

レーザーフラッシュ法による熱拡散率・熱伝導率測定

Measurements of Thermal Diffusivity and Thermal Conductivity

by the Laser Flash Method

産総研 ○阿子島 めぐみ

AIST, ○Megumi Akoshima

E-mail: m-akoshima@aist.go.jp

レーザーフラッシュ法は、常温から 1000 °C を超える広い温度範囲において、直径 10 数 mm 厚さ数 mm 程度の平板状試料の厚さ方向の熱拡散率・熱伝導率を非接触かつ短時間で測定できる方法として普及している。断熱真空下において平板状試料の片面に強度が均一なパルスレーザー光を 1 回照射して加熱した際、表面に与えられた熱は試料内に拡散して行き、やがて試料全体の温度が均一になる。この現象を試料（厚さ d ）の加熱側の反対面の温度の時間変化（温度上昇曲線）として観測し、パルス加熱から試料温度が均一になるまでに要する時間（熱拡散時間 τ ）を計測することで、熱拡散率 α ($=d^2/\tau$) が得られる。原理が簡潔であり絶対測定であることから信頼性が高いとされる。熱伝導率は、熱拡散率、比熱容量、かさ密度の積で算出することができる。操作が容易な実用測定装置が市販されており、固体材料の熱伝導率や熱拡散率の値はこの方法で測定された値が多く用いられている。近年の熱問題への解決策として、測定結果の信頼性が問われるようになってきていることを背景に、本講演ではレーザーフラッシュ法による熱拡散率測定で信頼性の高い結果を得るための以下の検討事項について解説する。また、比熱容量測定にも触れる。

1) 装置の適用範囲を知る

測定装置では、装置構成の都合から信頼性高く測定結果が得られる適用範囲（ τ が信頼性高く計測できる範囲）が限られる。適用範囲は機種ごとに異なるので、事前に確認しておくとうまい。比較的熱拡散率が高い材料で数 100 μm ～ 5 mm の範囲で厚さ異なる試料を一式用意して測定する。熱拡散率が厚さに依存せず一意に決まる熱拡散時間の範囲が適用範囲である。適用範囲外の測定結果は過小評価・過大評価となる。

2) 試料を適切に準備する

熱拡散率は試料の厚さ d の 2 乗に比例するので、熱拡散率へは d の不確かさが 2 倍で効く。すなわち試料は面が滑らかで平行であり、厚さのばらつきが無い形状が良い。試料の厚さは、1) の適用範囲の下限に対応する厚さよりも厚く、レーザー光で加熱した時の温度上昇曲線が良い S/N 比で得られる範囲の厚さで調整することが良く、厚さが異なる試料を用いた妥当性確認により信頼性が向上する。また、黒化処理を行う場合の黒化膜は適切な厚さで均一塗布する必要がある。

3) レーザー光の強度

熱拡散率は温度に依存する物性値であるので、測定時のレーザー光加熱による温度変化は数°C に留めるのが良い。影響が大きい場合は、レーザー光強度を変えながら測定した熱拡散率から温度上昇ゼロ時の熱拡散率を推定すると良い。