

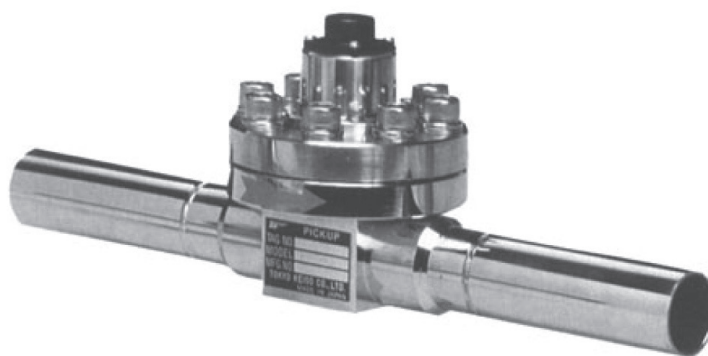


TH-1500HQ

高品位形サーマルフローメータ検出器

F-H-28-3

## 取扱説明書



---

この度は弊社高品位サーマルフローメータをお買い求め頂きましてありがとうございます。  
この取扱説明書には、本機の標準仕様・設置方法・取り扱い上の注意事項等を記載しております。  
本機を安全に正しくご使用頂くために必ずご一読願います。  
また、本機をご使用になる前に組み合わせ変換器の取扱説明書も併せて必ずご一読願います。

| 変換器形式   | 該当取扱説明書番号 |
|---------|-----------|
| TRX-600 | F-H-45    |
| TRX-700 | F-H-46    |
| TRX-900 | F-H-47    |



検出器と変換器および付帯機器との結線は弊社工番(銘板に記載のMFG. No.)ごとに行ってください。  
この検出器と組み合わせが可能な変換器は、TRX-600、TRX-700、TRX-900です。

# TH-1500HQ

## 高品位形サーマルフローメータ検出器

### 目 次

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 1. 本書の表記上のルール         | 1  |
| 2. 使用上のご注意            | 1  |
| 3. 取扱い上の注意事項          | 2  |
| 3.1 形式と仕様確認           | 2  |
| 3.2 運搬についての注意事項       | 2  |
| 3.3 保管についての注意事項       | 2  |
| 3.4 設置場所              | 3  |
| 3.5 安全上のご注意           | 3  |
| 4. 概要                 | 4  |
| 4.1 概要                | 4  |
| 4.2 特長                | 4  |
| 4.3 標準仕様              | 4  |
| 4.4 検出器コード表           | 7  |
| 4.5 システム構成            | 7  |
| 5. 設置                 | 8  |
| 5.1 配管                | 8  |
| 5.2 必要直管長さについて        | 8  |
| 5.3 サーマルフローメータの設置     | 9  |
| 6. 配線                 | 9  |
| 6.1 検出器～変換器間使用電線      | 9  |
| 6.2 配線について            | 9  |
| 7. 運転                 | 9  |
| 8. 保守                 | 10 |
| 8.1 保守用機器             | 10 |
| 8.2 検出器抵抗チェック         | 10 |
| 8.3 検出器抵抗異常時の故障内容について | 10 |
| 8.4 検出器洗浄             | 10 |
| 9. 測定原理               | 11 |
| 10. 流速・流量精度について       | 12 |
| 11. 組み合わせ変換器形式コード一覧   | 13 |

## 1. 本書の表記上のルール

### 安全に関する表記

本書では安全に関する注意事項を次の表示によって区分しています。



この表示を無視して誤った取扱いをすると、使用者が死亡または重傷を負う可能性が想定される内容を示しています。



この表示を無視して誤った取扱いをすると、本装置の破損または付帯設備等の物的損害の発生が想定される内容を示します。

### 一般情報に関する表記

本書では一般情報に関する注意事項を次の表示によって区分しています。



この表示は製品の取扱い上、必要不可欠な操作や情報を示しています。



この表示は本製品を安全・快適に使うために是非理解していただきたい内容を示しています。

(→P.〇〇)

注意事項とは別に参照していただきたいページがある場合に表示します。

## 2. 使用上のご注意

### 一般的注意事項



本製品は工業用計器として最善の品質管理のもとに製造、調整、検査を行い納入いたしております。みだりに改造や変更を行うと本来の性能を発揮できないばかりか、不適合や事故の原因となります。改造や変更は行わないでください。改造や変更の必要がある場合は当社までご連絡ください。



納入仕様書に記載された仕様、流体圧力、温度の範囲内での使用を厳守してください。この範囲を超えた条件での使用は故障、破損の原因となります。



運搬、保管の際に破損、故障のないよう、また水、ゴミ、砂などの混入のないようご注意ください。



本製品は工業計器としての用途にのみ使用し、その他の用途には使用しないでください。

### 材質について



本製品の材質については納入仕様書に記載されています。当社でもお客様の仕様をお伺いし最適な材質選定に努めておりますが、実際のプロセスにおいては混入物などもある場合があります、万全でないこともあります。最終的な耐食性、適合性のご確認はお客様の責任でお願いいたします。

### 保守、点検について



本製品を保守、点検などのためにプロセスから取り外す際は、測定対象物の計器内への残留に注意してください。測定対象物に腐食性や毒性がある場合は、作業者に危険がおよびます。



本製品の保守、点検については使用条件などによりその周期、内容が異なります。取扱説明書を参照するか、お客様が実際の運転状況を確認してご判断願います。

### 制御の安全性について



本製品は工業計器として最善の品質管理のもとに製造、調査、検査を行い納入いたしておりますが、各種の原因で不測の故障が発生する可能性もあります。安全上の重大な問題が発生する可能性のあるプロセスコントロールなどにおいて本製品を使用する場合は、万一に備えて本製品に加えて同様な機能を果たす機器を併設し、二重化を行うことにより一層の安全性を確保してください。

### 3. 取扱い上の注意事項



高品位サーマルフローメータ TH-1500HQ シリーズ検出器は、弊社が多くの実績をもつ TH シリーズ熱式質量流量計をベースに開発した質量流量計です。本機は工場にて十分な検査を実施した後出荷しておりますが、念のため本機がお手元に届きましたら、まず始めに外観チェックを行い有害な損傷がないことをご確認ください。

本書は、高品位サーマルフローメータ TH-1500HQ シリーズ検出器の正しい取り扱い方法および使用上の注意事項について説明しております。実際にご使用になる前に必ずご一読のうえ、本流量計を正しく取り扱いください。また、本書はお読みいただいた後も大切に保管しておいてください。尚、お問い合わせ事項等がありましたら、お買い求め先あるいは本書最終頁に記載の最寄り弊社営業所までご連絡願います。

#### 3.1 形式と仕様確認

検出器本体側面の PICKUP 銘板(図3.1 参照)に記載されております形式および工番(MFG. No.)と別送の納入仕様書仕様欄を対応させ、ご注文通りであることをご確認ください。尚、お問い合わせの際は、この PICKUP 銘板または納入仕様書に記載されております工番(MFG.No.)および形式(TYPE)をご連絡願います。(\*工番は弊社受注製品の管理番号です。)

| FLOW METER            |                      |
|-----------------------|----------------------|
| TAG NO.□              | <input type="text"/> |
| MODEL□                | <input type="text"/> |
| MFG. NO.□             | <input type="text"/> |
| DATE                  | <input type="text"/> |
| <input type="text"/>  |                      |
| TOKYO KEISO CO., LTD□ |                      |
| □                     | MADE IN JAPAN        |

| PICK UP   |                       |
|-----------|-----------------------|
| TAG NO.□  | <input type="text"/>  |
| MODEL□    | <input type="text"/>  |
| MFG. NO.□ | <input type="text"/>  |
| □         | TOKYO KEISO CO., LTD□ |
| □         | MADE IN JAPAN         |

図3.1 銘板の例

#### 3.2 運搬についての注意事項



##### 注記

本製品は精密機器につき、運搬等における取り扱いには十分注意願います。運搬中の事故による損傷および検出器の汚染防止のため、なるべく弊社出荷時梱包状態のまま設置場所まで運搬願います。

#### 3.3 保管についての注意事項



##### 参考

本機のような精密機器の場合、お手元に届いてから設置するまでの期間が長くなると、思いがけないことから腐食や電気系統の絶縁劣化等長期保管による不具合が発生することが考えられます。あらかじめ長期の保管が予測される場合には、下記項目に配慮願います。

- 1) 流量計および付属ケーブル類はなるべく弊社出荷時の梱包状態にて保管してください。
- 2) 保管場所は、下記条件を満足するような場所を選定してください。
  - ・雨や水のかからない場所
  - ・振動や衝撃の少ない場所
  - ・周囲温度：0～60℃(急激な温度変化のない場所)
  - ・湿度：80%RH以下
 尚、保管場所の温度・湿度は、できるだけ常温・常湿度(25℃、65%RH程度)にて保管願います。
- 3) 一度使用した流量計を保管する場合下記事項にご注意願います。
  - ・検出器の汚染防止のため、なるべくクリーンルームまたはクリーンブース内にて梱包作業願います。
  - ・センサー部の損傷を防ぐため、盲キャップ等でセンサー部を保護した後真空梱包等を行ってください。また、検出器外周部は損傷を防ぐためエアークャップ等の梱包材で保護願います。(弊社出荷時の梱包状態に近い状態で保管願います。)

### 3.4 設置場所



#### 注記

高品位サーマルフローメータは、厳しい環境条件下においても正常動作するように設計されておりますが日常点検および保守作業の容易な場所を選定して設置してください。また、高精度かつ長期間安定してご使用頂くために下記事項を考慮して設置場所を決めてください。

#### 1) 周囲温度(周囲温度範囲：0℃～60℃)

温度勾配や温度変化の大きい場所に設置することはできるだけ避けてください。プラントから放射熱や輻射熱などを受ける場合は、断熱処理を施したり風通しのよい場所を選んで設置してください。

#### 2) 雰囲気条件

腐食性雰囲気に設置することはできるだけ避けてください。尚、腐食性雰囲気中にて使用する場合は、風通しの良い場所やパージ環境の中でご使用ください。また、腐食性ガスが滞留するような場所においてご使用の場合には、長時間のご使用を避け、計測完了後速やかに腐食性雰囲気外の場所に移動させてください。

#### 3) 衝撃・振動

検出器は、衝撃や振動に対して強い構造に設計されていますが、できるだけ衝撃や振動の少ない場所に設置してください。

#### 4) ノイズ

検出器をコンプレッサー、高圧電線、インバータ等のノイズ発生源の近くに設置することはできるだけ避けてください。サーマルフローメータ専用検出器～変換器間ケーブルは二重シールド線を使用するなどノイズ対策を十分行っておりますがケーブルが長いとノイズの侵入する恐れがあります。

#### 5) その他

本機の上に乗ったり、重量物を乗せたりしないでください。また、不安定な場所に設置しないでください。

### 3.5 安全上のご注意



#### 警告

- 1) サーマルフローメータのご使用中に煙が出たり、変なにおいや音がするなどの異常状態となった場合、直ちにAC電源を切り最寄りの弊社営業所にご連絡願います。異常状態のままご使用になりますと火災や感電の危険があります。また、お客様による修理は危険ですので絶対にお止めください。
- 2) 検出器の分解および改造は、検出器の故障原因になりますので絶対しないでください。
- 3) 検出器の電気配線部に雨水が浸入しないように注意願います。感電や故障の原因になります。
- 4) サーマルフローメータのご使用中(電源ON状態)にセンサーパイプに手で触れたり、金物で触れたりしないでください。感電や故障の原因になります。
- 5) 検出器は重量物ですので、配管接続後、本体下部にある検出器固定用ネジ穴を用いてしっかり固定してください。

## 4. 概要

### 4.1 概要

近年、半導体製造技術の急速な発展に伴い、この分野に使用されるガス供給ラインの構成機器および部品(配管、継手、バルブ、計測機器等)は、非常に厳しい仕様および品質管理の要求が出されております。

高品位サーマルフローメータTH-1500HQシリーズは、このような半導体製造技術上の要求に応えるため弊社が多くの実績をもつTHシリーズ熱式質量流量計をベースに開発した気体用質量流量計です。高耐久性、低圧損、質量流量計など従来の特長に加え、センサーシール部にハーメチックシールおよびメタルシール構造を採用し低リーク化を実現致しました。また、超高密度LSI製造工程において問題となるパーティクル・金属イオンおよびアウトガスを徹底的に取り除くため、接ガス部金属表面を綿密かつ均一な複合電解研磨処理および超精密洗浄を施しました。

### 4.2 特長

- 1) ハーメチックシールおよびメタルシール構造の採用により、低リーク( $1 \times 10^{-9}$  atm cc/sec at He)を実現しました。
- 2) 一般的な分流型マスフローメータなどと異なりガス流路にバイパス部がなく全量通過構造となっているためデットスペースが小さく装置組み込み後でもN<sub>2</sub>パージによる洗浄が可能です。
- 3) 検出器の構造が簡単のため、一般の配管と同じように複合電解研磨処理を行うことができ、均一でより綿密な内面処理をすることができます。また、特殊治具などを使用して複合電解研磨処理を行う必要性がないため、一般のマスフローメータなどに比べ研磨コストが安価です。
- 4) U字センサーパイプ構造の採用により圧力損失は、検出器相当長さのパイプと同等の低圧力損失です。(10mmAq)以下。
- 5) 検出器は可動部がなく高耐久性です。また、接ガス部の表面粗度・部品洗浄・組立作業等に留意しパーティクルの発生を極小に抑えております。

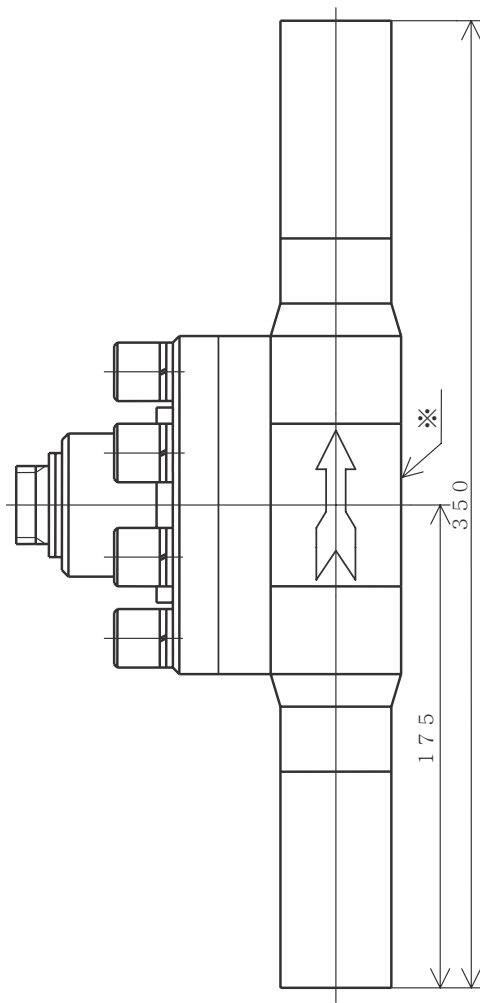
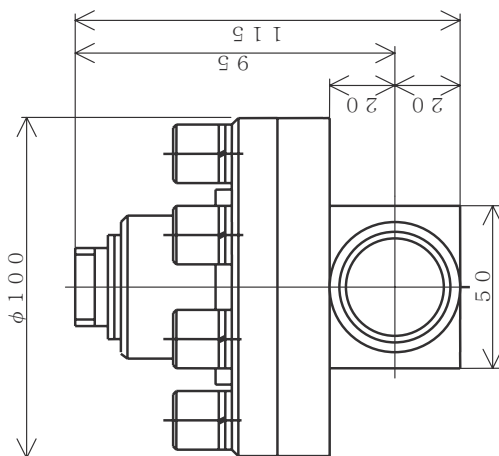
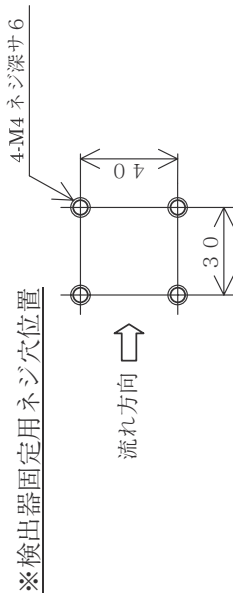
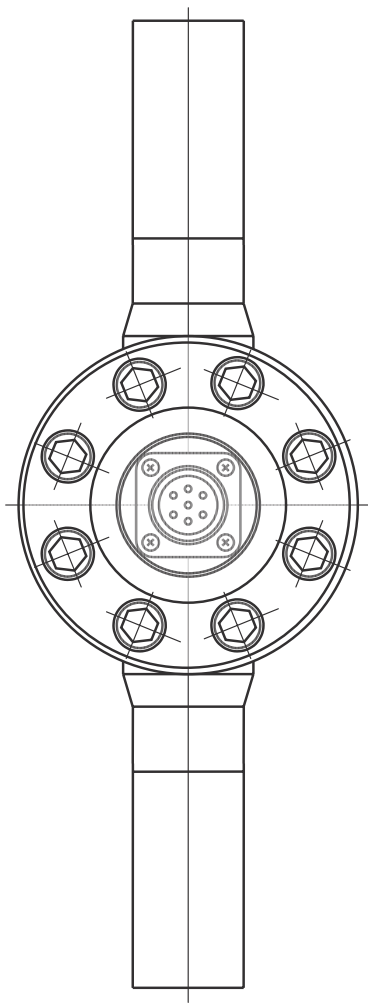
### 4.3 標準仕様

標準仕様以外については、納入仕様書を参照願います。

#### 《検出器仕様》

- ・対象測定ガス Air、N<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、Ar、He、H<sub>2</sub>  
\*その他のガスについては弊社営業にお問い合わせください。
- ・製作口径 15A、20A、25A
- ・流体温度 0℃～120℃  
(検出器周囲温度0℃～60℃)
- ・流体圧力 真空(13.3kPa)～0.98MPa
- ・圧力損失 10 mmAq以下
- ・材質 センサー部 アルミナセラミック(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、  
コパール(Fe、Ni、Co合金: Niメッキ処理)  
SUS316(センサーパイプ)  
本体 SUS316L(鍛造品)
- ・Heリーク値  $1 \times 10^{-9}$  atm cc/sec at He
- ・シール方式 センサー：ハーメチックシール  
(BAu4V 真空機器用金ロー使用)  
センサー／本体：テフロンコーティングメタルOリング
- ・接ガス部表面処理 センサー部以外の(センサーパイプ、セラミック、コパール部品を除く)接ガス部をEP：複合電解研磨処理致します。  
表面粗度：R<sub>max</sub> ≤ 0.7 μm
- ・構造 防水密閉構造(IP65相当)
- ・接続規格 標準接続 I 開先  
(突き合わせ溶接タイプ)  
\*フランジ・VCR継手等その他の接続については納入仕様書を参照願います。
- ・精度 ±2.0% F.S.(TRX-600シリーズ変換器と組み合わせてご使用の場合)  
±1.0% F.S.(TRX-700、TRX-900シリーズ変換器と組み合わせてご使用の場合)
- ・必要直管長 『5.2 必要直管長さについて』を参照願います。
- ・組み合わせ変換器 TRX-600、TRX-700、TRX-900シリーズ変換器  
\*変換器詳細仕様については、組み合わせ変換器の取扱説明書およびテクニカルガイダンス等を参照願います。

| 型 式         | 呼び口径×肉厚   | 項 目 |
|-------------|-----------|-----|
| TH-151□-1HQ | 15A×1.65t |     |
| TH-152□-1HQ | 20A×1.65t |     |
| TH-153□-1HQ | 25A×1.65t |     |



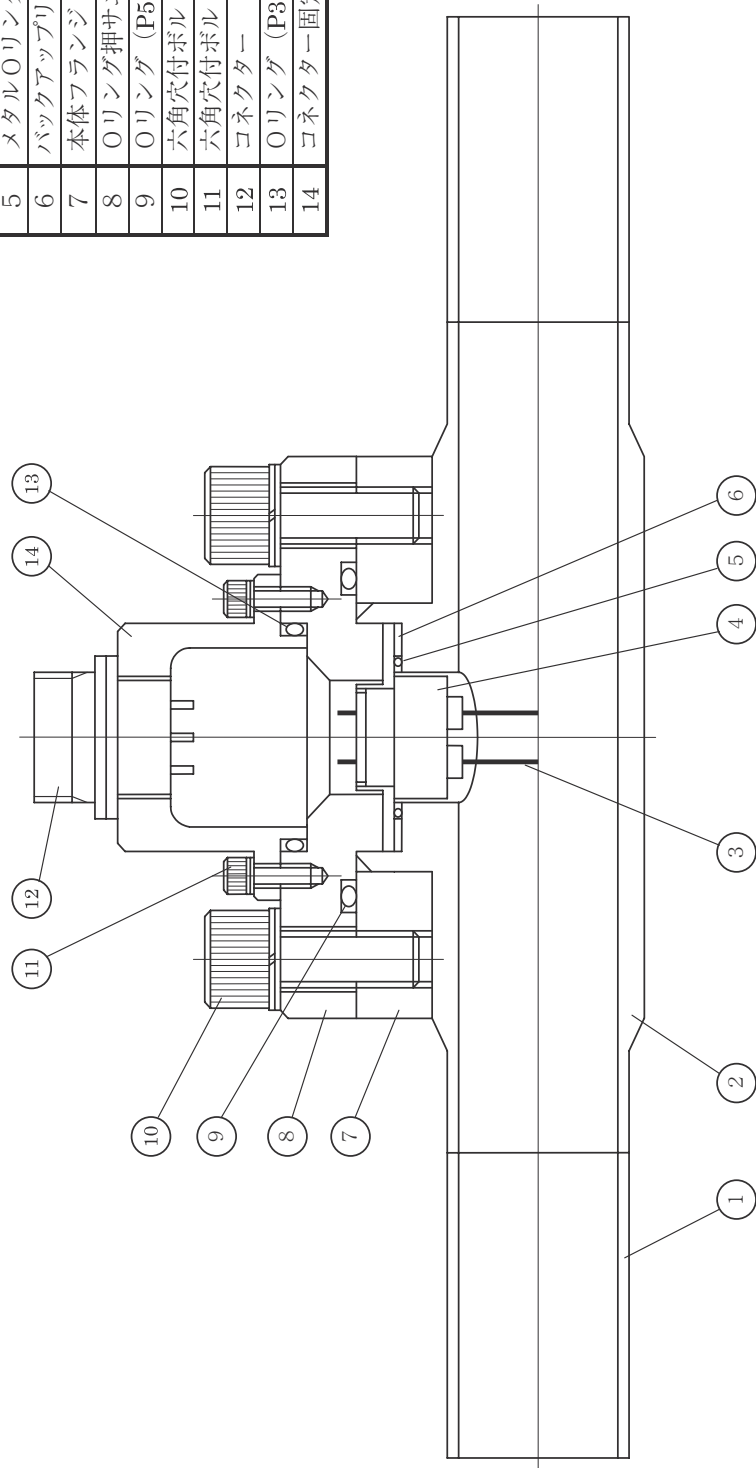
#### 注記事項

- ①検出器本体接ガス部は電解研磨処理致します。(EP 処理：R<sub>max</sub>.0.7 μm 以下)
- ②変換器～検出器間ケーブルは弊社所掌。
- ③流れ方向は検出器本体側面に明示致します。

|          |             |
|----------|-------------|
| 型 式      | TH-15□□-1HQ |
| 品 名      | 検 出 器 外 形 図 |
| 図 番      |             |
| 東京計装株式会社 |             |

| 型 式         | 呼び口径×肉厚               | 項 目 |
|-------------|-----------------------|-----|
| TH-1511-1HQ | 15A×1.65 <sup>t</sup> |     |
| TH-1521-1HQ | 20A×1.65 <sup>t</sup> |     |
| TH-1531-1HQ | 25A×1.65 <sup>t</sup> |     |

| 符 号 | 部 品 名 称    | 材 質      | 個 数 |
|-----|------------|----------|-----|
| 1   | 測定管        | SUS316L  | 2   |
| 2   | 本体         | SUSF316L | 1   |
| 3   | センサーパイプ    | SUS316   | 2   |
| 4   | センサー固定台    | (注記①参照)  | 1   |
| 5   | メタルオリング    | (注記②参照)  | 1   |
| 6   | バックアップリング  | デフロン     | 1   |
| 7   | 本体フランジ     | SUS316L  | 1   |
| 8   | オリング押サエ    | SUS304   | 1   |
| 9   | オリング (P50) | フッ素ゴム    | 1   |
| 10  | 六角穴付ボルト    | SUS304   | 8   |
| 11  | 六角穴付ボルト    | SUS304   | 4   |
| 12  | コネクター      | ZDC      | 1   |
| 13  | オリング (P34) | フッ素ゴム    | 1   |
| 14  | コネクター固定台   | SUS304   | 1   |



# 注 記

- ①アルミナセラミック+コバル (Niメッキ) の金・Niロー付け品。
- ②SUS321 (デフロンコーティング付き)
- ③検出器本体接ガス部は電解研磨処理致します。(EP処理: Rmax. 0.7μm以下)

|          |             |
|----------|-------------|
| 型 式      | TH-15□□-1HQ |
| 品 名      | 検 出 器 構 造 図 |
| 図 番      |             |
| 東京計装株式会社 |             |

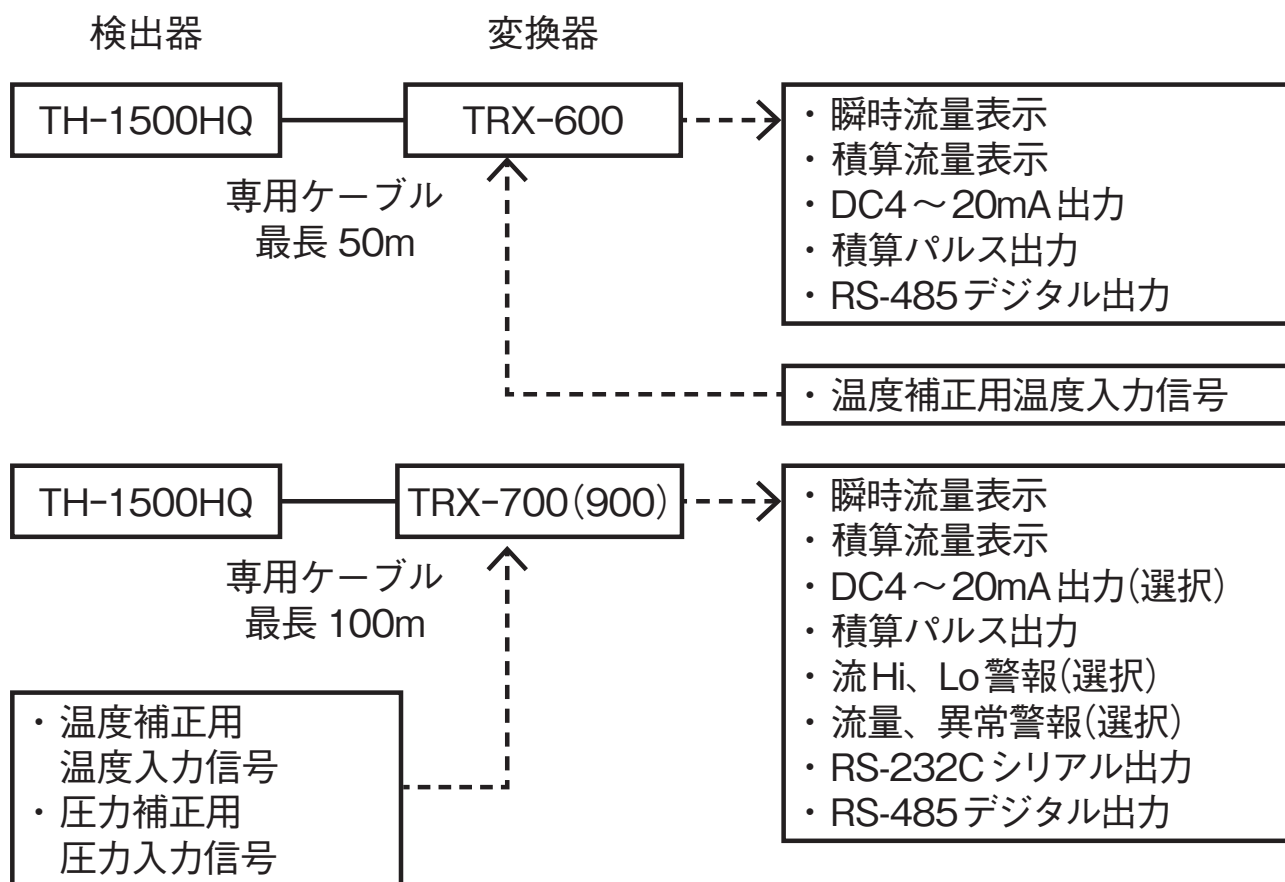
#### 4.4 検出器コード表

| 形式コード |   |   |   |       | 内 容 |
|-------|---|---|---|-------|-----|
| TH-15 |   |   | - | H   Q |     |
| 呼び口径  | 1 |   |   |       | 15A |
|       | 2 |   |   |       | 20A |
|       | 3 |   |   |       | 25A |
| 材質    | 1 |   |   |       | *標準 |
|       | F |   |   |       | その他 |
| 接続規格  |   | 1 |   |       | 1開先 |
|       |   | F |   |       | その他 |

\*標準材質は 4.3 標準仕様の  
材質欄を参照願います。

注) 変換器形式コードおよび仕様については、組み合わせ変換器取扱説明書または、  
『11. 変換器形式コード表を参照願います。』

#### 4.5 システム構成



## 5. 設置



### 注記

サーマルフローメータを設置する場合、3.4項『設置場所についての注意事項』を参照願います。

### 5.1 配管



### 参考

- 1) サーマルフローメータの必要上下流直管長については、『5.2 必要直管長さについて』を参照願います。
- 2) 管路の上流側にバルブを設置することはできるだけ避けてください。やむを得ずバルブを設置する場合はボールバルブやゲートバルブ等全開状態においてご使用願います。
- 3) 外気と配管内流体との温度差が大きい場合、配管内のガス自然対流の影響を受けやすくなるため、なるべく水平配管に設置してください。

### 5.2 必要直管長さについて

配管にエルボ・バルブ・レジューサ等が取り付けられていると、管内の流れは管軸に対して非対称な流速分布になったり、二次流れが生じたりします。一般的な流量計の精度保証条件は、管路内の流速分布が完全に発達した乱流流速分布または層流流速分布を前提にしております。したがって、管内の流速分布が完全に発達した乱流流速分布または層流流速分布と異なる場合、精度の良い流量計を用いても大きな流量誤差を生ずる可能性があります。一般に配管形状によって生じた流れの変化は、配管の直径に換算して50～100倍の長さを経てもまだ完全に除去されないといわれています。

尚、サーマルフローメータでは、流量校正時に上下流配管の影響を受けないよう上流側に整流器+直管20D以上、下流側直管5D以上の直管部を設けて校正・検定を行っております。従って、サーマルフローメータを精度良くお使いいただくために必要な最小上下流直管は、次の表に示すとおりです。

必要直管長

|                      |                               |                               |            |           |           |
|----------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------|-----------|-----------|
|                      |                               |                               |            |           |           |
| 90° ベント又は<br>ティー 1 つ | 同一平面上にある<br>2 つ以上の<br>90° ベント | 同一平面上にない<br>2 つ以上の<br>90° ベント | 収縮管<br>拡大管 | 玉形弁<br>全開 | 仕切弁<br>全開 |
| 20D                  | 25D                           | 40D                           | 15D        | 22D       | 14D       |

注1) 上記Lを流量計上流側必要直管長とし、管径Dの倍数で表す。

注2) 流量計下流側必要直管長は、上記すべての継手類に対して、5Dとする。

注3) 整流器付の場合には上・下流ともに3D以上の直管部を設けることを推奨致します。

但し、上流側にレジューサやバルブがある場合には上流側5D、下流側3D以上の直管部を設けてください。

## 5.3 サーマルフローメータの設置



### 注記

検出器を配管に接続する場合、下記項目にご注意願います。また、設置場所については、『3.4 設置場所』を参照願います。

- 1) 検出器を突き合わせ溶接にて配管に接続する場合、必ず付属の溶接テストピースにて溶接条件のパラメータを出してから溶接してください。
- 2) 突き合わせ溶接に使用するアークガスおよびバックシールドガスは露点等が管理された超高純度ガスを使用し、シールドガスによる汚染および溶接部の酸化を防いでください。
- 3) 溶接時、検出器センサー部にあまり熱が加わらないように注意願います。必要に応じて検出器センサー部を冷却しながら溶接願います。
- 4) 標準の突き合わせ溶接タイプ以外の継手配管の場合、納入仕様書の接続欄にて継手の型式および呼び口径を確認してから配管ください。尚、メタルシールタイプの継手の場合、各継手メーカーの接続要領書に従って配管してください。

## 6. 配線

### 6.1 検出器～変換器間使用電線

変換器～検出器間に使用しておりますケーブルは、弊社所掌の特殊専用ケーブルです。ご注文のケーブル長につきましては納入仕様書を参照願います。尚、ケーブル構造については下図に示します。

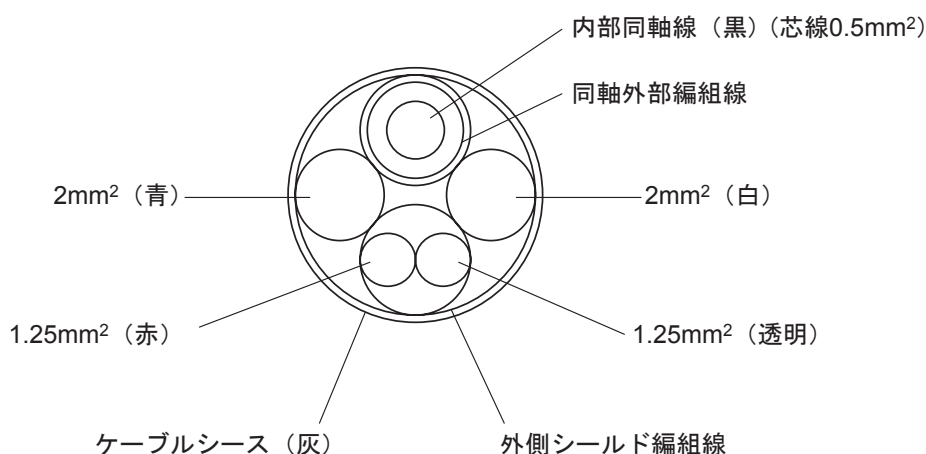


図6.1 ケーブル構造

### 6.2 配線について

- 1) 検出器の配線は防水構造の7Pコネクタ接続となります。(防水コネクタは、サーマルフローメータ付属品の専用ケーブルに接続されています)  
尚、変換器側配線につきましては組み合わせる変換器により異なりますので、組み合わせ変換器取扱説明書を参照願います。
- 2) 検出器コネクタは防水構造となっておりますが、オス／メスコネクタカップリング状態で防水仕様になります。従って、検出器屋外設置の場合は、検出器に専用ケーブルを接続しないまま放置しないでください。万一、コネクタ内部に雨水などが浸入いたしますとケーブルまたはコネクタピンの腐食原因になります。もし、検出器設置後配線までに時間がかかるようでしたら、付属の盲キャップまたはビニール袋などで雨水などから検出器を保護願います。

## 7. 運転



### 参考

高品位サーマルフローメータの運転については、組み合わせる変換器取扱説明書を参照願います。

## 8. 保守



### 注記

初期運転ならびに運転再開時における、サーマルフローメータ検出器の簡単なチェック方法について記載いたします。尚、変換器の結線およびチェック方法については、組み合わせ変換器の取扱説明書および納入仕様書を参照願います。また、以下のチェックにおいて異常が発見された場合、御面倒でも最寄りの弊社営業所または代理店までお問い合わせ願います。

### 8.1 保守用機器

本機の保守には、検出器抵抗測定用デジタルマルチメータなどの測定器が必要となります。尚、保守に用いる測定器については、機器性能を維持管理されたものをご使用ください。

### 8.2 検出器抵抗チェック

- 1) サーマルフローメータをすでにお使いの場合は、電源を切ってください。

※電源を入れた状態で結線を取り外しますと変換器の故障原因になる恐れがありますので、結線を取り外す場合は必ず電源を切ってください。

- 2) 検出器より検出器～変換器間専用ケーブルのコネクターを取り外します。

- 3) 下記検出器コネクターピン番号間の抵抗をデジタルマルチメータまたはテスターにて測定します。

※検出器の抵抗チェックを行う場合、なるべく検出器単体にてチェック願います。(専用ケーブルの抵抗を含まないようにしてください。)

- 4) チェック終了後、コネクターを接続し電源を投入いたします。(チェック完了)

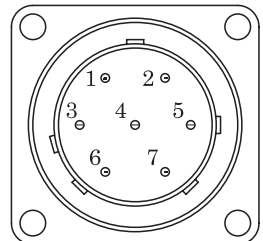
※屋外で検出器のチェックを行う場合、検出器コネクター部に雨水などがかからないように注意してください。コネクターは防水仕様(オス／メスコネクターカップリング状態で防水仕様になります)ですが、コネクター内部に雨水などが浸入いたしますとケーブルまたはコネクターピンの腐食原因になります。

#### ・検出器コネクターピン間概略抵抗値

| コネクターピン番号 | 抵抗値(Ω)             | 備 考            |
|-----------|--------------------|----------------|
| 2-5       | 40±10※             | クロメル／アルメル熱電対抵抗 |
| 1-7       | 0.4±0.2※           | 細管抵抗           |
| 2-1       | 10 <sup>6</sup> 以上 | 細管～熱電対間絶縁抵抗    |
| 1-検出器本体   | 10 <sup>6</sup> 以上 | 細管～検出器本体絶縁抵抗   |
| 2-検出器本体   | 10 <sup>6</sup> 以上 | 熱電対～検出器本体絶縁抵抗  |

※印抵抗は、検出器呼び口径によって多少抵抗値が異なる場合があります。

コネクターピン番号



### 8.3 検出器抵抗異常時の故障内容について

- ①コネクターピン番2-5の抵抗が∞の場合、熱電対断線または内部配線不良。

- ②コネクターピン番1-7の抵抗が∞の場合、センサーパイプ破損または内部配線不良。

- ③コネクターピン番1-2、1-検出器本体および2-検出器本体間の抵抗値が1MΩ以下の場合、熱電対とセンサーパイプ間および内部配線の絶縁不良。

注)本機が変換器と組み合わせ使用中にトラブルが発生した場合は、上記検出器抵抗チェックおよび組み合わせ変換器の故障探索に従ってください。

### 8.4 検出器洗浄

本機は半導体製造ライン用流量計であるため、洗浄に対しては十分留意して実施しておりますが、万一検出器が汚染された場合は、高純度不活性ガスバージによる洗浄を行ってください。尚、超純水による超精密洗浄を行いますとセンサーパイプが変形し流量特性が変わることがありますので絶対に行わないでください。(センサーパイプが変形し流量特性が変わった場合は、再校正が必要となります。)

## 9. 測定原理



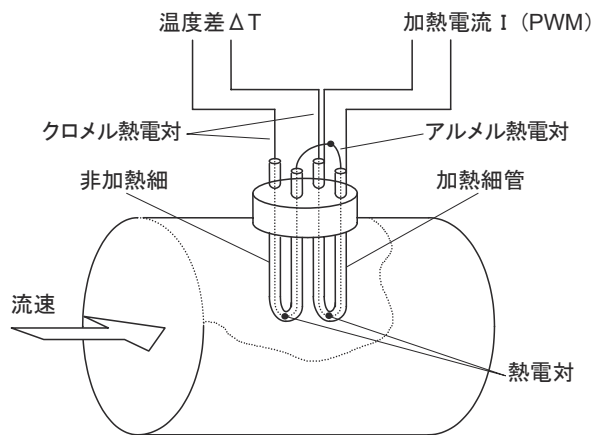
### 参考

#### 1) 測定原理

サーマルフローメータの原理構成を下図に示します。

流速検出部は2本の薄肉U字形状細管と熱電対で構成され、熱電対は細管(U字細管)の中心に挿入されています。この流速検出用細管の一方に電流を流しジュール熱で加熱し、他方は加熱せずに流体温度と同じ温度条件にします。この流速検出部を気流中に設置した時、気流の流速は加熱された細管より流体が奪っていく熱量の関数となります。従って、発熱量と放熱量が等しいことから加熱・非加熱細管との温度差を熱電対で計測し、一定の温度差になるよう加熱電力を制御すれば、電力量より気体の流速を求めることができます。(この計測方法は一般に定温度差法と呼ばれております。)

尚、理論の詳細につきましては2)サーマルフローメータの理論式を参照願います。



#### 2) 動作原理

加熱した金属細管を気体中に置くと、単位時間に金属細管が失う熱量  $H$  は流速  $U$  と加熱された金属細管と気体の温度差  $\Delta T$  の関数となります。

$$H = f(U \cdot \Delta T)$$

一方、金属細管がジュール熱により発生する熱量  $W$  は金属細管電圧  $V$ 、電流  $I$  の積の関数です。

$$W = f(V \cdot I)$$

金属細管が熱的に平衡状態にあるとき、発熱量と流体により持ち去られる熱量は等しいので、 $\Delta T$  をサーボアンプにより一定となるようにすれば流速  $U$  は電圧  $V$ 、電流  $I$  より求められます。

$$U = f(V \cdot I)$$

流速  $Q$  は配管またはダクトの断面積を  $A$  とし、平均流速を  $U$  とすれば

$$Q = U \cdot A$$

となります。

## 10. 流速・流量精度について

### (1) サーマルフローメータ理論式

#### 1) 流速(m/s)の場合

$$U = A \left( \frac{v}{\Delta T^2 \cdot \lambda^2 \cdot Pr^{2/3}} \right) \cdot R^2 I^4 \quad (1)$$

#### 2) 体積流量(m<sup>3</sup>/h)の場合

$$Q = B \cdot K \cdot \left( \frac{v}{\Delta T^2 \cdot \lambda^2 \cdot Pr^{2/3}} \right) \cdot R^2 I^4 \quad (2)$$

#### 3) 体積流量(m<sup>3</sup>/h(nor))の場合

$$Q_{NR} = C \cdot K \cdot \left( \frac{\mu}{\Delta T^2 \cdot \lambda^2 \cdot Pr^{2/3}} \right) \cdot R^2 I^4 \quad (3)$$

#### 4) 重量流量(Kg/h)の場合

$$Q_{重} = D \cdot K \cdot \left( \frac{\mu}{\Delta T^2 \cdot \lambda^2 \cdot Pr^{2/3}} \right) \cdot R^2 I^4 \quad (4)$$

ただし、A, B, C, D : 定数

K :  $U_M = K \cdot U_C$  すなわち配管中心  
流速  $U_C$  ~ 管内平均流速  $U_M$  間  
の係数

$v$  : 動粘性係数

$\mu$  : 粘性係数

$\Delta T$  : 設定温度差

$\lambda$  : 熱伝導率

$Pr$  : プラントル数

$R$  : 細管抵抗

$I$  : 加熱電流

### (2) 流速・流量精度について

#### 1) 流速(m/s)の場合

流体温度・圧力・成分に依存する物性値影響項は

$\frac{v}{(\Delta T^2 \cdot \lambda^2 \cdot Pr^{2/3})}$  となり、流体温度・圧力・成分変動の際は精度に影響します。

また、上記項を流体温度・圧力影響項に分離すると次のようになります。

$$\left[ \left\{ \frac{0.10133}{0.10133 + P} \right\} \cdot \left\{ \frac{\mu}{\Delta T^2 \cdot \lambda^2 \cdot Pr^{2/3} \cdot \rho_0} \cdot \frac{273 + t}{273} \right\} \right]$$

ただし

$P$  : 気体圧力 (MPa)

$t$  : 気体温度 (°C)

$\rho_0$  : 0°C、1atm 状態の密度

#### 2) 体積流量(m<sup>3</sup>/h)の場合

物性値影響項は前記 1) と同様となります。なお流量指示の場合、サーマルフローメータが配管内部分流速検出形の流量計であるため、流速分布影響項(K)が精度に影響します。上記流速分布影響項(K)は十分直管長がある場合、理論上配管内  $Re$  数に依存し、直管長が十分ない場合、サーマルフローメータ取り付け前後の配管状況に依存します。ただし、サーマルフローメータは流量校正時に上記流速分布影響項(K)を考慮した校正方法を採用しているため十分直管長があれば流速分布影響項(K)を考慮する必要がありません。

#### 3) 体積流量(m<sup>3</sup>/h(nor))の場合

物性値影響項は  $\frac{\mu}{(\Delta T^2 \cdot \lambda^2 \cdot Pr^{2/3})}$  となり、流体圧力影響は無視でき、流体温度・成分変動の際は精度に影響します。流速分布影響項(K)については上記 2) と同様です。

#### 4) 重量流量(kg/h)の場合

上記 3) と同様です。

## 11. 組み合わせ変換器形式コード一覧

本機と組み合わせ可能な変換器形式コード一覧表を下記に示します。

### TRX-600

| 形式コード                              |         |   |   |  |  |  |   |  |  | 内 容           |
|------------------------------------|---------|---|---|--|--|--|---|--|--|---------------|
| TRX-6                              |         |   | — |  |  |  | — |  |  |               |
| 温度補正<br>(入力信号)                     | 0       |   |   |  |  |  |   |  |  | 補正なし          |
|                                    | 1       |   |   |  |  |  |   |  |  | Pt100Ω測温抵抗体   |
|                                    | 2       |   |   |  |  |  |   |  |  | DC4~20mA温度信号  |
|                                    | 3       |   |   |  |  |  |   |  |  | DC1~5V温度信号    |
| 電 源                                | 1       |   |   |  |  |  |   |  |  | AC100V±10%    |
|                                    | 2       |   |   |  |  |  |   |  |  | AC110V±10%    |
|                                    | 3       |   |   |  |  |  |   |  |  | AC115V±10%    |
|                                    | 4       |   |   |  |  |  |   |  |  | AC200V±10%    |
|                                    | 5       |   |   |  |  |  |   |  |  | AC220V±10%    |
|                                    | 6       |   |   |  |  |  |   |  |  | AC240V±10%    |
| ケーブル長                              | 1       |   |   |  |  |  |   |  |  | 5m            |
|                                    | 2       |   |   |  |  |  |   |  |  | 10m           |
|                                    | 3       |   |   |  |  |  |   |  |  | 15m           |
|                                    | 4       |   |   |  |  |  |   |  |  | 20m           |
|                                    | 5       |   |   |  |  |  |   |  |  | 25m           |
|                                    | 6       |   |   |  |  |  |   |  |  | 30m           |
|                                    | 7       |   |   |  |  |  |   |  |  | 40m           |
|                                    | 8       |   |   |  |  |  |   |  |  | 50m           |
|                                    | F       |   |   |  |  |  |   |  |  | その他           |
| 配線接続口                              | 1       |   |   |  |  |  |   |  |  | G1/2          |
|                                    | F       |   |   |  |  |  |   |  |  | その他           |
| 2Bパイプ取付金具                          | 0       |   |   |  |  |  |   |  |  | なし            |
|                                    | F       |   |   |  |  |  |   |  |  | あり            |
| オプション基板<br>(注) オプション機能が<br>無い場合は空欄 | パージ制御入力 | 0 |   |  |  |  |   |  |  | パージ制御なし       |
|                                    |         | 1 |   |  |  |  |   |  |  | オープンコレクタ (標準) |
|                                    |         | 2 |   |  |  |  |   |  |  | 接点入力          |
|                                    | パージ出力   | 0 |   |  |  |  |   |  |  | パージ制御なし       |
|                                    |         | 1 |   |  |  |  |   |  |  | O.C.+接点出力     |
|                                    |         | 2 |   |  |  |  |   |  |  | O.C.+AC電源出力   |
|                                    | 接点出力    | 1 |   |  |  |  |   |  |  | フロースイッチ       |
|                                    |         | 2 |   |  |  |  |   |  |  | 異常警報出力        |

(注) O.C.=オープンコレクタ

### TRX-700/TRX-900

| 形式コード    |   |   |                         | 内 容              |
|----------|---|---|-------------------------|------------------|
| TRXー     | ① | ② | ③                       |                  |
| ①タイプ     | 7 |   |                         | DIN96×96 パネルマウント |
|          | 9 |   |                         | 防水ハウジング、フィールド設置形 |
| ②温度・圧力補正 | 0 |   |                         | 補正なし             |
|          | 1 |   |                         | 温度補正             |
|          | 4 |   |                         | 温度補正+圧力補正        |
| ③ケーブル長   | 1 |   |                         | 5m               |
|          | 2 |   |                         | 10m              |
|          | 3 |   |                         | 15m              |
|          | 4 |   |                         | 20m              |
|          | 5 |   |                         | 25m              |
|          | 6 |   |                         | 30m              |
|          | 7 |   |                         | 35m              |
|          | 8 |   |                         | 40m              |
|          | 9 |   |                         | 45m              |
|          | A |   |                         | 50m              |
| F        |   |   | 50m～100m ※ケーブル長ご指示ください。 |                  |

## ■ サービスネット

製品の不具合などの際は弊社営業担当か、弊社営業所までご連絡ください。

営業所については弊社ホームページをご覧ください。

## ■ 製品保証

弊社ホームページをご覧ください。