

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5735484号
(P5735484)

(45) 発行日 平成27年6月17日(2015.6.17)

(24) 登録日 平成27年4月24日(2015.4.24)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 K 7/12 (2006.01)

G O 1 K 7/12

Z

請求項の数 20 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2012-503422 (P2012-503422)	(73) 特許権者	597115727
(86) (22) 出願日	平成22年3月31日 (2010.3.31)		ローズマウント インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2012-522247 (P2012-522247A)		アメリカ合衆国 55317 ミネソタ州
(43) 公表日	平成24年9月20日 (2012.9.20)		、チャナッセン、マーケット・ブルバード 8200
(86) 国際出願番号	PCT/US2010/000968	(74) 代理人	100098914
(87) 国際公開番号	W02010/117427		弁理士 岡島 伸行
(87) 国際公開日	平成22年10月14日 (2010.10.14)	(72) 発明者	カジンスキー, ロバート, ジェイ.
審査請求日	平成25年1月31日 (2013.1.31)		アメリカ合衆国 55118 ミネソタ,
(31) 優先権主張番号	12/384,011		メンドータ ハイツ, ストラトフォード ロード 959
(32) 優先日	平成21年3月31日 (2009.3.31)	(72) 発明者	ゴーツィンガー, チャールズ, イー.
(33) 優先権主張国	米国 (US)		アメリカ合衆国 55317 ミネソタ,
			チャンハッセン, ウィンドミル ドライヴ 7521

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱電対アセンブリおよびこれを用いた冷接点補償

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

熱電対(12, 14)で温度を検出し、前記熱電対(12, 14)の温接点(20)の温度および前記熱電対(12, 14)の冷接点(16, 18)の温度の関数である熱電対信号(44)を生成する工程と、

冷接点温度センサ(28)で温度を検出し、冷接点(16, 18)の温度の関数である冷接点センサ信号(46)を生成する工程と、

前記熱電対信号(44)と前記冷接点センサ信号(46)とを相関演算し、前記熱電対(12, 14)が正しくトランスミッタ(34)に接続されているか否かを示す信号を生成する工程と、

を備える、トランスミッタ(34)に接続された熱電対(12, 14)の動作を監視する方法。

【請求項 2】

前記熱電対がトランスミッタと正しく接続されているか否かを示す信号をユーザに提供する工程をさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記熱電対がトランスミッタと正しく接続されているか否かを示す信号は、時間の関数である、前記冷接点センサ信号と前記熱電対信号との相関値であることを特徴とする請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

正の相関値に対応して第 1 の信号をユーザに提供し、負の相関値に対応して第 2 の信号をユーザに提供する工程をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

略ゼロの相関値に対応して第 3 の信号をユーザに提供する工程をさらに備えることを特徴とする請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記冷接点温度センサ信号 (4 6) に対する前記熱電対信号 (4 4) の平均の相関値を演算する工程と、

所定の正の値を越える、平均の相関値に対応して、第 1 の信号をユーザに提供する工程と、

をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記第 1 の信号に対応して、前記トランスミッタ (3 4) の第 1 の端子 (1 6) に接続されていた熱電対の冷接点の端部 (1 2 , 1 4) が前記トランスミッタの第 2 の端子 (1 8) に接続され、前記第 2 の端子 (1 8) に接続されていた熱電対の冷接点の端部 (1 2 , 1 4) が前記第 1 の端子に接続されるように、前記熱電対 (1 2 , 1 4) を前記トランスミッタ (3 4) に接続し直す工程をさらに備えることを特徴とする請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記平均の相関値は、前記冷接点の温度が変化した場合に所定の期間に渡って演算されることを特徴とする請求項 6 に記載の方法。

【請求項 9】

前記所定の期間は、概ね 1 0 分間を上回ることを特徴とする請求項 8 に記載の方法。

【請求項 1 0】

前記所定の正の値は、0 ~ 1 であることを特徴とする請求項 8 に記載の方法。

【請求項 1 1】

前記第 1 の信号に対応して、前記トランスミッタ (3 4) の第 1 の端子 (1 6) に接続されていた熱電対の冷接点の端部 (1 2 , 1 4) が前記トランスミッタ (3 4) の第 2 の端子 (1 8) に接続され、前記第 2 の端子 (1 8) に接続されていた熱電対の冷接点の端部 (1 2 , 1 4) が前記第 1 の端子に接続されるように、前記熱電対 (1 2 , 1 4) を前記トランスミッタ (3 4) に接続し直す工程をさらに備えることを特徴とする請求項 8 に記載の方法。

【請求項 1 2】

前記平均の相関値が所定の負の値未満の場合には、第 2 の信号をユーザに提供する工程をさらに備えることを特徴とする請求項 8 に記載の方法。

【請求項 1 3】

前記平均の相関値が、前記所定の正の値と前記所定の負の値の間にある場合には、第 3 の信号をユーザに提供する工程をさらに備えることを特徴とする請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記温接点 (2 0) の温度に実質的に等しい温度を表す温度信号をユーザに提供する工程をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 1 5】

熱電対の第 1 の冷接点の端部 (1 2) をトランスミッタ (3 4) の第 1 の端子 (1 6) に接続し、熱電対の第 2 の冷接点の端部 (1 4) を、前記トランスミッタ (3 4) の第 2 の端子 (1 8) に接続する工程と、

前記熱電対 (3 4) の温接点 (2 0) を、第 1 の温度を有する第 1 の環境に暴露し、前記熱電対の前記冷接点の端部 (1 2 , 1 4) を、第 2 の温度を有する第 2 の環境に暴露する工程と、

前記熱電対 (1 2 , 1 4) で温度を検出して、前記第 1 の温度と前記第 2 の温度の差の

10

20

30

40

50

関数である、熱電対信号(44)を生成する工程と、

冷接点温度センサ(28)で温度を検出し、前記第2の温度として冷接点センサ信号(46)を生成する工程と、

前記冷接点センサ信号(46)と前記熱電対信号(44)との間に正の相関がある場合には、前記第1の冷接点の端部が前記第2の端子(18)に接続され、前記第2の冷接点の端部が前記第1の端子に接続されるように、前記熱電対(12, 14)と前記トランスミッタとを接続し直す工程と、

を備える、トランスミッタ(34)に熱電対(12, 14)を接続する方法。

【請求項16】

温接点および冷接点の端部(16, 18)を有する熱電対(12, 14)であって、前記冷接点の端部(16, 18)が第1の冷接点の端子(16)および第2の冷接点の端子(18)を有する熱電対と、

前記冷接点の端部(16, 18)の近傍で支持され、前記冷接点の端部(16, 18)での温度を測定する冷接点温度センサ(28)と、

前記冷接点温度センサ(28)に電氣的に接続され、前記第1の冷接点の端子(16)と前記第2の冷接点の端子(18)とに電氣的に接続された電気回路(22, 30)であって、

前記第1の冷接点の端子(16)と前記第2の冷接点の端子(18)の間の電圧の関数である熱電対信号(44)を生成し、前記冷接点温度センサ(28)で測定される前記冷接点の端部(16, 18)の温度の関数である冷接点センサ信号(46)を生成し、前記熱電対信号(44)と前記冷接点センサ信号(46)の相関を演算する電気回路(22, 30)と、

を備えるアセンブリ。

【請求項17】

前記電気回路(22, 30)に電氣的に接続されたユーザインターフェースをさらに備えることを特徴とする請求項16に記載のアセンブリ。

【請求項18】

前記電気回路(22, 30)は、前記熱電対(12, 14)が正しく前記電気回路(22, 30)に接続されているか否かを示す信号を生成するようにユーザインターフェース(38)を駆動するよう構成されていることを特徴とする請求項17に記載のアセンブリ。

【請求項19】

前記電気回路(22, 30)は、相関データおよび温度データを前記ユーザインターフェース(38)に送信することを特徴とする請求項17に記載のアセンブリ。

【請求項20】

前記電気回路(22, 30)は、冷接点補償器(22)を備えることを特徴とする請求項17に記載のアセンブリ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は熱電対に関し、とりわけ熱電対の接続に関する。

【背景技術】

【0002】

熱電対は広く使われている温度センサである。基本的に、熱電対はプラス側およびマイナス側の導線を備え、これらは異なる金属からできており、一方の端部で接合されている。この接合された端部は、一般にプロセスエンド(process end)、プロセス接点(process junction)、高温端部(hot end)、温接点(hot junction)、あるいは主接点(main junction)と呼ばれている。もう一方の端部は、一般に冷端部(cold end)、あるいは冷接点(cold junction)と呼ばれている。通常、温接点は温度が未知の環境に暴露され、冷接点は温度が既知の環境に暴露される。この状態で冷接点間での電圧が測定される。

【 0 0 0 3 】

上記のようにして電圧を計測すると、温度が未知の環境と温度が既知の環境間の温度差が分かる。これは、どのような金属であっても、熱勾配のある条件に曝されると起電力が生まれることを利用している。すなわち、各金属は、熱勾配の大きさに応じて、固有の電位差を生み出す。一方、金属が異なれば、同一の熱勾配に曝された場合でも、起電力は異なる。したがって、熱電対を構成する2種の金属は、温接点と冷接点間でそれぞれ異なる電位差を生み出すため、両冷接点間で観測される電位差は、温度が未知の環境と既知の環境間の温度差に対応することとなる。

【 0 0 0 4 】

熱電対によって計測される電圧の値は、プラス側の導線とマイナス側の導線にどのような金属を使用するかによって決まる。例えば、Kタイプ（国際電気標準会議（IEC）による）の熱電対は、正の電極にクロメル、負の電極にアルメルを用いる。他の金属を用いてもよいが、計測した電圧の値から温度差を導き出すためには、使用する金属の熱起電力特性を知っておかなければならない。

【 0 0 0 5 】

熱電対で温度を測定するには、原理的には、冷接点の温度を一定（例えば0）に保たなければならない。しかし、冷接点の温度が変化しても、冷接点に接続した他の手段を用いて（ダイオードの温度特性を利用したり、サーミスタや測温抵抗体を用いたりして）、その温度を測定することはできる。そこで、冷接点の温度が一定でない環境下で熱電対により温度を測定する場合には、他の手段で測定する冷接点温度を利用して、適切な校正（冷接点補償と呼ばれる）を行なう。

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

基本的に本発明は、熱電対のプラス側およびマイナス側の導線が、温度検出回路に正しく接続されているかどうかを判定する装置および方法を提供する。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

本発明に基づくアセンブリは、熱電対、冷接点センサ、および電気回路を備える。この熱電対は、プロセスエンドおよび冷接点の端部を有する。この冷接点の端部は、第1および第2の冷接点の端子を有する。この冷接点センサは、冷接点の端部の近傍に支持され、冷接点の端部の温度を測定するように構成されている。この電気回路は冷接点センサに電気的に接続され、その第1および第2の冷接点の端子に接続されている。この電気回路は、熱電対信号を第1および第2の冷接点の端子間の電圧の関数として生成するように、また冷接点センサ信号をこの冷接点センサで測定される冷接点の端部の温度の関数として生成するように、構成されている。この電気回路は、さらに、熱電対信号と冷接点センサ信号の相関を演算するように構成されている。本発明には、このアセンブリを用いる方法も含まれている。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 8 】

【 図 1 】 温度センサの概略図である。

【 図 2 】 熱電対での測定を示す図である。

【 図 3 】 測定の相関を示す図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 0 9 】

図 1 は、温度センサ 10 の概略図を示す。温度センサ 10 は、熱電対の正極側のリード線 12、熱電対のマイナス側導線 14、プラス側の冷接点の端子 16、マイナス側の冷接点の端子 18、プロセスエンド 20、冷接点補償器の電気回路 22、冷接点補償器のプラス側導線 24、冷接点補償器の負極側導線 26、冷接点温度センサ 28、出力回路 30、出力接続線 32、トランスミッタ 34、トランスミッタ接続線 36、およびユーザインタ

ーフェース 38 を備える。

【0010】

熱電対のプラス側導線 12 は、プロセスエンド 20 で熱電対のマイナス側導線 14 に接続されている。プロセスエンド 20 は、温度の情報が必要なプロセス環境に暴露されてよい。プロセスエンド 20 は、一般に「主接点」あるいは「温接点」として知られている。

【0011】

熱電対のプラス側導線 12 は、プラス側の冷接点の端子 16 にも接続され、熱電対のマイナス側導線 14 は、マイナス側の冷接点の端子 18 にも接続されている。冷接点補償器の回路 22 は、冷接点補償器のプラス側の接続線 24 を介して、プラス側の冷接点の端子 16 に接続され、冷接点補償器のマイナス側の接続線 26 を介して、マイナス側の冷接点の端子 18 に接続されている。プラス側の冷接点の端子 16 およびマイナス側の冷接点の端子 18 は、合わせて冷接点と呼ばれる。出力回路 30 は、出力接続線 32 を介して、冷接点補償器の電気回路 22 に接続されている。この図示された実施形態では、プラス側の冷接点の端子 16、マイナス側の冷接点の端子 18、プロセスエンド 20、冷接点補償器の電気回路 22、冷接点補償器のプラス側導線 24、冷接点補償器のマイナス側導線 26、冷接点の温度センサ 28、出力回路 30、および出力接続線 32 は、トランスミッタ 34 の一部となっている。

【0012】

冷接点のプラス側導線 12 は、実質的にはどのような導電性の材質であっても熱電対のプラス側導線としての使用に適していればよく、たとえばクロメルであってよい。冷接点のマイナス側導線 14 は、実質的にどのような導電性の材質であっても、冷接点のプラス側導線 12 と対になるように選択されたマイナス側の導線としての使用に適していればよく、たとえばアルメルであってよい。冷接点のプラス側導線 12 および冷接点のマイナス側導線 14 は合わせて、熱電対を形成する。

【0013】

冷接点補償器の電気回路 22 は、プラス側の冷接点の端子 16 とマイナス側の冷接点の端子 18 との間の電圧を測定することができる。冷接点補償器の電気回路 22 は、冷接点の温度センサ 28 を用いて冷接点での温度を測定することができる。冷接点の温度センサ 28 は、温度に反応するデバイスであり、たとえばサーミスタ、ダイオード、あるいは測温抵抗体デバイスである。次に冷接点補償器の電気回路 22 は、冷接点の温度に基づいて補正電圧を計算する。冷接点補償器の出力回路 22 は、出力接続線 32 を介して、冷接点補償器の回路 30 に所定の信号を送信する。この信号は、プラス側の冷接点の端子 16 とマイナス側の冷接点の端子 18 との間に測定される電圧を表す信号と、補正電圧を表す信号とを含む。

【0014】

冷接点補償器の電気回路 22 からの信号に基づいて、出力回路 30 は、冷接点の正確な温度、冷接点とプロセスエンド 20 との間の温度差、およびプロセスエンド 20 の正確な温度を含む種々の温度を計算することができる。これらの温度値は、多項式補間あるいは参照テーブルの値を基準にするなどの、一般的な手法で決めることができる。トランスミッタの接続線 36 は、トランスミッタ 34 をユーザインターフェース 38 に電氣的に接続している。この図示された実施形態では、出力回路 30 は、トランスミッタの接続線 36 によってユーザインターフェース 38 に接続されているが、この接続線は有線接続であっても、無線接続であってもよい。

【0015】

ユーザインターフェース 38 は、出力回路 30 から受信した信号に基づいて、冷接点補償器の電気回路 22 および出力回路 30 によって計算された温度値を表示してよい。1 つの実施形態では、ユーザインターフェース 38 は、温度値のデジタル表示が可能なグラフィカルユーザインターフェースであってよい。他の実施形態では、ユーザインターフェース 38 は、ユーザと情報通信を行えるものであれば概ねどのようなユーザインターフェースであってもよい。

【 0 0 1 6 】

これらの温度値の確度は、熱電対のプラス側導線 1 2 と熱電対のマイナス側導線とに用いられる材質および冷接点温度センサ 2 8 に用いられる温度に反応するデバイスなどの要因に依存する。さらに、この確度は温度センサ 1 0 の全ての部品が適切に接続されているようにも依存する。たとえば、温度センサ 1 0 は、熱電対のプラス側導線 1 2 が冷接点の端子 1 6 に接続され、熱電対のマイナス側導線 1 4 が同様にマイナス側の冷接点の端子 1 8 に接続されていることを前提として機能する。もしこれらの導線が誤って、間違った端子に接続されていると、プラス側の冷接点の端子 1 6 とマイナス側の冷接点の端子 1 8 との間の電圧降下は、正しく接続された温度センサの温度での電圧降下と逆になってしまう。このような場合、出力回路 3 0 は、プロセスエンド 2 0 の不正確な温度値を計算してしまうことになる。状況次第では、この温度値が不正確であることがユーザにとって明瞭でない可能性もある。

10

【 0 0 1 7 】

図 2 は熱電対での測定図 4 0 を示す。熱電対での測定図 4 0 は、温度値を時間の関数として示したものである。実際のライン 4 2 は、プロセスエンド 2 0 での実際のプロセス温度を時間経過に対して示したものである。ここで図示された実施形態では、実際の温度は 6 0 時間で約 1 0 0 から約 2 0 0 に直線的に上昇している。

【 0 0 1 8 】

熱電対のライン４４は、温度センサ１０の全ての部品が適切に接続されている場合に測定された温度差（プロセスエンド２０の温度－冷接点の温度）を時間経過に対して示したものである。ここに図示された実施形態では、測定された温度差は６０時間で上昇率が変化しながら約１００ から約２００ に上昇している。

20

【 0 0 1 9 】

冷接点のライン 4 6 は、冷接点で測定された温度を時間経過に対して示したものである。
この図示された実施形態では、冷接点で測定された温度は、約 6 0 時間に渡り 0 付近
で変動している。

【 0 0 2 0 】

反転した熱電対のライン４８は、温度センサ１０が反対に接続されて（すなわち、熱電対のプラス側導線１４がプラス側の冷接点の端子１６に接続され、熱電対のプラス側導線１２がマイナス側の冷接点の端子１８に接続された場合）、間違って測定された、プロセスエンド２０と冷接点の温度差を時間経過に対し示したものである。ここに図示された実施形態では、間違って測定された温度差は６０時間で下降率が変化しながら約－１００から約－２００に下降している。反転した熱電対のライン４８は、事実上熱電対の線４４を裏返しにしたものである。

30

【 0 0 2 1 】

熱電対での測定図 4 0 から明らかなように、熱電対のライン 4 4 は、冷接点のライン 4 6 に対し逆の相関を有している。冷接点での温度が上昇すると、温度差は必然的に減少する。これは以下の式で表すことができる。

$$(\text{実際のプロセス温度}) - (\text{冷接点の温度}) = (\text{測定された熱電対の温度差})$$

また、熱電対での測定図 40 から明らかなように、反転した TC のライン 48 は、CJ のライン 46 に対し正の相関を有している。これは以下の式で表すことができる。

$$= \frac{-(\text{実際のプロセス温度}) - (\text{冷接点の温度})}{(\text{反転して測定された熱電対の温度差})}$$

したがって、熱電対が適切に接続されているか否かは、冷接点の温度と測定された熱電対の温度差とを比較することで明らかとなる。

【 0 0 2 2 】

図 3 は測定的相关図を示す。測定的相关図 5 0 は、測定された冷接点の温度と測定された温度差との間の相关値を時間の関数として示したものである。正しいライン 5 2 は、温度センサ 1 0 が正しく接続されている場合の相关値を示している。この図示された実施形態では、正しいライン 5 2 は、約 1 0 時間に渡り 0 と - 1 の間で変動している。

50

【 0 0 2 3 】

反転したライン 5 4 は、温度センサ 1 0 が反対に接続された場合（すなわち、熱電対のマイナス側導線 1 4 がプラス側の冷接点の端子 1 6 に接続され、熱電対のプラス側導線 1 2 がマイナス側の冷接点の端子 1 8 に接続された場合）の相関値を示している。この図示された実施形態では、反転したライン 5 4 は、約 1 0 時間に渡り 0 と 1 の間で変動している。

【 0 0 2 4 】

平坦なライン 5 6 は、温度センサ 1 0 が開放回路となっている場合（すなわち、プラス側の冷接点の端子 1 6 あるいはマイナス側の冷接点の端子 1 8 が、熱電対のプラス側導線 1 2 または熱電対のマイナス側導線 1 4 に接続されていない場合）の相関値を示している。

【 0 0 2 5 】

出力回路 3 0 は、冷接点補償器の電気回路 2 2 から受信した信号に基づいて、相関値を時間の関数として計算することができる。相関は以下の 2 つの方法のいずれかで評価することができる。第 1 の方法では、相関は、冷接点で測定された温度の時間変化率と、プラス側の冷接点の端子 1 6 とマイナス側の冷接点の端子 1 8 の間の電圧の変化率との相関で評価することができる。第 2 の方法では、相関は、冷接点で測定された温度の時間変化率と、冷接点とプロセス端部の間の温度差の時間変化率との相関で評価することができる。冷接点とプロセスエンドの温度差は、そのままプラス側の冷接点の端子 1 6 とマイナス側の冷接点の端子 1 8 の間の電圧に対応しているので、これらのいずれの相関も有用である。

【 0 0 2 6 】

相関の評価は、必然的に冷接点での少なくとも何らかの温度変化が必要である。このような変化は、長い時間に渡っては、通常自然に起こるものである。この方法の正確さは、冷接点での温度変化がプロセスエンド 2 0 での温度変化に対して比較的大きくなるように設定することで、向上することができる。冷接点での大きな温度変化は、温度差の変化に対し大きな影響を生じ、相関値を - 1 あるいは 1 に近づける。このようにして、温度センサ 1 0 が正しく接続されているかどうかについての結果の信頼性が向上される。相関値が - 1 に近いほど、温度センサが正しく接続されていることの確度が大きくなる。相関値が 1 に近いほど、温度センサ 1 0 が逆に接続されていることの確度が大きくなる。常に 0 である相関値は、開放回路であることを示唆している。0 に近づいてゆく相関値は、不確かな検査またはセンサ不良を示唆している。

【 0 0 2 7 】

出力回路 3 0 は、ユーザインターフェース 3 8 を駆動して、接続の状態に関して警告する。1 つの実施形態では、ユーザインターフェース 3 8 は、測定の相関図 5 0 のように、相関値を時間の関数で示す図を表示することができる。他のもう 1 つの実施形態では、ユーザインターフェース 3 8 は、相関値のデジタル表示を行うことができる。さらにもう 1 つの実施形態では、ユーザインターフェース 3 8 は、接続状態に関して決定的な警告を提供するために相関の情報を利用してよい。1 つの実施形態では、ユーザインターフェース 3 8 は、正しい接続、間違った接続、あるいは無接続であることを示す 3 つの警告のうちの 1 つを提供するようにしてよい。このような警告を提供する前に、相関の閾値を設定するようにしてもよい。たとえば、相関値がゼロ以下になった時には、ユーザインターフェース 3 8 は、正しい接続であることを示す警告を常に提供してよく、あるいは相関値がゼロ未満のある所定の値以下に低下した時のみ、正しい接続であることを示唆する警告を提供するようにしてよい。

【 0 0 2 8 】

さらに、ユーザインターフェース 3 8 は、相関値が所定の閾値より下に一瞬でも低下する度に、正しい接続であることを示す警告を提供してよく、相関値が所定の期間、所定の閾値より低下した場合のみ、正しい接続であることを示す警告を提供するようにしてよく

、あるいは、平均的な相関値が所定の期間、所定の閾値より低下した場合のみ、正しい接続であることを示す警告を提供するようにしてよい。冷接点の温度が十分に頻繁に変化する場合は、相関演算は10分以下で完了する。また、ユーザインターフェース38は、正の閾値を用いる以外は、正しい接続であることを示す警告の場合に説明したと同様に、間違った接続であることを示す警告を提供するようにしてよい。また、ユーザインターフェース38は、正および負の閾値を用いる以外は、正しい接続であることを示す警告の場合に説明したと同様に、無接続であることを示す警告を提供するようにしてよい。

【0029】

ユーザインターフェース38が、熱電対10の接続が正しくない旨を表示した場合には、ユーザは、プラス側導線12またはマイナス側導線14を、正しい端子に接続し直す。同様に、ユーザインターフェース38が開放回路である旨を表示した場合には、ユーザは、導線を再度接続する。一方、ユーザインターフェース38が、熱電対10の接続が正しい旨を表示した場合には、ユーザは、熱電対10が測定した温度に大きな信頼を寄せることができる。

10

【0030】

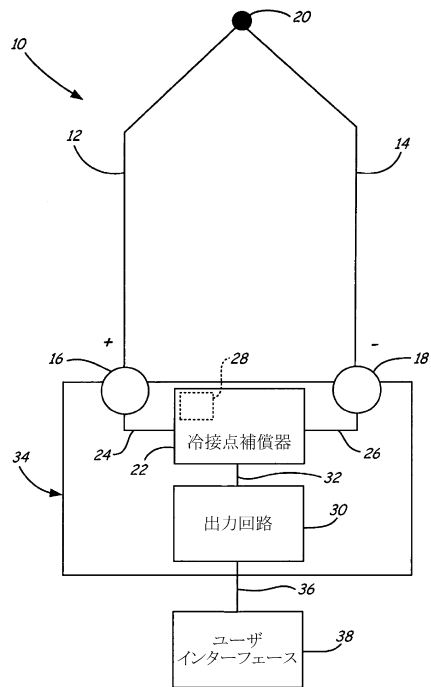
本発明は、多くの効果・利点を有する。すなわち、本発明によれば、ユーザは、熱電対の接続が正しいことについて信頼を寄せることができる。また、熱電対の接続が反対のときには、ユーザは、接続の誤りに気づくことができる。このため、ユーザが誤った温度の測定結果を取り入れることは防止され、ユーザは誤った接続を正すことができる。さらに、熱電対の導線の接続が外れたり、破断したりした場合には、ユーザに警報を発するようにすることもできる。このような効果・利点は、冷接点が位置する温度が既知の環境と、温接点が位置する温度が未知の環境との間の温度差が小さい場合に、特に有用である。

20

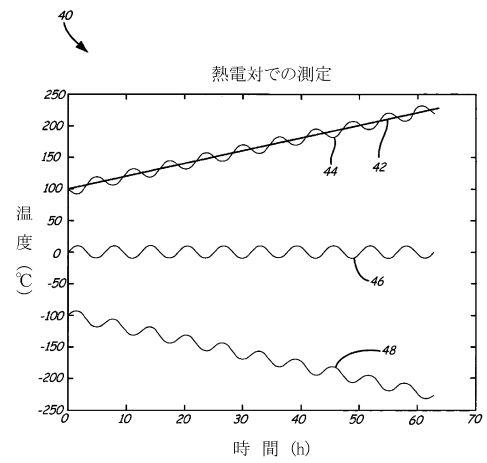
【0031】

以上、本発明を好ましい実施形態に即して説明してきたが、当業者であれば、本発明の意図および範囲から逸脱することなく、形態および詳細の変更を行うことができることを認識するであろう。たとえば、相関の演算は、実際はトランスミッタで行われる必要はない。冷接点の温度と測定された熱電対の温度差の間の相関値を時間の関数として計算することができる回路であれば、どのような回路もこの目的に用いることができる。

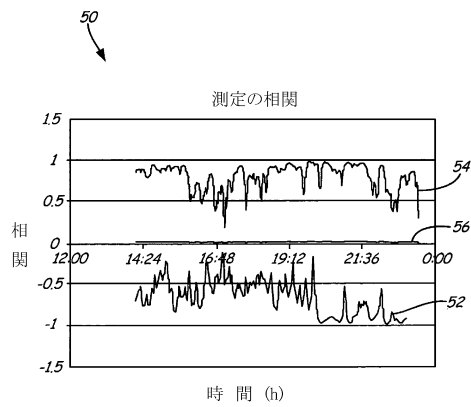
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

審査官 平野 真樹

(56)参考文献 特開昭60-107534(JP,A)
実開昭58-138047(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)
G01K 1/00-19/00