

アプリケーションノート
熱式質量流量センサ
FS5



アプリケーションノート

熱式質量流量センサ

FS5



INNOVATIVE SENSOR TECHNOLOGY



1.	FS5	3
1.1.	センサーについて	3
1.2.	利点と特徴	3
1.3.	アプリケーション分野	3
1.4.	センサー構造	3
1.5.	測定原理	5
1.6.	外形寸法とハウジング	5
1.7.	取り付け	6
1.8.	配送と内容	7
1.9.	取り扱い	7
1.10.	パフォーマンス	9
1.11.	影響	9
1.12.	電子回路図	10
2.	評価モジュール	12
3.	参考資料	12



アプリケーションノート

熱式質量流量センサ

FS5



INNOVATIVE SENSOR TECHNOLOGY



1. FS5



1.1 センサについて



IST社の薄膜マスフローセンサは、さまざまな流量アプリケーションにおいて多くの利点を備えたソリューションを提供するために開発されました。熱式質量流量モジュールや測定システムは、市場において一握りのメーカーにより広い範囲のアプリケーションにおいて供給されている周知のデバイスです。これらの設計の多くは、流路およびパッシブまたはアクティブ出力を備えたシステムとして使用することができ、コンパクトです。しかし、これらのモジュールは、部品の価格やサイズがあまり重要でない多くの汎用アプリケーションには十分ですが、価格に敏感でありスペースが限られたフロー制御ソリューションに適していません。



FS5流量センサは、フロー速度の関数に基づき、流速を決定するために熱伝達の原理を利用しています。流れがセンサを通過すると、熱がセンサから媒体に運ばれます。流量が増加すると、搬送される熱の量も増加します。熱伝達を知ることによって、一定の温度差を維持する電圧補償を用い流量を求めることができます。

IST社製FS5流量センサは、ガスに適用されます。それらは、広い動作温度範囲と広い流量測定範囲を持っています。このセンサはダイナミックレンジ、応答時間また使用環境などの面において最高の適応性を保証します。FS5流量センサは、限られたスペースのシステムへの組み込みに最適であり、容易に最終の発展したシステムにアップグレードできます。また、流量チップやハジングのカスタマイズが顧客での設計製作されたハウジングと同じように可能です。

1.2. 利点と特徴

- ・ 稼動部品なし
- ・ 単純な信号処理
- ・ 簡単なキャリブレーション
- ・ 様々なアプリケーションやハウジングに容易に取り付け可能
- ・ センサ素子は、450°Cまで温度耐性(顧客指定)
- ・ 優れた長期安定性
- ・ 安定したプラチナ技術
- ・ 優れた再現性
- ・ 要望による特注センサの製作が可能

1.3 アプリケーション分野

FS5流量センサが適している代表的な分野ですが、以下の応用分野に限定されるものではありません。

- ・ 圧縮空気
- ・ HVAC - ビルオートメーション
- ・ 車両関係
- ・ 医療関係
- ・ 半導体の監視
- ・ 冷却液の監視

1.4 センサ構造

以下の段落でセンサ構造の複数のステップを詳しく説明します。

アプリケーションノート

熱式質量流量センサ

FS5



基板

FS5流量センサチップのベースは熱伝導率の低い特別なセラミックです。

最初にセラミック基板上に高純度の白金薄膜層を積層します。

高品質センサを確保するため、湿式化学プロセスが化学洗浄やエッチング工程のための自動化システム上で実行されます。

抵抗構造

センサー上の抵抗構造は、1チップ上に2種の白金抵抗で構成されます。小さな抵抗器はヒータとして大きな抵抗器は温度センサとして使用されます。これらは複数のステップを経て製造されています。(感光性のコーティング、マスクを通してレジストの照射、フォトレジストの生成そしてチップ上のセンサ構造のみを残すプラチナのエッチング)

センサーは、個別の特注抵抗値をレーザーリミングされます。

表面安定化

抵抗構造は、スクリーン印刷法を用いてガラス表面安定化を行い、これにより 堅牢性と強度を備えます。

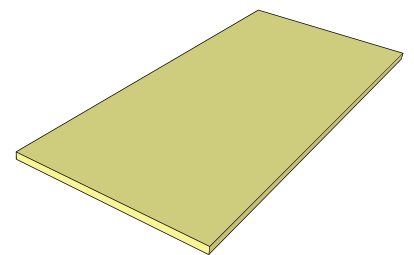
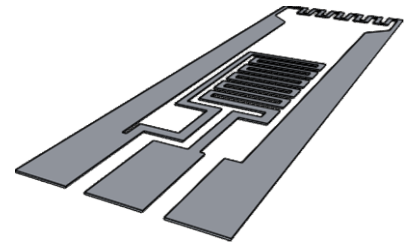
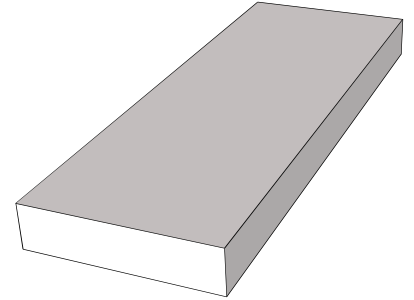
その後、各基板は完全な自動化によりダイシングされ、配線の準備ができます。

電線の接続

FS5センサは、チップ上に自動溶接機により電線が接続されています。使いやすい設計で、センサの注文時に電線の長さや仕様を指定することが出来ます。

標準FS5センサの電線は195ミリメートルの黒色で提供されています。圧着やコネクタの取り付けに最適なPTFE被服AWG 28/7電線となります。

電線は終端5ミリメートルの被服が取り除かれています。





アプリケーションノート

熱式質量流量センサ

FS5



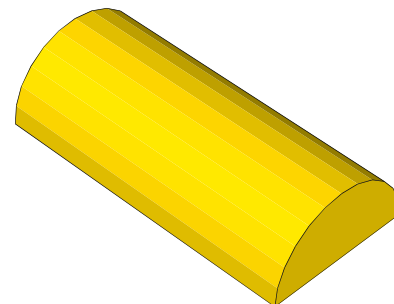
INNOVATIVE SENSOR TECHNOLOGY



電線の固定



溶接部は、堅牢性を高め10Nの引張強度を得るためにポリイミドで覆われています。



1.5 測定原理

IST社のFS5熱式質量流量センサは、流速の関数である熱伝達の変化に基づいています。熱式質量流量センサは、媒体の流速を決定する熱伝達原理を利用します。

流速は、ヒータによる熱エネルギーの損失を変化させる：媒体がセンサーを通過すると、熱がセンサから媒体に伝わります。流量が増加するにつれて、転送される熱量の増加を意味し流速により高い冷却効果をもたらします。この効果は、熱伝達係数の変化をもたらします。したがって、冷却は質量流量の関数です。

ヒータと温度センサとの温度差を一定にすることにより、センサが成り立ちます。この測定原理は恒温流速計(CTA)と呼ばれています。温度差を制御する供給電力は、流速の関数となります。電力はブリッジ回路を備えた電圧出力に変換され容易に読み出すことができます。媒体の温度を知ることにより、流量は一定の温度差を維持するために必要な電圧補償の量から決定することができます。

流量測定範囲は非常に広く、特定の用途に調整することができます。電子回路により、媒体の温度に対しヒータの温度を高くすることにより可能となります。

1.6 外形寸法とハウジング

以下は、IST社の標準であるハウジングなしFS5.0とハウジング付きFS5.Aの外形寸法を説明します。

1.6.1 FS5.0

標準 FS5.0: 6.9 mm x 2.4 mm x 0.2 mm



公差: 外形寸法(チップ): ± 0.2 mm; 厚さ(チップ): ± 0.1 mm、高さ ± 0.3 mm

他の寸法、特殊ハウジングや電線長さなどもご要望にお答えします。



アプリケーションノート

熱式質量流量センサ

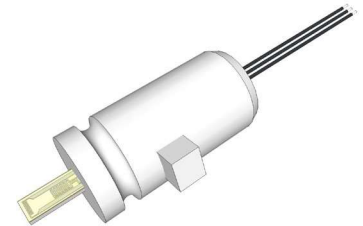
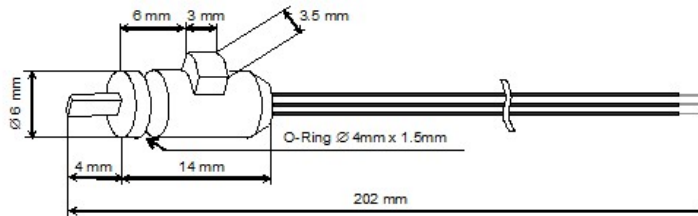
FS5



INNOVATIVE SENSOR TECHNOLOGY

1.6.2 FS5.A

流路へ簡単に取り付けられるため、FS5.Aは標準ハウジングで提供されています。



標準 FS5.A: $\varnothing 6.0$, L = 14, PTFE被服電線長さ = 195 mm.

公差: ± 0.1 mm

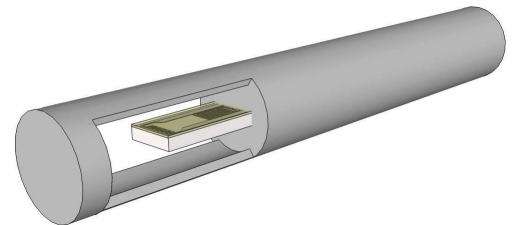
他の寸法、特殊ハウジングや電線長さなどもご要望にお答えします。

1.7 取り付け

次に紹介する取り付け方法は、ただインスピレーションとしての可能性を示すものです。特定の取り付け方法に関するご質問がある場合、アプリケーションのための最高の解決策を見つけるために私達にご連絡ください。

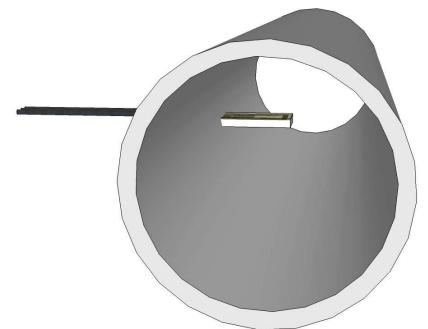
ダクト取付流量プローブ

ダクト流量プローブに取り付けられたセンサ。空気の流れる方向は、空気がセンサの活性表面上を流れるようにしなければなりません。



カスタマイズ流路 / 流量センサを取り付けたパイプ

流路内に取り付けられたセンサ。空気の流れる方向は、空気がセンサの活性表面上を流れるようにしなければなりません。



O-リング

O-リングのサイズは、4 mm x 1.5 mm. 材質はニトリルゴム (NBR) で硬度が70です。

ご要望により他の材料やサイズも可能です。



アプリケーションノート

熱式質量流量センサ

FS5



INNOVATIVE SENSOR TECHNOLOGY



コネクタ

FS5流量センサには、コネクタを接続していませんが、JSTコネクタを取り付けることが可能です。様々なコネクタの可能性に関する詳細情報は、IST AGにお問い合わせください。



1.8 配送と内容

FS5流量センサの標準納期は、受注後4~6週間です。FS5流量センサには、電子部品やモジュールが含まれていません。別途発注をお願いします。



1.9 取り扱い

FS5.0 流量センサは、カートン箱で配送されます。取り扱いを次に示します。



FS5.0流量センサは、形式とロット番号を印字したラベルを貼り付けた箱で配送されます。



両手で注意して開けてください。



センサを覆っているプラスチック製のストライプを取り除きます。



センサを固定しているカートンフリップを開けます。



アプリケーションノート

熱式質量流量センサ

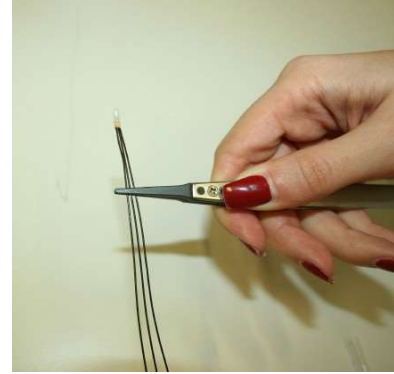
FS5



INNOVATIVE SENSOR TECHNOLOGY



注意深く配線に巻いているプラスチックスパイラルを取り除きます。

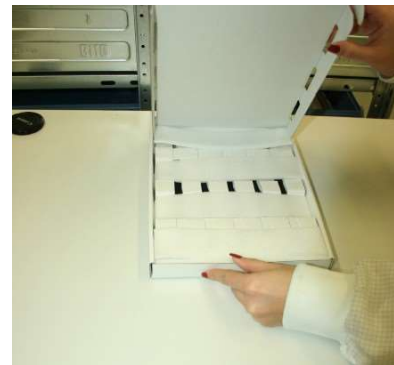


プラスチックのピンセットで取り扱います。

FS5.A流量センサは、カートン箱で配送されます。取り扱いを次に示します。



FS5.A流量センサは、形式とロット番号を印字したラベルを貼り付けた箱で配送されます。



両手で注意して開けてください。



センサを覆っているプラスチック製のストライプを取り除きます。



センサを固定しているカートンフリップを開けます。



アプリケーションノート

熱式質量流量センサ

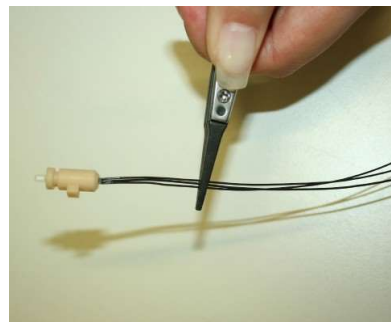
FS5



INNOVATIVE SENSOR TECHNOLOGY



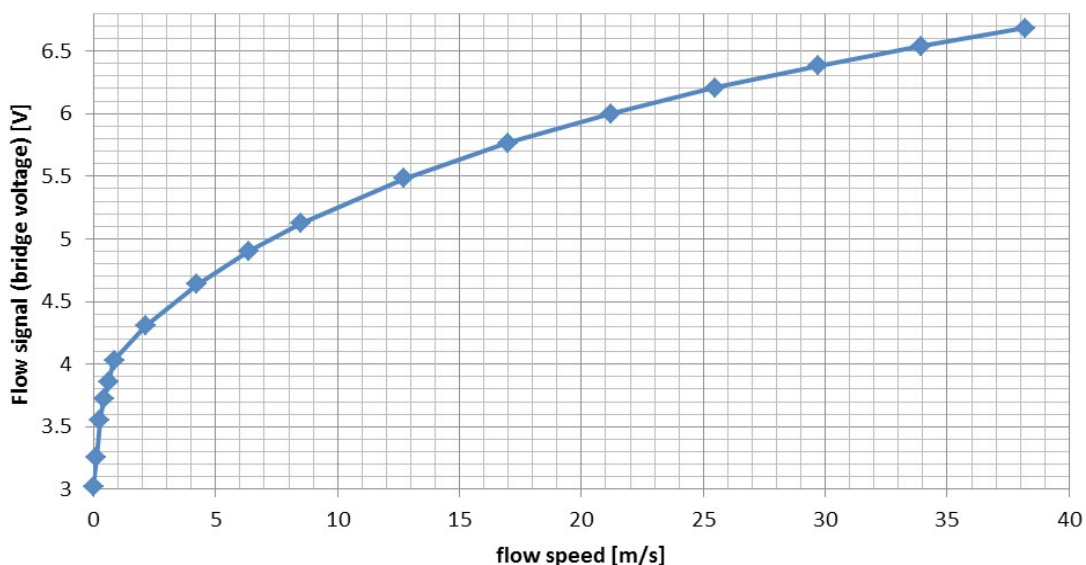
注意深く配線に巻いているプラスチックスパイラルを取り除きます。



プラスチックのピンセットで取り扱います。

1.10 パフォーマンス

次のグラフは、アプリケーションにおけるFS5流量センサの性能を示します。アプリケーションの影響によって測定値が異なる場合があります。



出力信号は、流量ゼロで3.0 Vに調整します。これは、温度差(ヒータ温度 - 周囲温度)が約30Kとなります。温度差によりヒータ素子の最適なオーバーヘッドがつくられ、これゆえに完全な性能が存在します。1.12章で説明したキングの法則により、センサ性能は低い流速において最大感度を有します。

流速はCTA回路(1.12章を参照)で、周囲温度25°Cの窒素により計測されています。センサは直径5mmの廃刊に取り付けています。

1.11 影響

次に示す項目は、可能性のある影響であり、アプリケーションに大きく依存します。特殊なアプリケーションやその影響についてのご質問を、可能な最良の解決策を見つけるため是非私たちにご連絡ください。



アプリケーションノート

熱式質量流量センサ FS5



INNOVATIVE SENSOR TECHNOLOGY



汚れ

特性は、埃などによるセンサの汚れに影響を受けます。



一直線



特性は、センサの取り付け向き/角度に依ります。センサの活性表面上を媒体が流れるように取り付けなければなりません。FS5は、流れる方向にも依存します。

温度 (媒体)



特性は、媒体温度に依存します。このため、正確な計測結果を得るためには温度補正が必要です。媒体の温度変化は、CTA回路により補正されます。

1.12 電子回路図

CTA (恒温流速計) は、流量センサにあるヒータの温度調整の単純なフィードバック回路で構成されています。流速がヒータの熱エネルギーの損失を変化させます。媒体がセンサ上を通過するとき、センサの熱が媒体に移ります。流れが増えると、移る熱も増えます。これは、流速の増加が、より高い冷却効果を生むことを意味します。この効果は、熱伝導係数の変化を導きます。したがって、冷却は、質量流量の関数です。

コントローラを適合させることにより、ヒータと温度センサとの温度差を一定にすることができます。温度差を一定にする供給電力が、流速の関数となります。電力は、ブリッジ回路の電圧出力信号に変換され、容易に読み出すことができます。媒体の温度を知ることにより、流速は一定の温度差を維持するのに必要な電圧補償の量から決定することが出来ます。

媒体の温度変化は、チップ上の温度センサー (Pt1200) によって補償されます。抵抗R1~R6は、以下の回路のように選択することができます。ヒータ (RH) と媒体 (RS) との間の温度差 (DT) は、抵抗R1によって設定されます。例えば、空気ならば $DT = 30 \text{ K}$ 。抵抗R2は、キャリブレーションのために $\pm 10\%$ の範囲内で調節可能でなければなりません。抵抗R7は流速計回路の安定のために配置されています。使用するオペアンプに応じて、 $1.1\text{M}\Omega$ から $3\text{M}\Omega$ で選定されるべきです。



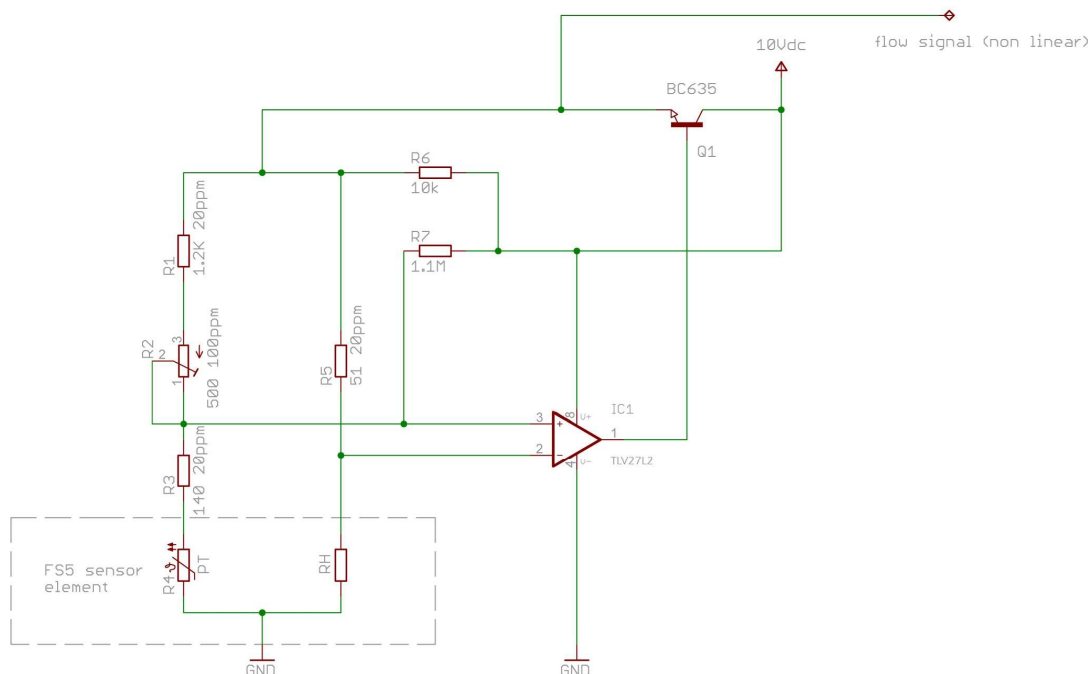
アプリケーションノート

熱式質量流量センサ

FS5



INNOVATIVE SENSOR TECHNOLOGY



電子回路や特性曲線はひとつの例です。精度の必要なアプリケーションは、システム個々のキャリブレーションが必要です。CTAIは、キングの法則により表せます。

$$P_H = I_H^2 \cdot R_H = (A + B \cdot \bar{v}^n) \cdot \Delta T \quad n = 0.3 \dots 0.5$$

簡素化することで、以下のような式で表せます。

$$U = U_0 \cdot \sqrt{1 + k \cdot \bar{v}^n}$$

U = CTA出力
 U_0 = 自然対流オフセット
 k = 流体定数
 v = 流速

Uは、出力信号として流量を表します。 U_0 は、ヒータと流速が0の時の媒体の自然対流による温度差(ΔT)の値を表します。CTAのコントローラは、ヒータと温度センサの温度差(ΔT)を一定に保ちます。

最大供給電圧 2V ~ 5V

最大ヒータ電圧 3V (at 0 m/s)



アプリケーションノート

熱式質量流量センサ

FS5



INNOVATIVE SENSOR TECHNOLOGY



最適な抵抗値(ヒータの抵抗値)

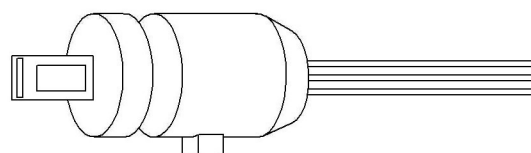
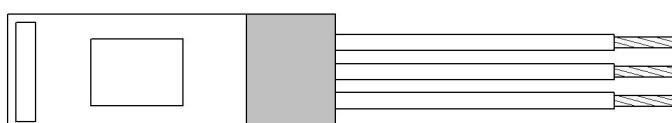


$R_H (0^\circ C) = 45 \text{ Ohm} \pm 1\%$

ガスアプリケーションにおいて、温度差(抵抗値)は30Kを推奨します。



ピン配置



1	2	3
ヒータ	温度センサ	GND

2. 評価モジュール

モジュール:	和文資料名: DFFS5_FSL_Module_J	英文資料名: DFFS5_FSL_Module_E
--------	------------------------------	------------------------------

3. 参考資料

データシート:	和文資料名: DFFS5_J	英文資料名: DFFS5_E
---------	-------------------	-------------------



INNOVATIVE SENSOR TECHNOLOGY

Innovative Sensor Technology ISTAG, Stegrütistrasse 14, CH-9642 Ebnat-Kappel, Switzerland, Phone:
+41 (0) 71 992 01 00 | Fax +41 (0) 71 992 01 99 | E-mail: info@ist-ag.com | Web: www.ist-ag.com



All mechanical dimensions are valid at 25 °C ambient temperature, if not differently indicated • All data except the mechanical dimensions only have information purposes and are not to be understood as assured characteristics • Technical changes without previous announcement as well as mistakes reserved • The information on this data sheet was examined carefully and will be accepted as correct; No liability in case of mistakes • Load with extreme values during a longer period can affect the reliability • The material contained herein may not be reproduced, adapted, merged, translated, stored, or used without the prior written consent of the copyright owner • Typing errors and mistakes reserved • Product specifications are subject to change without notice • All rights reserved