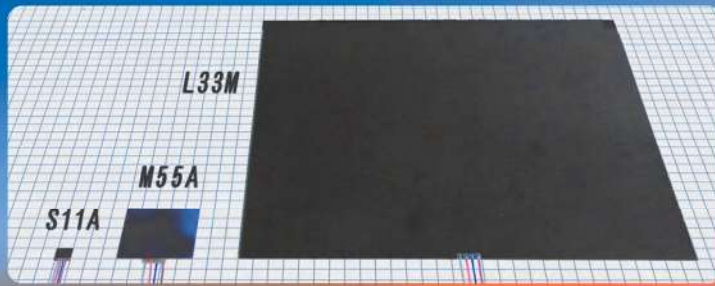


## 省エネは 熱流の測定から



### 汎用熱流センサーシリーズ L33A, M55A, S11A 技術説明

Image courtesy of the Image Science & Analysis Laboratory, NASA Johnson Space

#### 熱流センサーとは

熱は伝導、輻射、対流とそれぞれ異なった機構で伝わりますが、熱流センサーはセンサー内部を面に垂直の方向に伝わる伝導熱を計測します。

物体に外部から熱が加わった場合、その物体は温度が上がリ熱的な内部エネルギーが高まることから熱の移動が熱エネルギーであり、その過程を「熱」として認識します。伝導による熱エネルギー、いわゆる熱流は単位時間（s）中に流れた単位面積（ $m^2$ ）当たりの熱量（J）を熱流束密度（ $q$ ）としてとらえ、その単位は  $q = J / s \cdot m^2 = W / m^2$  です。

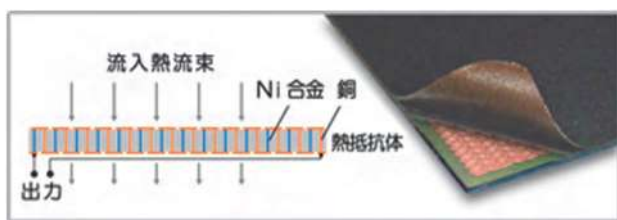
厚さ（ $d$ ）の均質な板の両面に温度差（ $\Delta T$ ）がある場合、温度勾配（ $\Delta T \cdot d^{-1}$ ）とそれに沿って流れる熱流束の大きさとは比例関係にあります。熱の伝わり易さを表す熱伝導率は熱流束密度を温度勾配で割った材料固有の量で、その逆数は熱抵抗率です。熱流センサーでは、熱の流れを横切って置か

れた板状の熱抵抗体の両面に生じる温度差から熱流束密度を求めます。両者の比例関係は「感度定数」（ $mV / W / m^2$ ）として個別のセンサー毎に検定され、センサーからの出力電圧（ $mV$ ）に感度定数を乗じた値はセンサーが代表する熱流束密度（ $W / m^2$ ）を示します。実際の計測に於けるこの値は、熱流センサーの寸法に関わらずセンサーの置かれた周囲の熱流が一様であると見做される範囲に適用されます。

汎用熱流センサーシリーズでは、本来の熱流に対する影響を避けるために薄いプラスチック板の両面に数多くの熱電対を直列に接続したサーモパイルを構成し、表裏の温度差が  $0.001^\circ C$  以下でも熱流計測が可能になります。熱流センサーを使用すると、材料の熱伝導率と温度差から熱流値を求める従来の方法に比べて、より正確な計測が実現します。

#### 汎用シリーズの構造と特徴

下図のように熱抵抗板（ガラスエポキシ材）をはさんで両面に純銅の集熱部と接続部があり、板を貫通するニッケル合金と集熱部との間に発生する熱起電力の代数和が両面の温度差として電圧出力されます。



両面に構成された熱電対のペアは熱流板全面に均等に、且つ

#### 用途

本シリーズは実験棟を始め、住宅、ビルなどにおける外部への熱の伝達、装置や設備などにおける保温保冷の断熱性能の評価、熱量測定に伴う断熱制御などに標準的なセンサーとして広く御利用頂けます。

センサーの面積は10、50、300mm角の3種類が用意されていて、熱流の分布測定から総量の測定まで幅広い用途に適しています。

法線方向に配置されて、熱流センサー内を貫く熱流ベクトルの垂直成分のみを正確に検知することが出来ます。

本シリーズは熱電対の密度と使用目的に基づく寸法の区分が異なるだけで、その構造はいずれもほぼ同一です。汎用の熱流センサーとしてその用途は多岐にわたり、設置場所の環境や、対象への取付け位置も内部、外部など種々の適合要件が存在しますが、本シリーズは長期の安定性を維持しながら、互いに相反する低い熱抵抗と高い感度を新しい製造方法で実現したものです。また、センサー温度と対象温度の測定用に熱電対接続端子が設けられています。

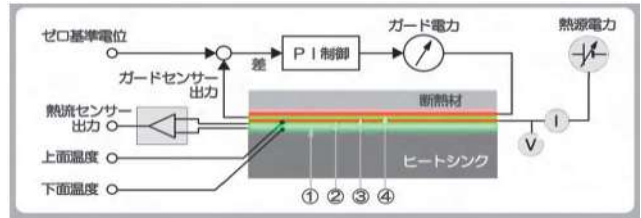
ご利用にあたり、適用分野での実用化の際には定格、形状その他についてのご相談をお受け致します。

装置や建物などでは自身のもつ熱容量により、熱の流入流出に対して温度の変化に遅れを生じます。従って、熱流値は温度変化の先行指標として極めて有効です。自動温度制御のパラメータとして、また、建物の冷暖房の省エネルギーに役立ちます。その他、医療、衣服、農業などの分野でも研究が行われています。また、別途に防水、曲面、ガード板などが用意されています。

## 検定

絶対法による専用の検定装置を用いて個別の検定を行います。この検定はGHP法（JIS A 1412-1）に基づいて実施されます。

定温のヒートシンク上に置かれた被測定センサー①の上面は同形で薄膜の熱源ヒーター②で覆われ、その上部に同形のガード用の薄型熱流センサー③、薄膜のガード用ヒーター④、そして断熱材が順次配置されています。フィードバック回路によって③の出力はゼロに保たれた結果、被測定センサー①を通過する熱流束のエネルギーは熱源ヒーター②への供給電力と等しくなり、



そのときの熱流センサーの出力電圧と供給電力との比から正確な「感度定数」が検定されます。

## 定格

型式	外形寸法 L.W.T (mm)	感度定数 $\text{mV}/\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	熱抵抗率 $^{\circ}\text{C}/\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	熱伝導率 $\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$	防水	曲面	保護板	価格(1-4pcs) 円
L 3 3 A	300x300x0.8	0.08	$2.7\times 10^{-3}$	0.36	○	×	○	84,000
M 5 5 A	50x50x0.7	0.01	$2.5\times 10^{-3}$	0.4	○	×	×	18,000
S 1 1 A	10x10x0.6	0.007	$2.2\times 10^{-3}$	0.44	○	○	×	12,000

## ご使用にあたって

壁面への設置などでセンサーの露出している面では伝導、輻射、対流の全てによる熱の移動が発生し熱流束として計測されます。計測の精度を向上させ解析を容易にするためにも、センサー面と周囲の壁面とは熱的な条件を一致させるように同一の仕上げが望まれます。

センサーは温度勾配に直交して配置してください。熱流束は温度勾配に沿って生じます。

表面実装に際しては、装着面はできるだけ平滑にし、接着には接着剤、ペースト、薄い両面テープなどを用いてしっかり固定します。この際、接着部に空気が入ると測定値の誤りを生じます。

埋め込みの場合には空隙の生じない様に接着し、同一の材料で現状に埋め戻します。

※ 注

**注1** 伝導による熱の流れを測定するセンサーには一般に複数の温度センサーとそれらの間の温度差を出力する方式が用いられていて、熱流センサー、熱流束センサー、Heat Flux Sensor、或いは熱流板、熱流計などと呼ばれています。

熱流は物体中を単位時間(s)に通過する熱量( $J=W\cdot s$ )で表します。熱流センサーは1平米あたり1秒間に流れた熱エネルギーを熱流密度( $q=W/\text{m}^2$ )として測定し出力する素子です。出力電圧に「感度定数」を乗じて容易に1 $\text{m}^2$ 当りの熱流値が得られます。

**注2** 厳密な精度が要求される場合、センサーの挿入によって本来の熱流が乱された結果生じる誤差を考慮する必要があります。センサーを対象物に埋め込んで使用する場合には、対象物とセンサーとの熱伝導率が異なると熱の流れが変り抵抗誤差と偏向誤差を生じます。抵抗誤差に対しては計算で補正を加えます。偏向誤差は周囲にセンサーと同質のガード板を使用して軽減させます。また、いずれの誤差もセンサーの熱抵抗が低いほど確実に低下します。

センサーを対象物の表面に張り付けて使用する場合には、裏面からの伝導による熱流は表面からの輻射、対流に変わります。センサーの表面の仕上がり(特に放射率について)が測定対象物の表面と異なる場合にはその差に基づく誤差を生じます。

**注3** 本シリーズは熱電対の密度を上げるなどの手段で感度を保ちながら熱抵抗をできるだけ小さくしています。また、壁面へセンサーを貼り付けた場合には気流の変動や人の移動などの影響を受け出力は細かく変動します。測定インターバルを短くして積算平均するなどの工夫が必要です。なお、弊社のデータロガーは積算平均機能を備えています。

**注4** 接続ケーブル、防水機構、曲面タイプ、ガード用保護板はオプションとなります。

**ET** 江藤電気株式会社  
http://www.etodenki.co.jp/

本社 〒192-0355  
東京都八王子市堀之内3-4-12  
メゾンセレナイト1F  
お問い合わせ  
info@etodenki.co.jp  
TEL 042-676-7722  
FAX 042-676-7733

### L 3 3 Aの実装例

用途  
窓の表面熱伝導率分布測定  
測定対象  
1600W x 1300H ペアガラス窓  
センサー (熱流および温度)  
L 3 3 A 片面20枚 x 2面



テーマ 平成22年度NEDO委託事業「窓の熱性能計算方法に関する標準化」

定格は改良のため予告なく変更する事がありますのでご諒承ください。 2011年06月現在