必要に応じて第 4 の抵抗器が挿入される。

【 0 0 5 8 】

従来技術にあっては、増幅率を可変しても、いずれも特性曲線の基準点是不変であったために、より狭い測定範囲での測定状態に切り換えて特性曲線の勾配を強くしても、その特性曲線の基準点は元通りであるために、前記より狭い測定範囲で実効的に利用可能な出力レベル範囲は、元のより広い測定範囲での利用可能な出力レベル範囲に比べて減少してしまう。つまり、増幅率を増やしたときの特性曲線の変化が基準点を中心とする単純な回転の態様となっている。

30

【 0 0 5 9 】

これに対してこの第 1 の発明においては、増幅率調整回路によって特性曲線の勾配を変化させ、基準点シフト回路によって特性曲線の基準点のシフトを行わせる。すなわち、特性曲線の基準点の水平移動を基準点シフト回路に役割分担させ、特性曲線の勾配の変化を増幅率調整回路に役割分担させる。

【 0 0 6 0 】

オペアンプの帰還ループに介挿された増幅率調整回路において増幅率を変化させることにより、特性曲線の勾配を変化させる。帰還抵抗を増やせば、特性曲線の勾配はきつい方に変化する。また、センサーと高電位側電源端子との間に介挿された基準点シフト回路において特性曲線の基準点をシフトさせる。これは、オペアンプの非反転入力端子に対する印加電圧を変化させることになる。印加電圧を減らせば、基準点は測定範囲の高い側にシフトする。

40

【 0 0 6 1 】

増幅率調整回路において第 1 のスイッチをオンにし第 2 のスイッチをオフにしたときに、連動して、基準点シフト回路において第 3 のスイッチをオンにし第 4 のスイッチをオフにして、帰還ループの抵抗値を減じることで特性曲線の勾配を緩くするとともに特性曲線の基準点を低い側にシフトさせる。

【 0 0 6 2 】

また、上記とは逆に、増幅率調整回路において第 2 のスイッチをオンにし第 1 のスイッチをオフにしたときに、連動して、基準点シフト回路において第 4 のスイッチをオンにし第

50

3のスイッチをオフにして、帰還ループの抵抗値を増すことで特性曲線の勾配をきつくとともに特性曲線の基準点を高い側にシフトさせる。

【0063】

以上により、増幅率を増やすときには、連動して特性曲線の基準点を測定範囲の高い側にシフトさせることにより、特性曲線の基準点の水平移動と特性曲線全体の回転とが合成される結果、より狭い測定範囲の下限值に基準点を近接または一致させることが可能となり、より狭い測定範囲で実効的に利用可能な出力レベル範囲として、元のより広い測定範囲での利用可能な出力レベル範囲と遜色ない大きなものを確保することが可能となる。

【0064】

したがって、増幅率を増やしたときに、連動して特性曲線の基準点を測定範囲の高い側にシフトさせることにより、特性曲線の全体を、その基準点を高い側にシフトさせつつ回転して立ち上げることになるので、換言すれば、水平移動と回転とが合成されたような特性曲線の変化であるので、より狭い測定範囲の下限值に基準点を近接または一致させることが可能となり、より狭い測定範囲で実効的に利用可能な出力レベル範囲は、元のより広い測定範囲での利用可能な出力レベル範囲と遜色ない大きなものを確保することが可能となっている。

【0065】

それでいて、基準点シフト回路を2つのスイッチとシフト用抵抗器とのきわめて簡単な回路要素によって構築している。

【0066】

本願第2の発明の温度調整器の入力回路は、上記の第1の発明において、前記基準点シフト回路のシフト用抵抗器の抵抗値を、前記温度センサーによる狭い測定範囲の下限值における抵抗値と前記温度センサーによる広い測定範囲の下限值における抵抗値との差分としてあるというものである。

【0067】

このように定めることにより、より狭い測定範囲について、特性曲線の出力レベル範囲の下限値を前記より狭い測定範囲の下限値に一致させることが可能となる。したがって、より狭い測定範囲で実効的に利用可能な出力レベル範囲を、元のより広い測定範囲での利用可能な出力レベル範囲と実質的に同じ大きさにすることができる。

【0068】

本願第3の発明の温度調整器の入力回路は、上記の第1・第2の発明において、前記温度センサーと前記第2の抵抗器との接続点と前記第3の抵抗器との間に、前記シフト用抵抗器と抵抗値が近似しているまたは等しい調整抵抗器を挿入してあることを特徴としている。

【0069】

温度抵抗特性をもつ温度センサーの両端間電圧をオペアンプの非反転入力端子と反転入力端子とに印加することにおいては、オペアンプの性質上、非反転入力端子の入力ライン、反転入力端子の入力ラインにおいて流れる電流が実質的にゼロであることが望ましい。オペアンプが動作上安定するのは、非反転入力端子の印加電圧と反転入力端子の印加電圧とが等しい状態である。これを一般にイマジナル・ショートと呼んでいる。本発明では、基準点シフト回路において第1の抵抗器と温度センサーとの間にシフト用抵抗器を挿入してあるが、この第3の発明においては、前記のオペアンプにおける両入力印加電圧等価の条件を維持するために、さらにシフト用抵抗器と抵抗値が近似または等しい調整抵抗器を上記のように挿入してある。これにより、シフト用抵抗器の挿入にもかかわらず、調整抵抗器の挿入によって、オペアンプにおける両入力印加電圧等価の条件を満たすことができ、オペアンプの動作をより安定化させることができる。

【0070】

なお、ここで、両入力印加電圧等価とは、等しい値をとる場合ならびに比較的近い値をとる場合をいい、比較的近い値とは、特に限定するものではなく、目的や条件に応じて任意に定めてよきものとする。また、ここで、調整抵抗器とシフト用抵抗器とにつき、抵抗値

10

20

30

40

50

が等しいまたは近似しているということについても同様であるとする。

【0071】

本願第4の発明の温度調整器の入力回路は、上記の第1～第3の発明において、前記温度センサーを白金測温抵抗体となしたものである。白金測温抵抗体は温度抵抗特性をもっているとともにリニアリティにすぐれているが、感度（温度変化応答性）が比較的小さい。そこで、上記のように分解能を高くすると、実質的に感度を向上させることが可能となる。

【0072】

なお、上記の第1～第4の発明において、前記温度センサーに代えて、温度抵抗特性をもつ任意の物理量に対するセンサーを備えたものとして入力回路を構成することも有効なものとなる。

10

【0073】

さらに、前記オペアンプとして汎用オペアンプを用いることが望ましい。計装アンプに比べて、汎用オペアンプは、その構成がより簡易であり、コストアップを抑制することが可能となるからである。

【0074】

【発明の実施の形態】

以下、本発明にかかわる温度調整器の入力回路の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

【0075】

20

図1は本発明の実施の形態の温度調整器の入力回路の構成を示す回路図である。この温度調整器の入力回路は、次のように構成されている。この温度調整器の入力回路は、第1のスイッチ S_{11} と第2のスイッチ S_{22} と抵抗器 R_6 （第6の抵抗器）とからなる増幅率調整回路100を備えているとともに、第3のスイッチ S_{13} と第4のスイッチ S_{24} とシフト用抵抗器 R_T と調整抵抗器 R_{T1} とからなる基準点シフト回路200を備えている。

【0076】

基準電圧 V_{ref} の高電位側電源端子10とグランドレベルの低電位側電源端子20との間に白金測温抵抗体30を接続するに、第1の抵抗器 R_1 とシフト用抵抗器 R_T とを白金測温抵抗体30の正極端子側に直列に挿入し、第2の抵抗器 R_2 を白金測温抵抗体30の負極端子側に直列に挿入する状態で接続してある。すなわち、高電位側電源端子10と第1の抵抗器 R_1 とシフト用抵抗器 R_T と白金測温抵抗体30と第2の抵抗器 R_2 と低電位側電源端子20とを、この順に直列に接続してある。また、白金測温抵抗体30の負極端子を高電位側電源端子10に対して第3の抵抗器 R_3 および調整抵抗器 R_{T1} を介して接続してある。

30

【0077】

白金測温抵抗体30の正極端子つまりシフト用抵抗器 R_T との接続点aをオペアンプ40の非反転入力端子（+）に対して接続するに、第4のスイッチ S_{24} および第4の抵抗器 R_4 を直列に挿入する状態で接続してあるとともに、第1の抵抗器 R_1 とシフト用抵抗器 R_T との接続点dと第4のスイッチ S_{24} と第4の抵抗器 R_4 との接続点eとの間を第3のスイッチ S_{13} を介して接続してある。

40

【0078】

第3のスイッチ S_{13} と第4のスイッチ S_{24} とは切換制御信号 S_c によって背反的にオン/オフ切り換えされるように構成されている。すなわち、切換制御信号入力端子50を第3のスイッチ S_{13} の制御入力端子に接続し、切換制御信号入力端子50をインバータ60を介して第4のスイッチ S_{24} の制御入力端子に接続してある。

【0079】

白金測温抵抗体30の負極端子つまり第2の抵抗器 R_2 との接続点bをオペアンプ40の反転入力端子（-）に対して接続するに、調整抵抗器 R_{T1} と第5の抵抗器 R_5 と第2のスイッチ S_{22} を直列に挿入する状態で接続してある。第3の抵抗器 R_3 と調整抵抗器 R_{T1} と第5の抵抗器 R_5 とは接続点fにおいて共通に接続された状態となっている。

50

【 0 0 8 0 】

第 5 の抵抗器 R_5 と第 2 のスイッチ S_{22} との接続点 g とオペアンプ 40 の出力端子 j とが第 6 の抵抗器 R_6 および第 7 の抵抗器 R_7 を介して直列に接続されている。そして、第 6 の抵抗器 R_6 と第 7 の抵抗器 R_7 との接続点 h と第 2 のスイッチ S_{22} とオペアンプ 40 の反転入力端子 (-) との接続点 i との間が第 1 のスイッチ S_{11} を介してバイパス的に接続されている。

【 0 0 8 1 】

第 1 のスイッチ S_{11} と第 2 のスイッチ S_{22} とは切換制御信号 S_c によって背反的にオン / オフ切り換えされるように構成されている。すなわち、切換制御信号入力端子 50 を第 1 のスイッチ S_{11} の制御入力端子に接続し、切換制御信号入力端子 50 をインバータ 60 を介して第 2 のスイッチ S_{22} の制御入力端子に接続してある。

10

【 0 0 8 2 】

第 1 のスイッチ S_{11} と第 2 のスイッチ S_{22} と第 6 の抵抗器 R_6 とのループ回路は、オペアンプ 10 の増幅率を調整するための増幅率調整回路 100 を構成している。

【 0 0 8 3 】

第 3 のスイッチ S_{13} と第 4 のスイッチ S_{24} とシフト用抵抗器 R_T と調整抵抗器 R_{T1} とは基準点シフト回路 200 を構成している。シフト用抵抗器 R_T と調整抵抗器 R_{T1} とは互いに抵抗値を等しくするものとするが、必ずしもそれにとらわれる必要性はなく、シフト用抵抗器 R_T と調整抵抗器 R_{T1} とは近似する値をもっていれよい。

【 0 0 8 4 】

20

本実施の形態の温度調整器の入力回路において、例えば - 200 から 500 までの広い温度範囲にわたって温度測定を行うときには、第 1 のスイッチ S_{11} および第 3 のスイッチ S_{13} をオン、第 2 のスイッチ S_{22} および第 4 のスイッチ S_{24} をオフにして第 1 モードを選択し、小さい勾配 α_1 の特性曲線 A_1 のもとで温度調整器の入力回路を使用することとし、例えば 0 から 100 までの狭い温度範囲での温度測定を行うときには、第 2 のスイッチ S_{22} および第 4 のスイッチ S_{24} をオン、第 1 のスイッチ S_{11} および第 3 のスイッチ S_{13} をオフにして第 2 モードを選択し、大きい勾配 β_1 の特性曲線 B_1 のもとで温度調整器の入力回路を使用することとしている。

【 0 0 8 5 】

この温度調整器の入力回路の電圧 温度特性を図 2 に示す。第 1 モードの特性曲線 A_1 は、切換制御信号 S_c を “ H ” レベルとなして、第 1 のスイッチ S_{11} および第 3 のスイッチ S_{13} をオンにし、インバータ 60 を介して第 2 のスイッチ S_{22} および第 4 のスイッチ S_{24} をオフにしたときのものである。第 2 モードの特性曲線 B_1 は、上記とは逆に、切換制御信号 S_c を “ L ” レベルとなして、インバータ 60 を介して第 2 のスイッチ S_{22} および第 4 のスイッチ S_{24} をオンにし、第 1 のスイッチ S_{11} および第 3 のスイッチ S_{13} をオフにしたときのものである。

30

【 0 0 8 6 】

第 1 モードの特性曲線 A_1 は勾配 α_1 が緩やかであり、第 2 モードの特性曲線 B_1 は勾配 β_1 が急である。当該の温度調整器の入力回路の次段の A / D 変換器におけるダイナミックレンジ DR_0 の全領域に対して、第 1 モードの特性曲線 A_1 は、 - 200 から 500 までの広い温度範囲において対応可能となっており、第 2 モードの特性曲線 B_1 は、 0 から 100 までの狭い温度範囲において、上記同様に、次段の A / D 変換器のダイナミックレンジ DR_0 の全領域に対して対応可能となっている。第 1 モードの特性曲線 A_1 の出力レベル範囲の下限値である基準点 P_1 は - 200 であり、第 2 モードの特性曲線 B_1 の出力レベル範囲の下限値である基準点 P_2 は 0 となっている。すなわち、基準点シフト回路 200 の存在により、第 1 モードのときの基準点 P_1 を第 2 モードにおいて水平方向に沿って高温側にシフトさせるようになっている。

40

【 0 0 8 7 】

(1) 第 1 モード (特性曲線 A_1)

切換制御信号 S_c を “ H ” レベルとすることにより第 1 モードが設定される。このとき、

50

増幅率調整回路 100 において、第 1 のスイッチ S_{11} および第 3 のスイッチ S_{13} がオンにされ、背反的に第 2 のスイッチ S_{22} および第 4 のスイッチ S_{24} がオフとされる。このときの有効な回路構成を図 3 に示す。オフとされた第 2 のスイッチ S_{22} および第 4 のスイッチ S_{24} は図示を消してある。オペアンプ 40 の帰還抵抗として第 7 の抵抗器 R_7 が選択されている。そして、第 6 の抵抗器 R_6 は、第 1 モードの特性曲線 A_1 の勾配 α_1 を低くするために、オペアンプ 40 の反転入力端子 (-) と白金測温抵抗体 30 の負極端子との間で存在するように、機能素子としては、第 7 の抵抗器 R_7 側ではなく第 5 の抵抗器 R_5 側に接続され、入力抵抗値を増す機能を担っている。

【0088】

第 1 の抵抗器 R_1 とシフト用抵抗器 R_T と白金測温抵抗体 30 との直列回路は、第 3 の抵抗器 R_3 と調整抵抗器 R_{T1} との直列回路と並列回路を構成している。白金測温抵抗体 30 を温度センサー抵抗 R_{Pt} と表現することとして、これら抵抗群の合成抵抗 R_c を計算すると、

$$R_c = \frac{(R_1 + R_T + R_{Pt}) \cdot (R_3 + R_{T1})}{(R_1 + R_T + R_{Pt}) + (R_3 + R_{T1})} \quad (20)$$

となる。

【0090】

白金測温抵抗体 30 の負極端子 b の電圧を V_s とすると、この電圧 V_s は、基準電圧 V_{ref} を合成抵抗 R_c と第 2 の抵抗器 R_2 とで分圧したときの第 2 の抵抗器 R_2 の両端電圧となるので、

【0091】

【数 21】

$$V_s = \frac{V_{ref}}{R_c + R_2} \cdot R_2 \quad (21)$$

となる。

【0092】

次に、オペアンプ 40 の非反転入力端子 (+) に印加される電圧 V_1 を、上記の電圧 V_s を利用して求める。基準点シフト回路 200 において、第 3 のスイッチ S_{13} がオンのとき、高電位側電源端子 10 の基準電圧 V_{ref} は、第 1 の抵抗器 R_1 と第 3 のスイッチ S_{13} と第 4 の抵抗器 R_4 を介してオペアンプ 40 の非反転入力端子 (+) に印加される。この経路には電流が実質的に流れないので、非反転入力端子 (+) への印加電圧 V_1 は、第 4 の抵抗器 R_4 と第 3 のスイッチ S_{13} との接続点 e の電圧と等しく、また、結果的に、第 1 の抵抗器 R_1 とシフト用抵抗器 R_T との接続点 d の電圧 V_d と等しくなる。第 1 の抵抗器 R_1 とシフト用抵抗器 R_T と温度センサー抵抗 R_{Pt} とによる電圧降下は、 $(V_{ref} - V_s)$ である。この電圧を、 R_1 と $(R_T + R_{Pt})$ とで分圧し、さらに電圧 V_s を加えれば、接続点 d の電圧 V_d となる。そして、これが非反転入力端子 (+) への印加電圧 V_1 である。すなわち、

【0093】

【数 22】

$$V_1 = V_d = (V_{ref} - V_s) \cdot \frac{R_T + R_{Pt}}{R_1 + R_T + R_{Pt}} + V_s$$

(22)

10

20

30

40

50

となる。

【 0 0 9 4 】

次に、第 3 の抵抗器 R_3 と第 5 の抵抗器 R_5 と調整抵抗器 R_{T1} との共通接続点 b における電圧 V_2 を求める。この電圧 V_2 は、前記の降下電圧分 ($V_{ref} - V_s$) を、 R_3 と R_{T1} とで分圧し、さらに電圧 V_s を加えれば求まる。すなわち、

【 0 0 9 5 】

【 数 2 3 】

$$V_2 = (V_{ref} - V_s) \cdot \frac{R_{T1}}{R_{T1} + R_3} + V_s \quad (23)$$

10

である。

【 0 0 9 6 】

増幅率調整回路 100 において第 1 のスイッチ S_{11} をオンに、第 2 のスイッチ S_{22} をオフにした第 1 モードにおいては、第 6 の抵抗器 R_6 と第 7 の抵抗器 R_7 との接続点 h が第 1 のスイッチ S_{11} のオンによってオペアンプ 10 の反転入力端子 (-) に接続され、その接続点 i の電圧がイマジナル・ショートにより非反転入力端子 (+) への印加電圧 V_1 と等しくなる。オペアンプ 40 の帰還抵抗は第 7 の抵抗器 R_7 のみとなる。

【 0 0 9 7 】

オペアンプ 10 の出力端子 j から第 7 の抵抗器 R_7 、第 6 の抵抗器 R_6 、第 5 の抵抗器 R_5 のラインに流れる電流は一定である。したがって、オペアンプ 40 の出力電圧を V_o として、

20

【 0 0 9 8 】

【 数 2 4 】

$$\frac{V_o - V_1}{R_7} = \frac{V_1 - V_2}{R_5 + R_6} \quad (= \text{一定電流}) \quad (24)$$

となる。(2 4) 式を変形して、

【 0 0 9 9 】

【 数 2 5 】

$$V_o = V_1 + \frac{R_7}{R_5 + R_6} \cdot (V_1 - V_2) \quad (25)$$

30

となる。さらに、(2 5) 式に (2 2) 式と (2 3) 式を代入して、

【 0 1 0 0 】

【 数 2 6 】

$$V_o = V_s + (V_{ref} - V_s) \cdot \frac{R_T + R_{Pt}}{R_1 + R_T + R_{Pt}}$$

$$+ \frac{R_7}{R_5 + R_6} \cdot (V_{ref} - V_s) \times$$

$$\left(\frac{R_T + R_{Pt}}{R_1 + R_T + R_{Pt}} - \frac{R_{T1}}{R_{T1} + R_3} \right)$$

10

(26)

が得られる。

【0101】

(2) 第2モード(特性曲線B₁)

切換制御信号S_cを“L”レベルとすることにより第2モードが設定される。このとき、増幅率調整回路100において、第2のスイッチS₂₂および第4のスイッチS₂₄がオンにされ、背反的に第1のスイッチS₁₁および第3のスイッチS₁₃がオフとされる。このときの有効な回路構成を図4に示す。オフとされた第1のスイッチS₁₁および第3のスイッチS₁₃は図示を消してある。オペアンプ40の帰還抵抗として第7の抵抗器R₇と第6の抵抗器R₆との直列抵抗体が選択されている。そして、第6の抵抗器R₆は、第2モードの特性曲線B₁の勾配₁を高くするために、オペアンプ40の反転入力端子(-)と第5の抵抗器R₅との接続ラインから切り離され、機能素子としては、第5の抵抗器R₅側ではなく第7の抵抗器R₇側に接続され、帰還抵抗値を増す機能を担っている。

20

【0102】

第1の抵抗器R₁とシフト用抵抗器R_Tと白金測温抵抗体30との直列回路が、第3の抵抗器R₃と調整抵抗器R_{T1}との直列回路に対して並列回路を構成している点は第1モードの場合と同様であり、これら抵抗群の合成抵抗R_cは、(A1)と同じである。

30

【0103】

白金測温抵抗体30の負極端子bの電圧V_sは、(20)式と同じであり、次のようになる。

【0104】

【数27】

$$V_{s'} = \frac{V_{ref}}{R_c + R_2} \cdot R_2 \quad (27)$$

40

となる。

【0105】

次に、オペアンプ40の非反転入力端子(+)に印加される電圧V₁を、上記の電圧V_sを利用して求める。基準点シフト回路200において、第4のスイッチS₂₄がオンのとき、高電位側電源端子10の基準電圧V_{ref}は、第1の抵抗器R₁とシフト用抵抗器R_Tと第4のスイッチS₂₄と第4の抵抗器R₄を介してオペアンプ40の非反転入力端子(+)に印加される。この経路には電流が実質的に流れないので、非反転入力端子(+)への印加電圧V₁は、結果的に、シフト用抵抗器R_Tと温度センサー抵抗R_{Pt}との接続点aの電圧V_aと等しくなる。第1の抵抗器R₁とシフト用抵抗器R_Tと温度センサー抵抗

50

R_{Pt} とによる電圧降下は、 $(V_{ref} - V_s)$ である。この電圧を、 $(R_1 + R_T)$ と R_{Pt} とで分圧し、さらに電圧 V_s を加えれば、接続点 a の電圧 V_a となる。そして、これが非反転入力端子 (+) への印加電圧 V_1 である。すなわち、

【 0 1 0 6 】

【 数 2 8 】

$$V_1' = V_a = (V_{ref} - V_s') \cdot \frac{R_{Pt}}{R_1 + R_T + R_{Pt}} + V_s'$$

(28)

10

となる。

【 0 1 0 7 】

次に、第 3 の抵抗器 R_3 と第 5 の抵抗器 R_5 と調整抵抗器 R_{T1} との共通接続点 f における電圧 V_2 を求める。この電圧 V_2 は、前記の降下電圧分 $(V_{ref} - V_s)$ を、 R_3 と R_{T1} とで分圧し、さらに電圧 V_s を加えれば求まる。すなわち、

【 0 1 0 8 】

【 数 2 9 】

$$V_2' = (V_{ref} - V_s') \cdot \frac{R_{T1}}{R_{T1} + R_3} + V_s' \quad (29)$$

20

となる。

【 0 1 0 9 】

増幅率調整回路 100 において第 2 のスイッチ S_{22} をオンに、第 1 のスイッチ S_{11} をオフにした第 2 モードにおいては、第 5 の抵抗器 R_5 と第 6 の抵抗器 R_6 との接続点 g が第 2 のスイッチ S_{22} のオンによってオペアンプ 10 の反転入力端子 (-) に接続され、その接続点 g の電圧がイマジナル・ショートにより非反転入力端子 (+) への印加電圧 V_1 と等しくなる。オペアンプ 40 の帰還抵抗は第 7 の抵抗器 R_7 と第 6 の抵抗器 R_6 との直列抵抗体となる。

30

【 0 1 1 0 】

オペアンプ 10 の出力端子から第 7 の抵抗器 R_7 、第 6 の抵抗器 R_6 、第 5 の抵抗器 R_5 のラインに流れる電流は一定である。したがって、オペアンプ 40 の出力電圧を V_o として、

【 0 1 1 1 】

【 数 3 0 】

$$\frac{V_o' - V_1'}{R_6 + R_7} = \frac{V_1' - V_2'}{R_5} \quad (= \text{一定電流}) \quad (30)$$

40

となる。(30) 式を変形して、

【 0 1 1 2 】

【 数 3 1 】

$$V_o' = V_1' + \frac{R_6 + R_7}{R_5} \cdot (V_1' - V_2') \quad (31)$$

となる。さらに、(31) 式に (28) 式と (29) 式を代入して、

【 0 1 1 3 】

【 数 3 2 】

50

$$\begin{aligned}
 V_{o'} = & V_{s'} + (V_{\text{ref}} - V_{s'}) \cdot \frac{R_{Pt}}{R_1 + R_T + R_{Pt}} \\
 & + \frac{R_6 + R_7}{R_5} \cdot (V_{\text{ref}} - V_{s'}) \times \\
 & \left(\frac{R_{Pt}}{R_1 + R_T + R_{Pt}} - \frac{R_{T1}}{R_{T1} + R_3} \right)
 \end{aligned}
 \tag{32}$$

10

が得られる。

【0114】

第1モードの場合の(26)式において、-200のときのオペアンプ40の出力電圧 V_o を $V_o(-200)$ で表し、白金測温抵抗体30の温度センサー抵抗 R_{Pt} を $R_{Pt}(-200)$ で表すと、

【0115】

20

【数33】

$$V_o(-200) = V_s + (V_{\text{ref}} - V_s) \cdot \frac{R_T + R_{Pt}(-200)}{R_1 + R_T + R_{Pt}(-200)}$$

$$+ \frac{R_7}{R_5 + R_6} \cdot (V_{\text{ref}} - V_s) \times$$

$$\left(\frac{R_T + R_{Pt}(-200)}{R_1 + R_T + R_{Pt}(-200)} - \frac{R_{T1}}{R_{T1} + R_3} \right)$$

(33)

30

となる。

【0116】

第2モードの場合の(32)式において、0のときのオペアンプ40の出力電圧 V_o を $V_o(0)$ で表し、白金測温抵抗体30の温度センサー抵抗 R_{Pt} を $R_{Pt}(0)$ で表すと、

40

【0117】

【数34】

$$\begin{aligned}
 V_{o'}(0) = & V_{s'} + (V_{\text{ref}} - V_{s'}) \cdot \frac{R_{Pt}(0)}{R_1 + R_T + R_{Pt}(0)} \\
 & + \frac{R_6 + R_7}{R_5} \cdot (V_{\text{ref}} - V_{s'}) \times \\
 & \left(\frac{R_{Pt}(0)}{R_1 + R_T + R_{Pt}(0)} - \frac{R_{T1}}{R_{T1} + R_3} \right)
 \end{aligned} \tag{34}$$

となる。

【0118】

(33)式と(34)式を比較考量して、

【0119】

【数35】

$$R_T + R_{Pt}(-200) = R_{Pt}(0) \tag{35}$$

とおく。つまり、

【0120】

【数36】

$$R_T = R_{Pt}(0) - R_{Pt}(-200) \tag{36}$$

と設定する。また、通常は、 $V_s = V_{s'}$ である。したがって、(34)式をさらに変形すると、(35)式の代入により、

【0121】

【数37】

$$\begin{aligned}
 V_{o'}(0) = & V_s + (V_{\text{ref}} - V_s) \cdot \frac{R_T + R_{Pt}(-200)}{R_1 + 2 \cdot R_T + R_{Pt}(-200)} \\
 & + \frac{R_6 + R_7}{R_5} \cdot (V_{\text{ref}} - V_s) \times \\
 & \left(\frac{R_T + R_{Pt}(-200)}{R_1 + 2 \cdot R_T + R_{Pt}(-200)} - \frac{R_{T1}}{R_{T1} + R_3} \right)
 \end{aligned} \tag{37}$$

となる。

【0122】

(33)式と(37)式を比較すると、前者での分母が $[R_1 + R_T + R_{Pt}(-200)]$ であるのに対して、後者での分母が $[R_1 + 2 \cdot R_T + R_{Pt}(-200)]$ となっており、ここで差異が生じていることになる。しかし、 R_T は R_1 に比べて十分に小さく設定することが可

能であり、例えば $R_T = R_1 / 30$ とか $R_T = R_1 / 50$ のように設定すると、両者の分母は実質的に等しいと見なすことができる。すなわち、

【 0 1 2 3 】

【 数 3 8 】

$$V_o(-200)=V_o'(0) \quad (38)$$

とみなして差し支えない。

【 0 1 2 4 】

ところで、(36)式の $[R_T = R_{pt}(0) - R_{pt}(-200)]$ の具体例であるが、0 のときの抵抗値 $R_{pt}(0)$ が例えば 100 であり、-200 のときの抵抗値 $R_{pt}(-200)$ が例えば 18.5 となる白金測温抵抗体 30 があるとして、この場合には、シフト用抵抗器 R_T の抵抗値は、 $100 - 18.5 = 81.5$ より、 $R_T = 81.5$ とすればよい。もっとも、このような数値は単なる例示にすぎず、仕様に応じて適宜に変更してよいことはいうまでもない。

【 0 1 2 5 】

なお、細かい計算は省略するが、

【 0 1 2 6 】

【 数 3 9 】

$$V_{pt}=V_1 - V_s = a \cdot \Delta t \quad (39)$$

として、(26)式の V_o を t の関数で表現したときの t の係数 α_1 を求めると、

【 0 1 2 7 】

【 数 4 0 】

$$\alpha_1 = \frac{R_5 + R_6 + R_7}{R_5 + R_6} \cdot a \quad (40)$$

であり、また、(37)式の V_o を t の関数で表現したときの t の係数 β_1 を求めると、

【 0 1 2 8 】

【 数 4 1 】

$$\beta_1 = \frac{(R_1 + R_T)(R_5 + R_6 + R_7)}{R_1 \cdot R_5} \cdot a \quad (41)$$

であり、さらに、 $\beta_1 - \alpha_1$ を計算すると、これはプラスになるので、 $\beta_1 > \alpha_1$ となっている。

【 0 1 2 9 】

以上の結果として、第1のスイッチ S_{11} および第3のスイッチ S_{13} をオンにしたときの第1モードのときの特性曲線 A_1 と、第2のスイッチ S_{22} および第4のスイッチ S_{24} をオンにしたときの第2モードのときの特性曲線 B_1 とは、図2に示すようになる。すなわち、第1モードの特性曲線 A_1 の基準点 P_1 に対して第2モードの特性曲線 B_1 の基準点 P_2 が水平方向に高温側にシフトする。

【 0 1 3 0 】

すなわち、第1モードの特性曲線 A_1 を基準として増幅率を増やしたときに、連動して第2モードの特性曲線 B_1 は、その基準点 P_2 を測定範囲の高い側にシフトされる。つまり、特性曲線 B_1 の全体を、その基準点 P_2 を高い側にシフトさせつつ回転して立ち上げている。換言すれば、水平移動と回転とが合成されたような特性変化となっている。

【0131】

基準点 P_1 は -200 に対応し、基準点 P_2 は 0 に対応している。そして、第1モードの特性曲線 A_1 の勾配 γ_1 に比べて第2モードの特性曲線 B_1 の勾配 γ_2 が大きくなっている。第2モードの特性曲線 B_1 は、第1モードの特性曲線 A_1 の基準点 P_1 より高温側にシフトされた基準点 P_2 を基端として、第1モードの特性曲線 A_1 の勾配 γ_1 よりも急な勾配 γ_2 で立ち上がるのであるから、第2モードの特性曲線 B_1 は 0 と 100 との間で第1モードの特性曲線 A_1 と交差することとなる。なお、ダイナミックレンジ DR_0 の上限において第2モードの特性曲線 B_1 を 100 で交差させるには、各抵抗器の抵抗値を適当に定めることで実現できる。

【0132】

-200 から 500 までの広い温度範囲にわたる勾配の緩やかな第1モードの特性曲線 A_1 は、従来技術の場合と同様に、当該の温度調整器の入力回路の次段の A/D 変換器におけるダイナミックレンジ DR_0 をフルに利用するが、加えて、 0 から 100 までの狭い温度範囲にわたる勾配のきつい第2モードの特性曲線 B_1 についても、次段の A/D 変換器のダイナミックレンジ DR_0 をフルに利用するようになっている。すなわち、第2モードにおいて、分解能の高い温度測定が可能となっている。

【0133】

次に、基準点シフト回路 200 におけるシフト用抵抗器 R_T の抵抗値と調整抵抗器 R_{T1} の抵抗値との実証的な関係について、図5～図14に基づいて説明する。

【0134】

まず、図5と図6について説明する。

【0135】

抵抗値については、第1ないし第7の抵抗器 $R_1 \sim R_7$ の抵抗値、および白金測温抵抗体 30 の温度抵抗特性の抵抗値がある。第1ないし第7の抵抗値については、それぞれ任意に決めてよいのであるが、従来において、好ましい数値関係がすでに求められている。ここでは、それを基礎にする。代表的な一例として、図5（データ図表）に示すものがある。なお、ここで、第1モードとして、上記の場合と同様に、 -200 から 500 としている。また、第2モードについては、上記の場合とは異なり、ここでは、 $0 \sim 200$ としている。白金測温抵抗体 30 の温度抵抗特性をもつ抵抗値 R_{Pt} については、JIS規格としてのものとなっている。必要とする A/D 変換領域を $2.0 \sim 4.5$ [V] としている。図5の上段は従回路（旧回路）についての第1モードと第2モードを示し、下段は本発明回路（新回路）についての第1モードと第2モードとを示している。従回路では、シフト用抵抗器 R_T および調整抵抗器 R_{T1} がないので、 $R_T = 0$ 、 $R_{T1} = 0$ となっている。新回路では、 $R_T = R_{T1} = 82$ としてある。図5のデータ図表における R_c は(20)式の合成抵抗であり、 V_s は(21)式の白金測温抵抗体 30 の負極電圧であり、 V_o は第1モードの場合の(26)式または第2モードの場合の(32)式のオペアンプ出力電圧である。

【0136】

図6は図5のデータをグラフに示したものである。図6において、記号の \square で示す特性曲線 A_0 は旧回路の第1モード（ $-200 \sim 500$ ）の場合を、記号の \times で示す特性曲線 B_0 は旧回路の第2モード（ $0 \sim 200$ ）の場合をそれぞれ示し、記号の \triangle で示す特性曲線 A_1 は新回路の第1モード（ $-200 \sim 500$ ）の場合を、記号の \circ で示す特性曲線 B_1 は新回路の第2モード（ $0 \sim 200$ ）の場合をそれぞれ示している。この図6は、図16と図2とを合成したものに相当している。

【0137】

従来技術による旧回路の場合には、 -200 付近を基準に増幅しているため、特性曲線 B_0 は必要とする温度領域・ダイナミックレンジを確保できていない。これに対して、本発明による新回路の場合には、調整抵抗器 R_{T1} を付加し、 $R_{T1} = R_T$ （または $R_{T1} > R_T$ ）としてあるので、図1に示す電圧 V_1 と電圧 V_2 との電位差をなるべく小さくすることができ、その結果として、第2モード（ $0 \sim 200$ ）のときの特性曲線 B_1 は、第1モ

10

20

30

40

50

ード (- 2 0 0 ~ 5 0 0) のときの特性曲線 A_1 と同様に、必要とする温度領域において、必要とするダイナミックレンジの下限の電圧値から増幅を始めることができることとなっている。もちろん、特性曲線 B_1 の基準点は特性曲線 A_1 の基準点より測定範囲の高い側に水平シフトしている。

【 0 1 3 8 】

次に、図 7 と図 8 について説明する。これらは、本発明による新回路での調整抵抗器 R_{T1} の影響をみるものである。図 7 はすべて新回路構成であるが、上段 2 例は調整抵抗器 R_{T1} について、 $R_{T1} = 0$ を仮想している。また、A / D 変換領域を図 5 と同じ 2 . 0 ~ 4 . 5 [V] とするために、第 2 の抵抗値 R_2 と第 7 の抵抗値 R_7 を調整している。下段の 2 例は図 5 の下段の 2 例と同じである。

10

【 0 1 3 9 】

図 8 は図 7 のデータをグラフに示したものである。図 8 において、記号の で示す特性曲線 A_{11} は調整抵抗器 $R_{T1} = 0$ の仮想回路の第 1 モード (- 2 0 0 ~ 5 0 0) の場合を、記号の × で示す特性曲線 B_{11} は調整抵抗器 $R_{T1} = 0$ の仮想回路の第 2 モード (0 ~ 2 0 0) の場合をそれぞれ示す。記号の で示す特性曲線 A_1 および記号の で示す特性曲線 B_1 については、図 6 の場合と同じである。

【 0 1 4 0 】

調整抵抗器 $R_{T1} = 0$ すなわち調整抵抗器 R_{T1} が存在しないために、特性曲線 B_{11} は必要とする温度領域・ダイナミックレンジを確保できていない。この結果から、調整抵抗器 R_{T1} の必要性が分かる。

20

【 0 1 4 1 】

次に、図 9 と図 1 0 について説明する。これらは、本発明による新回路での調整抵抗器 R_{T1} の影響をみるものである。図 9 はすべて新回路構成であるが、上段 2 例は調整抵抗器 R_{T1} について、シフト用抵抗器 R_T の 2 倍すなわち $R_{T1} = 2 \cdot R_T$ を仮想している ($R_{T1} = 1 6 4$) 。また、A / D 変換領域を図 5 と同じ 2 . 0 ~ 4 . 5 [V] とするために、第 2 の抵抗値 R_2 と第 7 の抵抗値 R_7 を調整している。下段の 2 例は図 5 の下段の 2 例と同じとなっている。

【 0 1 4 2 】

図 1 0 は図 9 のデータをグラフに示したものである。図 1 0 において、記号の で示す特性曲線 A_{12} は調整抵抗器 $R_{T1} = 2 \cdot R_T$ の仮想回路の第 1 モード (- 2 0 0 ~ 5 0 0) の場合を、記号の × で示す特性曲線 B_{12} は調整抵抗器 $R_{T1} = 2 \cdot R_T$ の仮想回路の第 2 モード (0 ~ 2 0 0) の場合をそれぞれ示す。記号の で示す特性曲線 A_1 および記号の で示す特性曲線 B_1 については、図 6 の場合と同じである。

30

【 0 1 4 3 】

調整抵抗器 R_{T1} をシフト用抵抗器 R_T の 2 倍と増加させたために、特性曲線 B_{12} は、その出力電圧のレベルが低くなりすぎて、必要とする温度領域・ダイナミックレンジを確保できていない。この結果から、調整抵抗器 R_{T1} がシフト用抵抗器 R_T に比べて大きすぎることは好ましくないことが分かる。

【 0 1 4 4 】

次に、図 1 1 と図 1 2 について説明する。これらは、本発明による新回路での調整抵抗器 R_{T1} の影響をみるものである。図 1 1 はすべて新回路構成であるが、上段 2 例は調整抵抗器 R_{T1} について、シフト用抵抗器 R_T の 2 分の 1 すなわち $R_{T1} = R_T / 2$ を仮想している ($R_{T1} = 4 1$) 。また、A / D 変換領域を図 5 と同じ 2 . 0 ~ 4 . 5 [V] とするために、第 2 の抵抗値 R_2 と第 7 の抵抗値 R_7 を調整している。下段の 2 例は図 5 の下段の 2 例と同じとなっている。

40

【 0 1 4 5 】

図 1 2 は図 1 1 のデータをグラフに示したものである。図 1 2 において、記号の で示す特性曲線 A_{13} は調整抵抗器 $R_{T1} = R_T / 2$ の仮想回路の第 1 モード (- 2 0 0 ~ 5 0 0) の場合を、記号の × で示す特性曲線 B_{13} は調整抵抗器 $R_{T1} = R_T / 2$ の仮想回路の第 2 モード (0 ~ 2 0 0) の場合をそれぞれ示す。記号の で示す特性曲線 A_1 および記号

50

の で示す特性曲線 B_1 については、図 6 の場合と同じである。

【 0 1 4 6 】

調整抵抗器 R_{T1} をシフト用抵抗器 R_T の 2 分の 1 と減少させたために、特性曲線 B_{13} は、その出力電圧のレベルが高くなりすぎて、必要とする温度領域・ダイナミックレンジを確保できていない。この結果から、調整抵抗器 R_{T1} がシフト用抵抗器 R_T に比べて小さすぎることは好ましくないことが分かる。

【 0 1 4 7 】

次に、図 1 3 と図 1 4 について説明する。これらは、本発明による新回路での調整抵抗器 R_{T1} の影響をみるものである。図 1 3 の上段左欄は従来回路である。その他はすべて新回路構成である。上段右欄では、1 0 0 と 2 0 0 のときのデータである。下段右欄では、0 と 1 0 0 のときのデータである。上段右欄では、シフト用抵抗器 R_T と調整抵抗器 R_{T1} として、1 0 0 のときの白金測温抵抗体 3 0 の抵抗値 R_{Pt} の値 1 3 8 . 5 と - 2 0 0 のときの値 1 8 . 4 9 との差分である 1 2 0 を設定してある。第 5 の抵抗値 R_5 、第 6 の抵抗値 R_6 を調整している。下段では、シフト用抵抗器 R_T と調整抵抗器 R_{T1} として、0 のときの抵抗値 R_{Pt} の値 1 0 0 と - 2 0 0 のときの値 1 8 . 4 9 との差分である 8 1 . 5 よりも少し大きめの 8 7 を設定してある。また、A / D 変換領域を図 5 と同じ 2 . 0 ~ 4 . 5 [V] とするために、第 5 の抵抗値 R_5 と第 6 の抵抗値 R_6 を調整している。

【 0 1 4 8 】

図 1 4 は図 1 3 のデータをグラフに示したものである。図 1 4 において、記号の で示す特性曲線 A_{14} は従来回路の第 1 モード (- 2 0 0 ~ 5 0 0) の場合を、記号の x で示す特性曲線 B_{14} は上段右欄の仮想回路の第 2 モード (1 0 0 ~ 2 0 0) の場合をそれぞれ示す。記号の で示す特性曲線 A_1 および記号の で示す特性曲線 B_1 については、図 6 の場合に相当している。特性曲線 B_{14} の場合でも有効になっている。

【 0 1 4 9 】

以上のことから、調整抵抗器 R_{T1} は設けないよりも設けた方が良いこと、および、調整抵抗器 R_{T1} はなるべくシフト用抵抗器 R_T と抵抗値が近似または一致することが好ましいことが分かる。

【 0 1 5 0 】

以上、1 つの実施の形態について説明してきたが、本発明は次のように構成したものも含み得るものとする。

【 0 1 5 1 】

(1) 増幅率調整回路 1 0 0 としては図示例のものに限定される必要性はなく、所定の機能を発揮するものであれば、どのような回路構成のものであってもよい。

【 0 1 5 2 】

(2) 基準点シフト回路 2 0 0 としては図示例のものに限定される必要性はなく、所定の機能を発揮するものであれば、どのような回路構成のものであってもよい。

【 0 1 5 3 】

(3) 温度センサーとして白金測温抵抗体の場合を例示したが、必ずしもそれにとらわれる必要性はなく、サーミスタなど、温度変化を抵抗値の変化に変換するものであれば、どのような形態のものであってもよい。磁気抵抗効果素子 (M R 素子) など有効である。

【 0 1 5 4 】

(4) センサーとして温度センサーを取り上げたが、必ずしもそれにとらわれる必要性はなく、光センサー、圧力センサー、変位センサー、速度センサーなど、どのような形態のセンサーであってもよい。

【 0 1 5 5 】

(5) その他本発明の要旨と直接に関係しない任意の事項については、公知の任意のものが適用可能であり、また、公知以外のものであっても、本発明の要旨を逸脱しない範囲において適用可能であるものとする。

【 0 1 5 6 】

10

20

30

40

50

上記の(1)～(5)は互いに独立した事項であり、これらのうち任意の事項を任意数適当に組み合わせてもよきものとする。

【0157】

【発明の効果】

温度調整器の入力回路についての本発明によれば、増幅率を増やすことに連動して特性曲線の基準点を測定範囲の高い側にシフトさせるので、すなわち、水平移動と回転とを合成した態様で特性曲線を変化させるので、より狭い測定範囲の下限値に基準点を近接または一致させ、より狭い測定範囲で実効的に利用可能な出力レベル範囲を、元のより広い測定範囲での利用可能な出力レベル範囲と遜色ない大きなものとして確保することができる。したがって、コストアップを抑制しつつ、温度調整器の入力回路の分解能を十分に向上させることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態の温度調整器の入力回路の構成を示す回路図

【図2】 本発明の実施の形態の温度調整器の入力回路の測定温度 出力電圧特性図

【図3】 本発明の実施の形態の温度調整器の入力回路の第1モードのときの回路状態図

【図4】 本発明の実施の形態の温度調整器の入力回路の第2モードのときの回路状態図

【図5】 調整抵抗器の影響を検討するためのデータ図表(その1)

【図6】 調整抵抗器の影響を検討するための上記データ図表(その1)に対応する測定温度 出力電圧特性図

【図7】 調整抵抗器の影響を検討するためのデータ図表(その2)

20

【図8】 調整抵抗器の影響を検討するための上記データ図表(その2)に対応する測定温度 出力電圧特性図

【図9】 調整抵抗器の影響を検討するためのデータ図表(その3)

【図10】 調整抵抗器の影響を検討するための上記データ図表(その3)に対応する測定温度 出力電圧特性図

【図11】 調整抵抗器の影響を検討するためのデータ図表(その4)

【図12】 調整抵抗器の影響を検討するための上記データ図表(その4)に対応する測定温度 出力電圧特性図

【図13】 調整抵抗器の影響を検討するためのデータ図表(その5)

【図14】 調整抵抗器の影響を検討するための上記データ図表(その5)に対応する測定温度 出力電圧特性図

30

【図15】 従来の技術の温度調整器の入力回路の構成を示す回路図

【図16】 従来の技術の温度調整器の入力回路の測定温度 出力電圧特性図

【符号の説明】

10...高電位側電源端子

20...低電位側電源端子

30...白金測温抵抗体

40...オペアンプ

50...切換制御信号入力端子

60...インバータ

40

100...増幅率調整回路

200...基準点シフト回路

$R_1 \sim R_7$...第1ないし第7の抵抗器

R_{Pt} ...温度センサー抵抗(白金測温抵抗体)

R_T ...シフト用抵抗器

R_{T1} ...調整抵抗器

S_{11} ...第1のスイッチ

S_{13} ...第3のスイッチ

S_{22} ...第2のスイッチ

S_{24} ...第4のスイッチ

50

S_c ... 切換制御信号

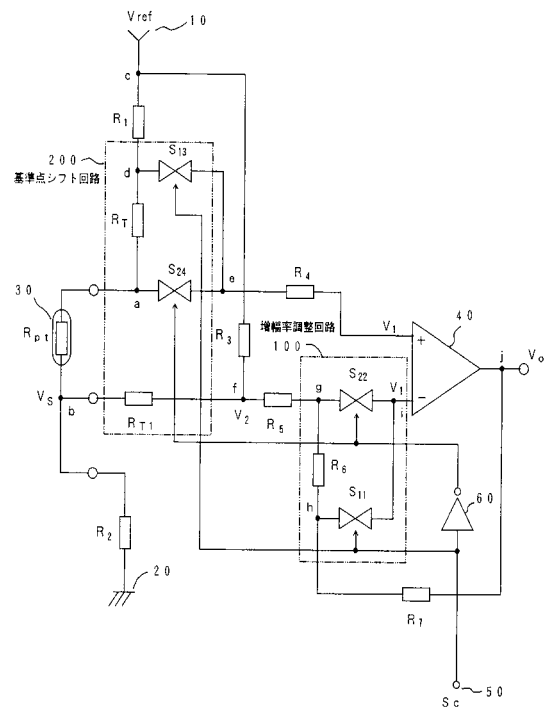
P_1 ... 第1モードのときの基準点

P_2 ... 第2モードのときの基準点

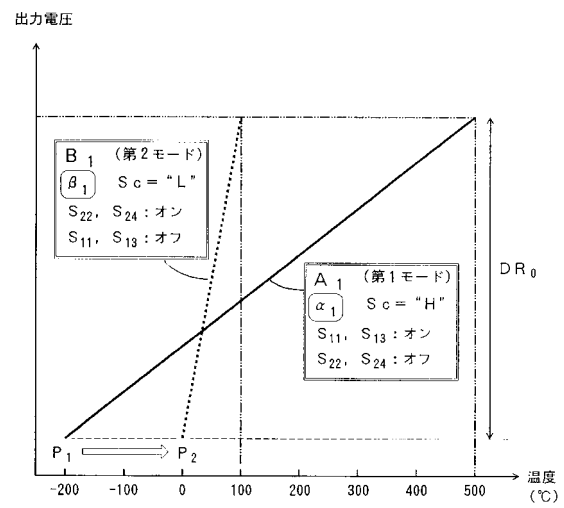
A_1 ... 第1モードの特性曲線

B_1 ... 第2モードの特性曲線

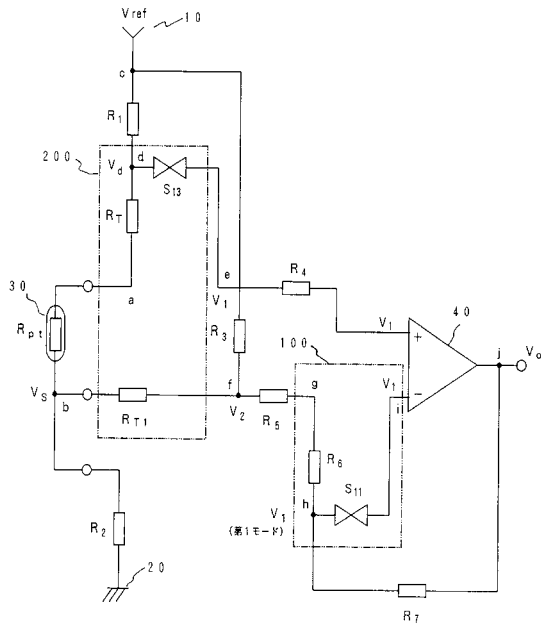
【図1】



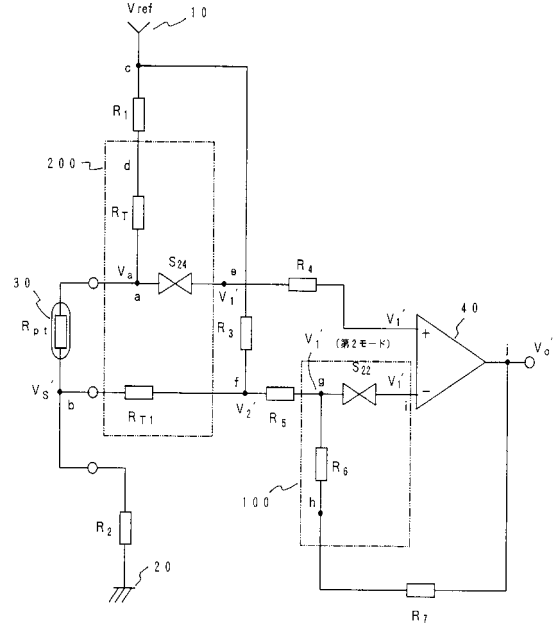
【図2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

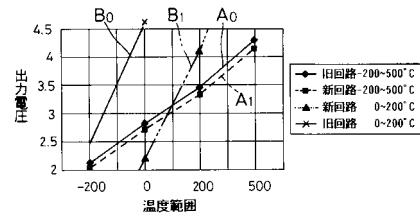
	従来回路 200~500°C				従来回路 0~200°C			
	200°C	0°C	200°C	500°C	200°C	0°C	200°C	500°C
Vref	5	5	5	5	5	5	5	5
R1	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900
R2	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
R3	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600
R4	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
R5	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
R6	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
R7	47000	47000	47000	47000	47000	47000	47000	47000
RPT (JIS)	18.49	100	175.84	280.9	18.49	100	175.84	280.9
R T	0	0	0	0	0	0	0	0
RTI	0	0	0	0	0	0	0	0
Rc (式20)	1876.25	1894.737	1911.585	1934.383	1876.25	1894.737	1911.585	1934.383
Vs (式21)	1.950427	1.936776	1.928277	1.914252	1.950427	1.936776	1.928277	1.914252
V0 (式26/式32)	2.115111	2.814626	3.444899	4.286921	2.444479	4.566327	5.478148	6.932258

	新回路 200~500°C				新回路 0~200°C			
	200°C	0°C	200°C	500°C	200°C	0°C	200°C	500°C
Vref	5	5	5	5	5	5	5	5
R1	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900
R2	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
R3	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600
R4	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
R5	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
R6	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
R7	47000	47000	47000	47000	47000	47000	47000	47000
RPT (JIS)	18.49	100	175.84	280.9	18.49	100	175.84	280.9
R T	82	82	82	82	82	82	82	82
RTI	82	82	82	82	82	82	82	82
Rc (式20)	1917.322	1935.848	1952.741	1975.607	1917.322	1935.848	1952.741	1975.607
Vs (式21)	1.924729	1.913358	1.903107	1.889403	1.924729	1.913358	1.903107	1.889403
V0 (式26/式32)	2.030746	2.709936	3.322196	4.140596	0.129805	2.218136	4.100809	6.617555

A₁B₁

実際に欲しい温度領域

【図 6】

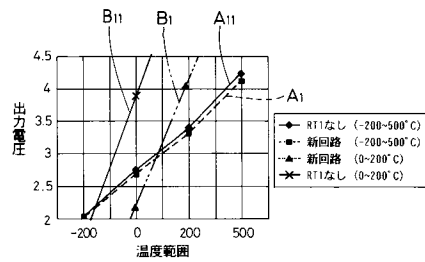


【図 7】

	200~500°C (RTI=82Q)				0~200°C (RTI=82Q)			
	200°C	0°C	200°C	500°C	200°C	0°C	200°C	500°C
Vref	5	5	5	5	5	5	5	5
R1	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900
R2	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
R3	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600
R4	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
R5	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
R6	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
R7	39000	39000	39000	39000	39000	39000	39000	39000
RPT (JIS)	18.49	100	175.84	280.9	18.49	100	175.84	280.9
R T	82	82	82	82	82	82	82	82
RTI	82	82	82	82	82	82	82	82
Rc (式20)	1894.847	1912.939	1929.432	1951.753	1894.847	1912.939	1929.432	1951.753
Vs (式21)	1.202479	1.193821	1.186037	1.175662	1.202479	1.193821	1.186037	1.175662
V0 (式26/式32)	2.047125	2.759728	3.400377	4.254172	1.711484	3.897868	5.863651	8.483701

A₁B₁

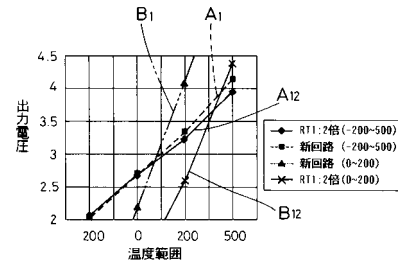
【図 8】



【図 9】

A _{1,2}										B _{1,2}									
-200~500°C (RTI 2倍)					0~200°C (RTI 2倍)					-200~500°C (RTI 2倍)					0~200°C (RTI 2倍)				
-200°C	0°C	200°C	500°C		-200°C	0°C	200°C	500°C		-200°C	0°C	200°C	500°C		-200°C	0°C	200°C	500°C	
Vref	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
R1	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900
R2	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100
R3	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600
R4	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
R5	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
R6	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
R7	43000	43000	43000	43000	43000	43000	43000	43000	43000	43000	43000	43000	43000	43000	43000	43000	43000	43000	43000
Rpt (JIS)	18.49	100	175.84	280.9	18.49	100	175.84	280.9	18.49	100	175.84	280.9	18.49	100	175.84	280.9	18.49	100	175.84
R T	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82
RTI	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164
Rc (式20)	1939.322	1958.278	1975.565	1998.973	1939.322	1958.278	1975.565	1998.973	1939.322	1958.278	1975.565	1998.973	1939.322	1958.278	1975.565	1998.973	1939.322	1958.278	1998.973
Vs (式21)	2.599446	2.587304	2.57633	2.561617	2.599446	2.587304	2.57633	2.561617	2.599446	2.587304	2.57633	2.561617	2.599446	2.587304	2.57633	2.561617	2.599446	2.587304	2.561617
Vo (式26/式32)	2.0666	2.677717	3.230039	3.970443	2.0666	2.677717	3.230039	3.970443	2.0666	2.677717	3.230039	3.970443	2.0666	2.677717	3.230039	3.970443	2.0666	2.677717	3.230039

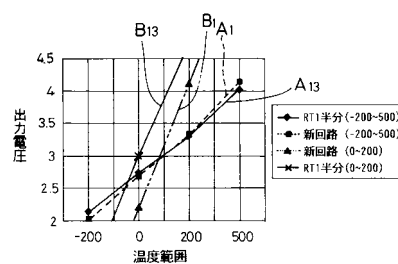
【図 10】



【図 11】

A _{1,3}										B _{1,3}									
-200~500°C (RTI 半分)					0~200°C (RTI 半分)					-200~500°C (RTI 半分)					0~200°C (RTI 半分)				
-200°C	0°C	200°C	500°C		-200°C	0°C	200°C	500°C		-200°C	0°C	200°C	500°C		-200°C	0°C	200°C	500°C	
Vref	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
R1	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900
R2	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
R3	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600
R4	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
R5	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
R6	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
R7	39000	39000	39000	39000	39000	39000	39000	39000	39000	39000	39000	39000	39000	39000	39000	39000	39000	39000	39000
Rpt (JIS)	18.49	100	175.84	280.9	18.49	100	175.84	280.9	18.49	100	175.84	280.9	18.49	100	175.84	280.9	18.49	100	175.84
R T	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82
RTI	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
Rc (式20)	1906.144	1924.454	1941.147	1963.742	1906.144	1924.454	1941.147	1963.742	1906.144	1924.454	1941.147	1963.742	1906.144	1924.454	1941.147	1963.742	1906.144	1924.454	1963.742
Vs (式21)	1.720493	1.709721	1.700017	1.687057	1.720493	1.709721	1.700017	1.687057	1.720493	1.709721	1.700017	1.687057	1.720493	1.709721	1.700017	1.687057	1.720493	1.709721	1.687057
Vo (式26/式32)	2.129867	2.742275	3.293894	4.030587	2.129867	2.742275	3.293894	4.030587	2.129867	2.742275	3.293894	4.030587	2.129867	2.742275	3.293894	4.030587	2.129867	2.742275	3.293894

【図 12】



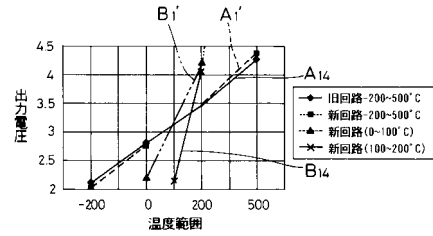
【図 13】

	従来回路 200~500°C				新回路 100~200°C			
	200°C	0°C	200°C	500°C	100°C	200°C	500°C	
Vref	5	5	5	5	5	5	5	
R1	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	
R2	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	
R3	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	
R4	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
R5	1500	1500	1500	1500	720	720	720	
R6	3000	3000	3000	3000	3300	3300	3300	
R7	47000	47000	47000	47000	47000	47000	47000	
RPT(JIS)	18.49	100	175.84	280.9	18.49	138.5	175.84	280.9
RT	0	0	0	0	120	120	120	120
RTI	0	0	0	0	120	120	120	120
Rc(式20)	1876.25	1884.737	1911.585	1934.383	1936.354	1963.524	1971.809	1994.707
Vs(式21)	1.950427	1.938776	1.928277	1.914252	1.913049	1.895619	1.891665	1.878106
Vo(式26/式32)	2.115111	2.814626	3.444899	4.286921	4.04214	2.22702	4.117468	9.291013

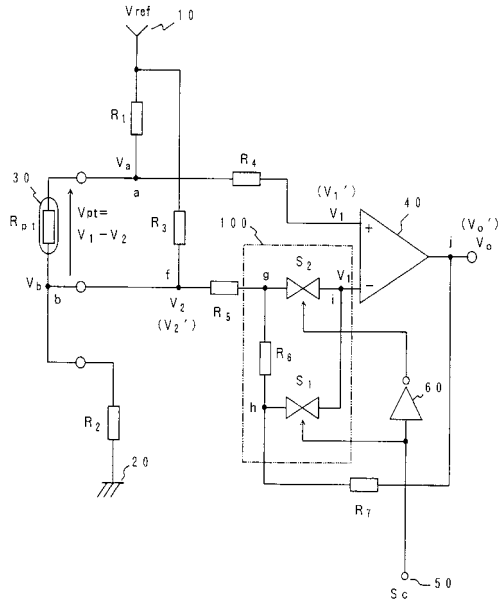
	新回路 200~500°C				新回路 0~100°C			
	200°C	0°C	200°C	500°C	200°C	0°C	100°C	500°C
Vref	5	5	5	5	5	5	5	5
R1	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900	3900
R2	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
R3	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600
R4	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
R5	720	720	720	720	720	720	720	720
R6	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300	3300
R7	47000	47000	47000	47000	47000	47000	47000	47000
RPT(JIS)	18.49	100	175.84	280.9	18.49	100	138.5	280.9
RT	87	87	87	87	87	87	87	87
RTI	87	87	87	87	87	87	87	87
Rc(式20)	1919.826	1938.355	1955.249	1978.12	1919.826	1938.355	1946.972	1978.12
Vs(式21)	1.923184	1.91183	1.901593	1.887909	1.923184	1.91183	1.906595	1.887909
Vo(式26/式32)	2.036266	2.789074	3.467722	4.374899	2.14241	2.17539	4.166188	11.27207

実際に改しい温度領域

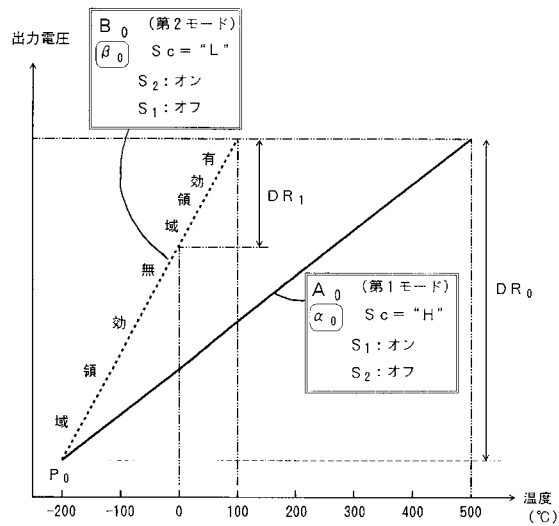
【図 14】



【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

(56)参考文献 実開平02-099331(JP,U)
特開平04-351969(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

H03G 3/12

G01K 7/00

G01R 15/09