

●熱マネジメントのための熱伝導率測定 ～レーザーフラッシュ法～

TN522

Thermal Conductivity Measurements for Thermal Management – Laser Flash Method –

[概要]

近年、小型化と高性能化が進む半導体や電子部品は、限られた面積に高密度実装されるため、デバイス（製品）の発熱による熱劣化・故障が課題です。そのため、製品と構成材料の放熱性（断熱性）を制御する正確な熱設計が必要とされています。熱設計を正確に行うには、製品と構成材料の使用環境を想定した実測評価による熱マネジメントが重要となります。

放熱性の指標となる熱伝導率の測定は、測定対象物の素材や形状、測定条件（温度、雰囲気、伝熱方向）を考慮して、最適な手法を選択することが重要です。熱伝導率の測定手法で代表的なレーザーフラッシュ法は、素材を限定せず様々な形態の試料の測定が可能な方法であり、温度や雰囲気の制御も可能なことから、熱マネジメントの評価に有効な手法と言えます。本報告では、レーザーフラッシュ法を用いた「放熱用途の材料」と「放熱制御のための製品」における熱伝導率測定の事例を紹介します。

Keywords: 熱輸送、熱物性、熱対策、受託分析

[原理]

レーザーフラッシュ法は、平面平滑な試料表面にパルス状の光エネルギーを与えた時に生じる試料背面の温度応答曲線から熱拡散率を得る手法であり(Fig. 1)、比熱と密度が既知であれば熱伝導率を算出することもできます(熱伝導率=熱拡散率×比熱×密度)。

また、この温度応答曲線の高さは熱容量に相関があるため、標準物質との比較によって試料の比熱を同時に求めることが可能です。

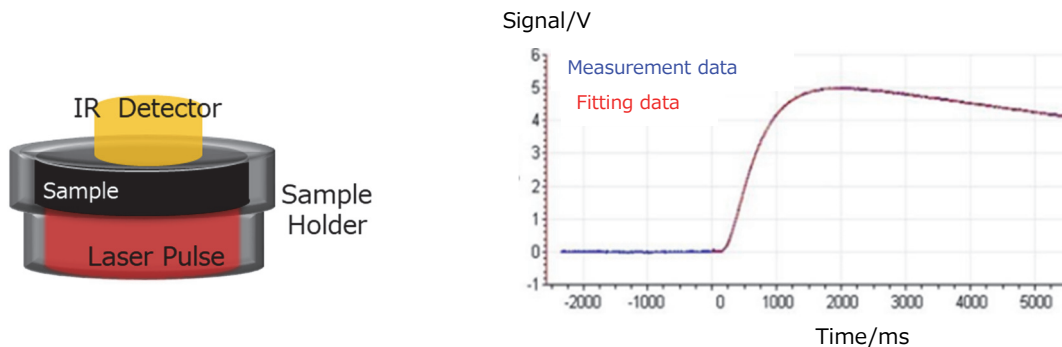


Fig. 1 Thermal diffusivity measurements by laser flash method

Table 1 Technical Specifications of the Laser Flash Analyzer

項目	仕様
測定範囲	熱拡散率 : 0.01 mm ² /s ~ 1000 mm ² /s 熱伝導率 : 0.1 W/(m・K) ~ 2000 W/(m・K)
測定温度範囲	-125 °C ~ 1100 °C
対象材料	金属、セラミックス、ポリマー、固体、フィルム、粉末
試料形状、寸法	角もしくは丸 : 2 mm、4 mm、6 mm、10 mm、25 mm 厚み : 0.1mm ~ 6 mm
測定モード	標準モード、特殊モード(面内方向、加圧など)

【事 例 1】材料の放熱性評価

シリコン系放熱材料(TIM : Thermal Interface Material)における熱伝導率の温度依存性の測定結果を Fig. 2 に示します。測定温度の上昇に伴って熱伝導率は低くなり、高温側では放熱性が低下する傾向が得られました。これは材料を構成する素材のシリコン樹脂自体の特性によるものと推測されます。このように材料が使用される実際の温度で測定することは、材料の熱設計に重要となります。

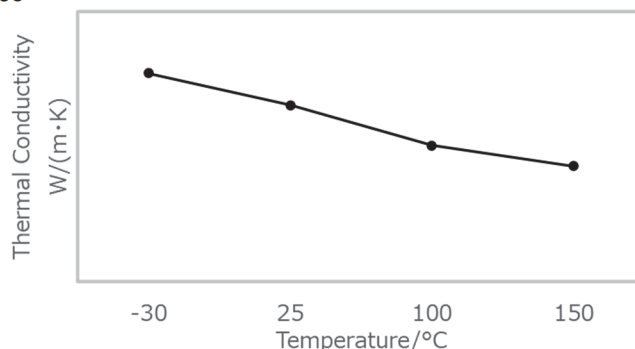


Fig. 2 Thermal conductivity of TIM

【事 例 2】製品の放熱性評価

TIMは電子部品から発生した熱をヒートシンクへ放熱させる役割で用いられるため、TIMが製品に組み込まれた際の放熱性は、実際の製品構成で評価しておく必要があります。ここでは製品を模擬した状態(基板/TIM/基板)を再現し、圧縮応力を負荷した状態(Fig. 3)で、熱伝導率の測定を行いました。その結果を Fig. 4 に示します。製品を模擬した3層構造体の熱伝導率は、[事例1]の傾向と同様に、素材の特性により、測定温度の上昇に伴って低下しました。一方、圧縮応力に対しては、圧力の上昇に伴って高くなる傾向を示しました。これは上下の基板とTIM間の密着性の向上により界面熱抵抗が低下したことと同時に、圧縮によってTIM内の高熱伝導フィラーが密着・凝集し、熱伝導パスが増加したことによって放熱性が向上したものと推測されます。このように材料が使用される実際の状態で評価を行うことは製品の熱設計に重要となります。

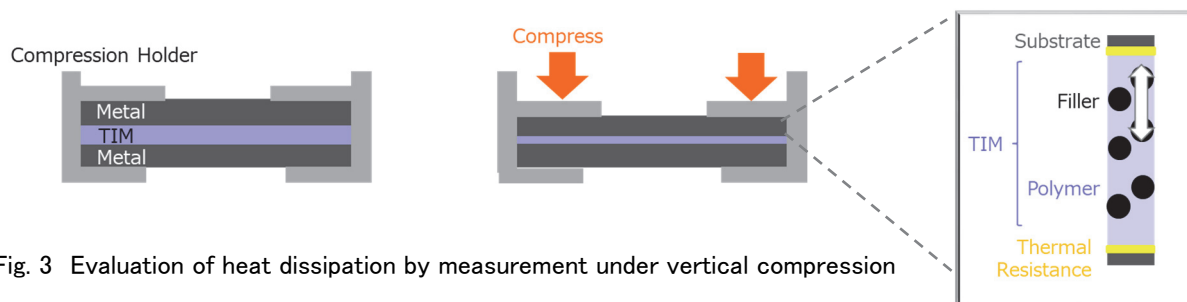


Fig. 3 Evaluation of heat dissipation by measurement under vertical compression

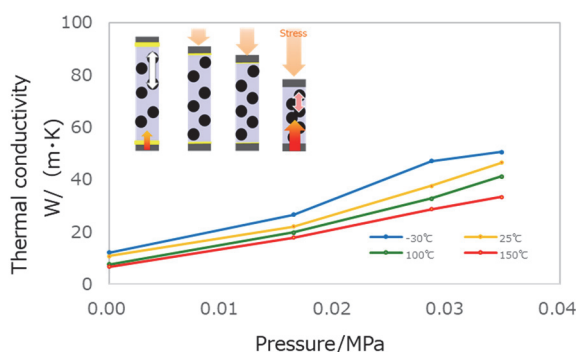


Fig. 4 Thermal conductivity under compressed conditions

【総 括】

- 材料の特性は使用される温度や製品に組み込まれた際には大きく影響を受けます。そのため、材料および製品の熱マネジメントを正確に行うためには、使用環境や製品構成を想定した評価が重要です。
- レーザーフラッシュ法は、多様な材料・形態の試料を対象として、様々な温度・雰囲気・測定方向で評価することが可能な手法です。