

(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2017-133992

(P2017-133992A)

(43) 公開日 平成29年8月3日(2017.8.3)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>GO1K 7/13 (2006.01)</b>	GO1K 7/13	2F056
<b>GO1K 7/00 (2006.01)</b>	GO1K 7/00 321J	
	GO1K 7/00 311	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2016-15419 (P2016-15419)  
 (22) 出願日 平成28年1月29日 (2016.1.29)

(71) 出願人 000006507  
 横河電機株式会社  
 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号  
 (72) 発明者 村上 龍大  
 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横  
 河電機株式会社内  
 (72) 発明者 佐野 孝史  
 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横  
 河電機株式会社内  
 Fターム(参考) 2F056 LB01

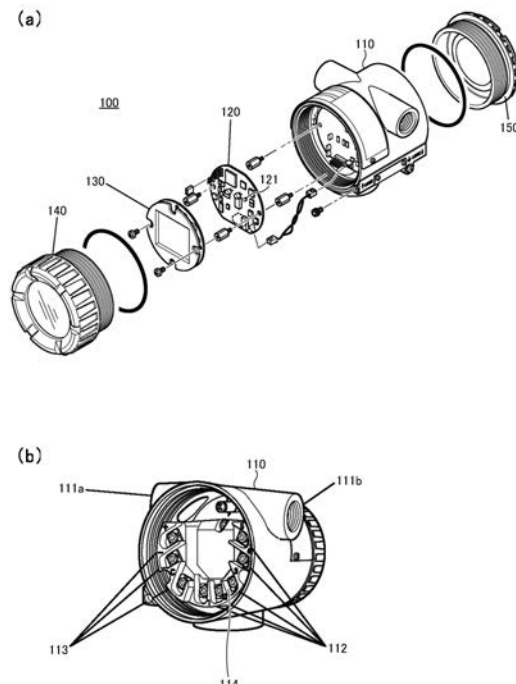
(54) 【発明の名称】 温度伝送器

(57) 【要約】

【課題】熱電対を接続する温度伝送器において、基準接点温度を測定する温度センサが異常状態となっても、算出する測定温度データを利用できるようにする。

【解決手段】熱電対を接続する端子台を備えた温度伝送器であって、端子台近傍に備えられた温度センサと、温度センサとは別個に設けられた補助温度センサと、温度センサのセンサ信号に基づいて温度センサの状態を判定する温度センサ状態判定部と、温度センサが異常状態であると判定された場合に、温度センサが示す温度を基準接点温度として設定し、温度センサが異常状態であると判定された場合に、補助温度センサが示す温度に基づいて推定される端子台の温度を基準接点温度として設定する基準接点温度設定部と、設定された基準接点温度と熱電対のセンサ信号とに基づいて、接点温度補償により温度を演算する温度演算部とを備える。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

熱電対を接続する端子台を備えた温度伝送器であって、  
前記端子台近傍に備えられた温度センサと、  
前記温度センサとは別個に設けられた補助温度センサと、  
前記温度センサのセンサ信号に基づいて前記温度センサの状態を判定する温度センサ状態判定部と、

前記温度センサが異常状態でないと判定された場合に、前記温度センサが示す温度を基準接点温度として設定し、前記温度センサが異常状態であると判定された場合に、前記補助温度センサが示す温度に基づいて推定される前記端子台の温度を基準接点温度として設定する基準接点温度設定部と、

設定された基準接点温度と前記熱電対のセンサ信号とに基づいて、接点温度補償により温度を演算する温度演算部と、  
を備えたことを特徴とする温度伝送器。

**【請求項 2】**

前記基準接点温度設定部が、前記補助温度センサが示す温度を前記端子台の温度と推定することを特徴とする請求項 1 に記載の温度伝送器。

**【請求項 3】**

前記基準接点温度設定部が、前記補助温度センサが示す温度の変化量と、あらかじめ得られた周囲温度の変化に対する前記補助温度センサの温度変化と前記温度センサの温度変化との関係とに基づいて、前記端子台の温度を推定することを特徴とする請求項 1 に記載の温度伝送器。

**【請求項 4】**

前記基準接点温度設定部が、前記補助温度センサが示す温度の所定期間の変化量が基準値以下の場合、前記補助温度センサが示す温度を前記端子台の温度と推定することを特徴とする請求項 3 に記載の温度伝送器。

**【請求項 5】**

前記温度センサ状態判定部が、前記温度センサが異常状態であると判定した場合に、警告を出力する警告出力部をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の温度伝送器。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、温度伝送器に係り、特に、温度伝送器の信頼性を高める技術に関する。

**【背景技術】****【0002】**

温度伝送器は、接続した熱電対、測温抵抗体等からセンサ信号を入力し、4 ~ 20 mA 直流電流等の所定形式の信号に変換して出力するフィールド機器である。ここでは、熱電対を接続した場合を対象にする。

**【0003】**

図 5 ( a ) は、温度伝送器 400 の端子台の一例を示す図である。本図に示す例では、端子台には 1 ~ 5 の番号が付された入力信号用端子が備えられており、熱電対は、2 番端子と 3 番端子に接続するようになっている。

**【0004】**

図 5 ( b ) は、3 番端子付近の A - A 断面図である。本図に示すように、3 番端子付近には、基準接点温度を測定する温度センサ 410 が配置されている。温度センサ 410 は、例えば、測温抵抗体で構成される。

**【0005】**

図 6 は、温度伝送器 400 の測定手順を説明する図である。熱電対に接続した入力信用端子を用いて熱起電力 E23 を測定するとともに、温度センサ 410 で基準接点温度 t2

10

20

30

40

50

を測定する。そして、起電力表を参照して、基準接点温度  $t_2$  に対応する熱起電力  $E_{12}$  を算出する。

【0006】

中間温度の法則により、熱起電力  $E_{12}$  と熱起電力  $E_{23}$  とから熱起電力  $E_{13}$  が求まるため、熱起電力  $E_{13}$  と基準温度  $t_1$  (0) とから測定温度  $t_3$  を算出することができる。このように基準接点温度  $t_2$  を利用する測定手法は、基準接点補償(ゼロ接点補償)と呼ばれる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2013-160505号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

温度伝送器400は、温度センサ410が測定する基準接点温度  $t_2$  を利用する基準接点補償により、高い精度で測定温度  $t_3$  を算出することができるが、これは温度センサ410の動作が正常であることを前提としたものである。

【0009】

このため、万が一、温度センサ410の故障等により、取得する基準接点温度  $t_2$  が異常値を示すと、温度伝送器400は、正しい測定温度データを出力することができなくなり、温度伝送器400の出力データを利用した温度制御システムの稼働が不能となる。温度制御システムの中断は生産計画等に悪影響を与えるため、温度センサ410が異常状態となっても、温度制御システムの稼働を継続できるようにすることが望ましい。

【0010】

そこで、本発明は、熱電対を接続する温度伝送器において、基準接点温度を測定する温度センサが異常状態となっても、算出する測定温度データを利用できるようにすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記課題を解決するため、本発明の温度伝送器は、熱電対を接続する端子台を備えた温度伝送器であって、前記端子台近傍に備えられた温度センサと、前記温度センサとは別個に設けられた補助温度センサと、前記温度センサのセンサ信号に基づいて前記温度センサの状態を判定する温度センサ状態判定部と、前記温度センサが異常状態でないと判定された場合に、前記温度センサが示す温度を基準接点温度として設定し、前記温度センサが異常状態であると判定された場合に、前記補助温度センサが示す温度に基づいて推定される前記端子台の温度を基準接点温度として設定する基準接点温度設定部と、設定された基準接点温度と前記熱電対のセンサ信号とに基づいて、接点温度補償により温度を演算する温度演算部と、を備えたことを特徴とする。

前記基準接点温度設定部が、前記補助温度センサが示す温度を前記端子台の温度と推定するようにしてもよい。

あるいは、前記基準接点温度設定部が、前記補助温度センサが示す温度の変化量と、あらかじめ得られた周囲温度の変化に対する前記補助温度センサの温度変化と前記温度センサの温度変化との関係とに基づいて、前記端子台の温度を推定するようにしてもよい。

この場合、前記基準接点温度設定部が、前記補助温度センサが示す温度の所定期間の変化量が基準値以下の場合には、前記補助温度センサが示す温度を前記端子台の温度と推定することができる。

また、前記温度センサ状態判定部が、前記温度センサが異常状態であると判定した場合に、警告を出力する警告出力部をさらに備えてもよい。

【発明の効果】

【0012】

10

20

30

40

50

本発明によれば、熱電対を接続する温度伝送器において、基準接点温度を測定する温度センサが異常状態となっても、算出する測定温度データを利用できるようになる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本実施形態の温度伝送器の構成を示す図である。

【図2】温度伝送器の機能構成を説明するブロック図である。

【図3】本実施形態の温度伝送器の温度測定動作について説明するフローチャートである。

【図4】端子台温度の推定方法を説明する図である。

【図5】温度伝送器の端子台の一例を示す図である。

【図6】温度伝送器の測定手順を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図1(a)は、本実施形態の温度伝送器100の構成を示す分解斜視図である。本図に示すように、温度伝送器100は、本体110、基板120、表示装置130、基板部カバー140、端子部カバー150を備えている。

【0015】

本体110の裏側には図1(b)に示すように、入力信号用端子112と出力信号用端子113とを備えた端子台が配置されている。また、本体には、配線接続口(入力信号側)111a、配線接続口(出力信号側)111bが形成されている。従来と同様に、端子台の3番端子付近には、基準接点温度を測定するための温度センサ114が配置されている。

【0016】

また、温度伝送器100は、基板120に補助温度センサ121を備えている。補助温度センサ121は、测温抵抗体、サーマル・ダイオード等を用いることができ、基板120周辺の温度を測定する。ただし、補助温度センサ121は、基板120以外の箇所に配置してもよい。

【0017】

図2は、温度伝送器100の機能構成を説明するブロック図である。本図示すように、温度伝送器100の基板120には、補助温度センサ121に加え、信号入力部122、メモリ123、温度センサ状態判定部124、基準接点温度設定部125、温度演算部126、信号出力部127、警告出力部128を備えている。

【0018】

信号入力部122は、熱電対からのセンサ信号、端子台に配置された温度センサ114からのセンサ信号、基板120に配置された補助温度センサ121からのセンサ信号を入力し、所定の間隔でデジタル変換してメモリ123に格納する。センサ信号はリングバッファ等を用いて、ある程度の期間分の履歴情報を保持するようにする。

【0019】

温度センサ状態判定部124は、メモリ123に格納された温度センサ114からのセンサ信号に基づいて温度センサ114が異常状態であるかどうかを判定する。例えば、温度センサ114からセンサ信号を取得できない場合、温度センサ114からのセンサ信号が所定の温度範囲外を示している場合、温度センサ114からセンサ信号が不安定の場合等に温度センサ114が異常状態であると判定することができる。

【0020】

基準接点温度設定部125は、基準接点補償手法における基準接点温度を設定する。具体的には、温度センサ状態判定部124により、温度センサ114が異常状態でないと判定された場合には、従来通り、端子台付近に配置された温度センサ114が示す温度を基準接点温度として設定する。

【0021】

10

20

30

40

50

一方、温度センサ 1 1 4 が異常状態であると判定された場合には、温度センサ 1 1 4 のセンサ信号は利用せずに、基板 1 2 0 に配置された補助温度センサ 1 2 1 が示す温度に基づいて端子台の温度を推定し、推定された温度を基準接点温度として設定する。端子台温度の推定方法の例について後述する。

【 0 0 2 2 】

温度演算部 1 2 6 は、熱電対からのセンサ信号が示す温度と設定された基準接点温度とに基づいて、基準接点補償手法により測定温度を算出する。算出された測定温度は、信号出力部 1 2 7 により 4 - 2 0 m A 等の所定フォーマットのアナログ物理量に変換されて外部に出力される。

【 0 0 2 3 】

警告出力部 1 2 8 は、温度センサ状態判定部 1 2 4 により、温度センサ 1 1 4 が異常状態であると判定された場合に、温度センサの故障通知を上位装置等の外部に出力する。

【 0 0 2 4 】

次に、本実施形態の温度伝送器 1 0 0 の温度測定動作について図 3 のフローチャートを参照して説明する。まず、温度センサ状態判定部 1 2 4 がメモリ 1 2 3 に格納されている温度センサ 1 1 4 からのセンサ信号を参照し ( S 1 0 1 )、温度センサ 1 1 4 が異常状態であるかどうかを判定する ( S 1 0 2 )。

【 0 0 2 5 】

上述のように、温度センサ 1 1 4 からセンサ信号を取得できない場合、温度センサ 1 1 4 からのセンサ信号が所定の温度範囲外を示している場合、温度センサ 1 1 4 からセンサ信号が不安定の場合等に温度センサ 1 1 4 が異常状態であると判定することができる。

【 0 0 2 6 】

その結果、「温度センサ 1 1 4 が異常状態ではない」と判定した場合 ( S 1 0 2 : N o ) は、基準接点温度設定部 1 2 5 が、温度センサ 1 1 4 のセンサ信号に基づく温度を基準接点温度に設定し ( S 1 0 3 )、温度演算部 1 2 6 が熱電対からのセンサ信号と設定された基準接点温度とに基づいて基準接点補償による温度演算を行なう ( S 1 0 4 )。算出結果は、信号出力部 1 2 7 が、4 - 2 0 m A 等の所定フォーマットのアナログ物理量に変換して上位装置等の外部に出力する ( S 1 0 5 )。

【 0 0 2 7 】

一方、温度センサ状態判定部 1 2 4 が「温度センサ 1 1 4 が異常状態である」と判定した場合 ( S 1 0 2 : Y e s ) は、警告出力部 1 2 8 が警告を上位装置等に出し、温度センサ 1 1 4 が故障したことを通知する ( S 1 0 6 )。

【 0 0 2 8 】

温度伝送器 1 0 0 は、温度センサ 1 1 4 が異常状態の場合であっても、測定温度の出力を中断しないように、以下の処理を行なう。すなわち、基準接点温度設定部 1 2 5 が、補助温度センサ 1 2 1 のセンサ信号に基づいて端子台の温度を推定し ( S 1 0 7 )、推定した温度を基準接点温度に設定する ( S 1 0 8 )。

【 0 0 2 9 】

そして、温度演算部 1 2 6 が熱電対からのセンサ信号と設定された基準接点温度とに基づいて基準接点補償による温度演算を行なう ( S 1 0 4 )。算出結果は、信号出力部 1 2 7 が、4 - 2 0 m A 等の所定フォーマットのアナログ物理量に変換して上位装置等の外部に出力する ( S 1 0 5 )。

【 0 0 3 0 】

次に、基準接点温度設定部 1 2 5 が行なう端子台温度の推定処理 ( S 1 0 7 ) について説明する。

【 0 0 3 1 】

温度伝送器 1 0 0 の周囲温度が安定しておれば、正常な温度センサ 1 1 4 と正常な補助温度センサ 1 2 1 とが示す温度は等しいものと想定される。このため、簡易的には、温度センサ 1 1 4 が異常状態であれば、補助温度センサ 1 2 1 が示す温度を端子台温度と推定することができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 2 】

ただし、本実施例では、温度センサ 1 1 4 は端子台の内部に配置され、補助温度センサ 1 2 1 は基板 1 2 0 上に配置されており、周囲温度の伝わり方は同一ではない。このため、周囲温度が変化した場合には、安定状態になるまでは、両者が示す温度が相違することが想定される。

## 【 0 0 3 3 】

例えば、図 4 に示すように、周辺温度が  $T_{c1}$  から  $T_{c2}$  に変化したときに、温度センサ 1 1 4 の温度変化の態様と補助温度センサの温度変化の態様とが異なる場合等である。

## 【 0 0 3 4 】

そこで、温度センサ 1 1 4 が異常状態のときに、周囲温度が変化している場合であっても端子台温度の推定精度を高めるために、あらかじめ実験的に周囲温度変化に対する温度センサ 1 1 4 の温度と補助温度センサ 1 2 1 の温度との関係を求めておいて、補助温度センサ 1 2 1 の温度変化に基づいて、端子台の温度を推定するようにしてもよい。

10

## 【 0 0 3 5 】

具体的には、補助温度センサ 1 2 1 の温度が所定期間変化しない場合には、補助温度センサ 1 2 1 の温度を端子台の温度と推定する。一方、補助温度センサ 1 2 1 の温度が所定期間で  $T_s$  変化した場合には、

端子台推定温度 = 補助温度センサ 1 2 1 の温度 -  $k_t \times T_s$

とすることができる。ここで、 $k_t$  は、実験的に得られた温度変化係数である。補助温度センサ 1 2 1 の温度上昇時と温度下降時とで温度係数を変化させてもよい。

20

## 【 0 0 3 6 】

さらには、温度センサ 1 1 4 の温度変化および補助温度センサ 1 2 1 の温度変化は、周囲温度の変化に対して 1 次遅れの関係にあると想定される。このため、あらかじめ実験により、周囲温度変化に対する温度センサ 1 1 4 の温度変化の時定数、補助温度センサ 1 2 1 の温度変化の時定数、補助温度センサ 1 2 1 の温度変化に対する温度センサ 1 1 4 の温度変化の無駄時間等をパラメータとして求めておいて、温度推定の精度をより高めるようにしてもよい。パラメータは、補助温度センサ 1 2 1 の所定時間における変化量  $T_s$  毎に作成してもよい。

## 【 0 0 3 7 】

この場合、補助温度センサ 1 2 1 の示す温度と温度変化量  $T_s$  と時定数とから周囲温度の変化を逆算し、得られた周囲温度の変化と温度センサ 1 1 4 の時定数と無駄時間とから温度センサ 1 1 4 の温度変化を算出して、端子台の温度を推定することができる。ただし、端子台温度の推定方法は、上述の例に限られず、種々の手法を用いることができる。

30

## 【 0 0 3 8 】

以上説明したように、本実施形態の温度伝送器 1 0 0 によれば、端子台に配置された温度センサ 1 1 4 が異常状態であっても、補助温度センサ 1 2 1 のセンサ信号を利用して端子台温度を推定することで、利用可能な測定温度を出力することができる。このため、温度伝送器 1 0 0 の出力を利用したシステム制御の中断を防ぐことができ、温度伝送器 1 0 0 の信頼性を高めることができる。また、温度センサ 1 1 4 が異常状態であることが上位装置等の外部に通知されるため、修理、交換等の対応を迅速に行なうことができる。

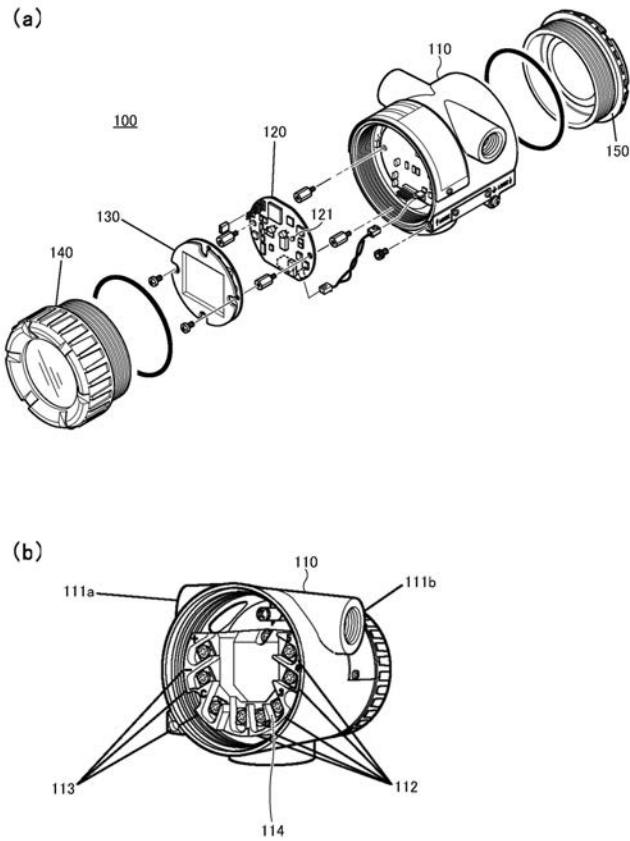
40

## 【 符号の説明 】

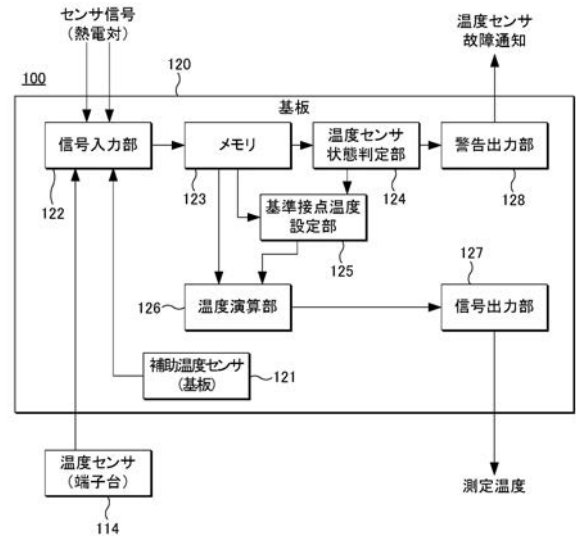
## 【 0 0 3 9 】

1 0 0 ... 温度伝送器、1 1 0 ... 本体、1 1 1 ... 配線接続口、1 1 2 ... 入力信号用端子、1 1 3 ... 出力信号用端子、1 1 4 ... 温度センサ、1 2 0 ... 基板、1 2 1 ... 補助温度センサ、1 2 2 ... 信号入力部、1 2 3 ... メモリ、1 2 4 ... 温度センサ状態判定部、1 2 5 ... 基準接点温度設定部、1 2 6 ... 温度演算部、1 2 7 ... 信号出力部、1 2 8 ... 警告出力部、1 3 0 ... 表示装置、1 4 0 ... 基板部カバー、1 5 0 ... 端子部カバー

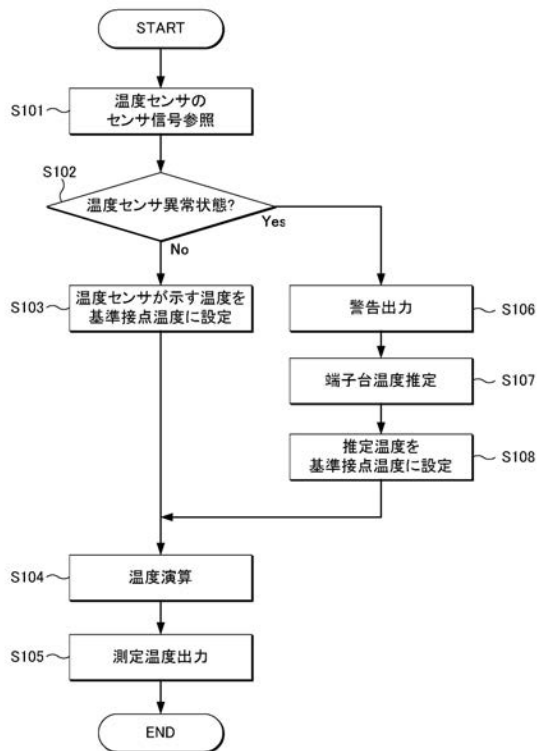
【 図 1 】



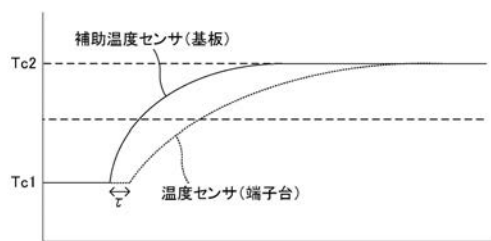
【 図 2 】



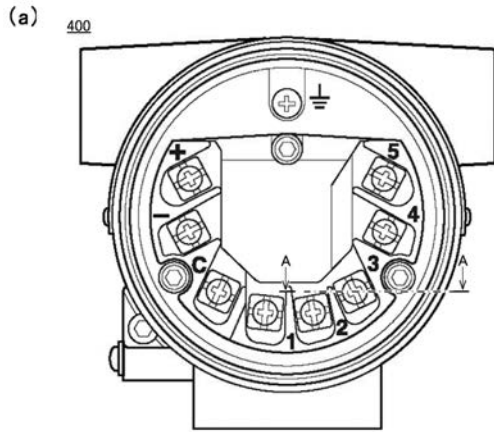
【 図 3 】



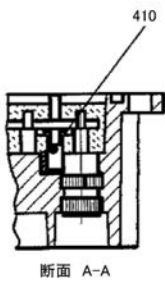
【 図 4 】



【 図 5 】



(b)



【 図 6 】

