

私たちは、熱物性測定の商品向上を通して、  
企業の地球環境保護への取り組みを応援しています。



## 薄膜の熱物性測定

～ 数100nmオーダーの薄膜の熱物性測定 ～

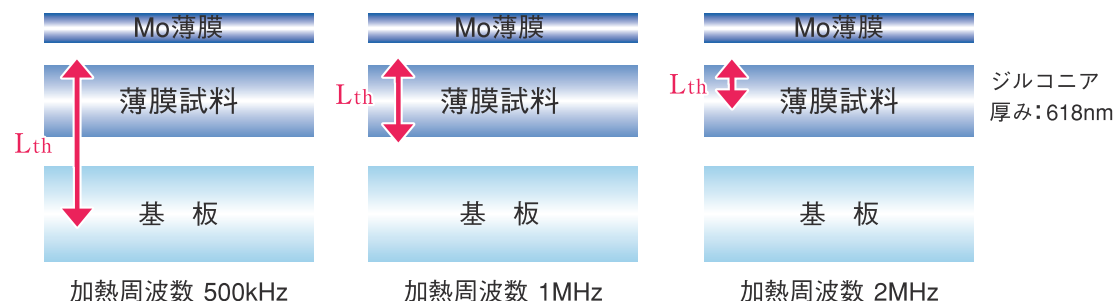
薄膜表面を周期加熱することにより生ずる温度波が、1周期の間に伝播する距離を熱拡散長 $L_{th}$ と呼び、次式で表されます。

$$L_{th} = \sqrt{\lambda / \pi f C} = 1 / \sqrt{\pi f \times b / C}$$

$\lambda$ は熱伝導率、 $b$ は熱浸透率、 $f$ は加熱周波数、 $C$ は単位体積あたりの熱容量

熱拡散長が膜厚よりも長ければ、1周期の間に熱は薄膜を通過してしまいます。

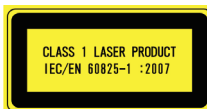
ジルコニアの場合1MHz以上の周波数において熱拡散長は618nm以下となりますので、高周波で変調加熱することで、サブマイクロメートルの薄膜熱浸透率測定が可能となります。



## ■ Specifications

名称/商品名	熱物性顕微鏡/サーマルマイクロスコプ	
測定モード	熱物性分布測定(1次元・2次元・1点)	
測定項目	熱浸透率、(体積熱容量)、(熱伝導率)	
検出光スポット径	約3 $\mu$ m	
1点測定標準時間	10秒	
測定対象薄膜	厚さ 数百nm～数十 $\mu$ m	
繰り返し精度	バイレックス <sup>®</sup> 、シリコンの熱浸透率で $\pm 10\%$ 未満	
試料	試料ホルダサイズ 30mm $\times$ 30mm 厚さ5mm以内	・試料表面の鏡面研磨が必要です。
	・板状試料 30mm $\times$ 30mm以内 厚さ3mm以内	・試料表面にMo薄膜の成膜が必要です。
使用温度範囲	24 $^{\circ}$ C $\pm$ 1 $^{\circ}$ C(装置内蔵温度センサーによる)	
ステージ移動距離	X方向: 20mm Y方向: 20mm Z方向: 4mm	
加熱用レーザー	半導体レーザー 波長: 808nm	
検出用レーザー	半導体レーザー 波長: 633nm	
電源	AC100V-1.5kVA	
標準付属品	試料ホルダ、基準試料	
*オプション	光学定盤、空調器、空調用ブース、スバツタ装置	
本体	外形寸法: 730(W) $\times$ 620(D) $\times$ 560(H)mm	重量: 80.0kg
電源ボックス	外形寸法: 620(W) $\times$ 480(D) $\times$ 310(H)mm	重量: 26.4kg

■本パンフレット中に記載されている性能上の数値は、当社研究所におけるテスト結果であり、他の環境下で同様の結果となることを保証するものではありません。  
■性能および外観は、改善のため予告なく変更することがあります。



### ⚠ 安全に関するご注意

■安全にお使いいただくため、ご使用前に取扱説明書をよくお読みの上、正しくお使いください。

### 行き届いたアフターフォローサービス 安心と充実の無料点検

■装置をお買い上げいただいた全体的なお客様を対象に、ご購入後より3ヶ月後/12か月後の点検を、無料でおこないます。

■当社の技術サポート員が、お客様のところへ直接お伺いします。

製品に関するお問い合わせ

**029-825-2620** 平日9～17時

<取扱店>

メールでのお問い合わせ

**info@btl-hrd.jp** 24時間受付

## 株式会社ベテル ハドソン研究所

〒300-0037 茨城県土浦市桜町4-3-18 土浦ブリックビル1階  
☎029-825-2620 FAX 029-307-8451

<HRD大阪ラボ>

〒564-0051 大阪府吹田市豊津町1-18 エクラート江坂ビル403号  
☎06-6155-5254 FAX 029-307-8451

わたしたちは、熱物性測定技術を通して、  
技術革新・未来創造に貢献したいと考えています。



光加熱式サーモリフレクタンス法 熱物性顕微鏡

## サーマルマイクロスコープ

Thermal Microscope

熱物性測定のベテル

ナノ薄膜とミクロン領域を非接触で測定！  
複数試料を自動で1点10秒の連続測定

**TM3B**

オープン価格

# サーマルマイクロスコープTM3B

Thermal Microscope



## FEATURES

特長

- 数100nmオーダー薄膜の熱物性測定
- $\phi 3 \mu\text{m}$ 熱物性の分布測定
- レーザによる加熱と検出により非接触測定

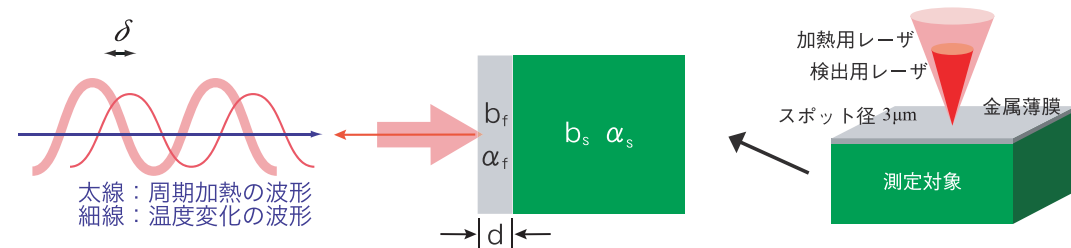
薄膜の熱物性および材料内の熱物性分布を評価することで、材料特性の大幅な向上が期待できます。  
薄膜の熱物性測定は、数100nmオーダー、熱物性分布測定は、マイクロメートルオーダーの測定が可能です。

## THEORY

測定原理

光加熱式サーモリフレクタンス法による熱浸透率測定

試料にMo薄膜を成膜し、加熱用レーザーで表面を周期的に加熱します。  
熱はMo薄膜から試料上に伝播し、試料表面の温度応答には位相遅れが生じます。  
この位相遅れは、試料の熱的特性により変化します。Moの反射率は、温度により変化する性質がありますので、加熱用レーザーと同軸に照射した検出用レーザーの強度変化をとらえることで、表面の相対的温度変化を測定します。  
この測定法により、高分解能の熱浸透率測定を可能にしました。(サーモリフレクタンス法)  
オプションのソフトにより、体積熱容量および熱伝導率算出が可能になります。



$$\delta = \arctan \left[ -\frac{1 + \sqrt{\frac{\omega\tau_s}{2}}}{\sqrt{\frac{\omega\tau_s}{2}}} \right] + \frac{3\pi}{4} \quad \tau_s = \frac{b_f^2 d^2}{b_s^2 \alpha_f} \quad b = \sqrt{C\lambda} \quad \lambda = \frac{b^2}{C} \quad b = C\sqrt{\alpha}$$

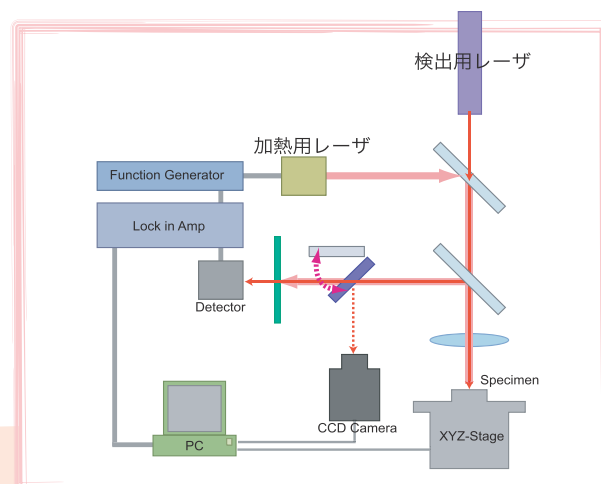
$$\omega = 2\pi f$$

$b$  = 熱浸透率  $\text{Js}^{-0.5}\text{m}^2\text{K}^{-1}$     $C$  = 単位体積あたり熱容量  $\text{Jm}^{-3}\text{K}^{-1}$     $\lambda$  = 熱伝導率  $\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$     $\alpha$  = 熱拡散率  $\text{m}^2\text{s}^{-1}$

Ref: Thermoreflectance technique to measure thermal effusivity distribution with high spatial resolution  
K.Hatori, N.Taketoshi, T.Baba, H.Ohta,  
Rev. Sci. Instrum. 76, 114901 (2005)

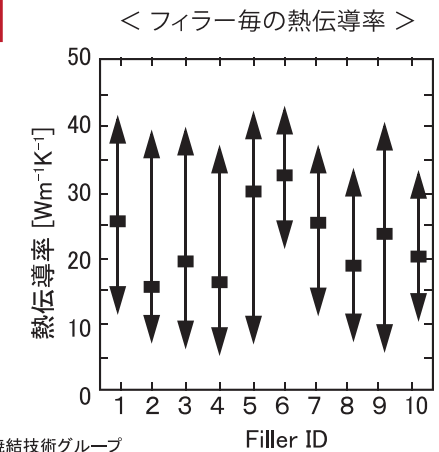
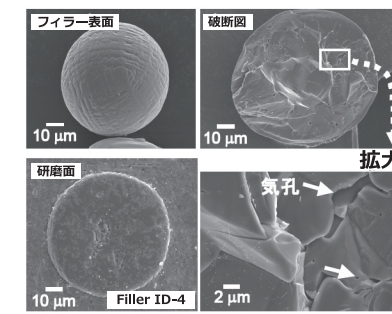
## CONFIGURATION

装置構成



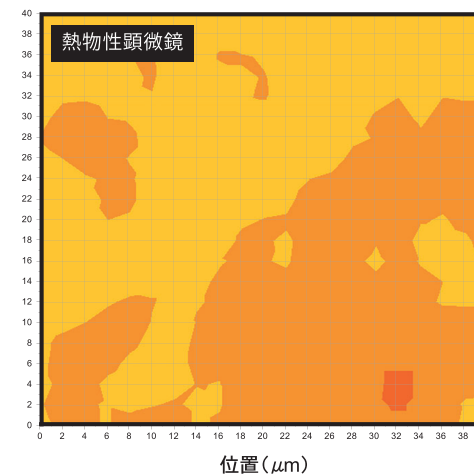
薄膜と微小領域の熱浸透率の測定に最適です。非接触かつ高分解能での測定が可能です。

### 【事例1】 アルミナファイラー



試料提供:  
産業技術総合研究所 先進製造プロセス研究部門 先進焼結技術グループ

### 【事例3】 SiC (単結晶・多結晶)



SiC 試料	熱伝導率 ※ [Wm <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> ]	熱浸透率 [Js <sup>-0.5</sup> m <sup>2</sup> K <sup>-1</sup> ]
4H-C SiC 単結晶	440	30400
6H-C SiC 単結晶	366	28100
SiC 多結晶	274	24200

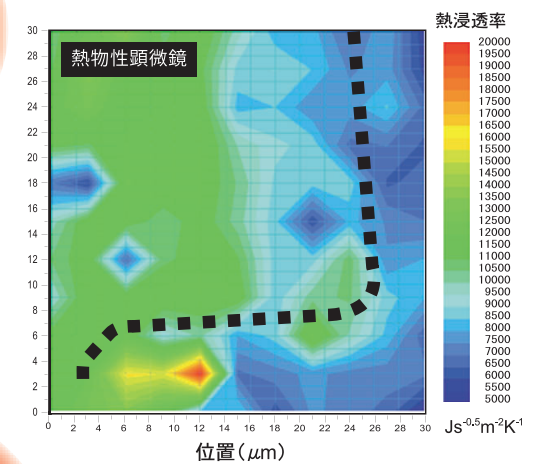
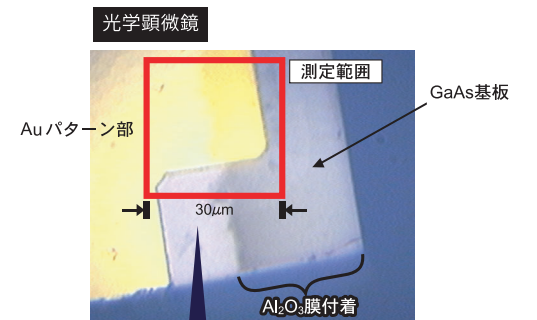
※  $C = 2.1 \times 10^6 [\text{Jm}^{-3}\text{K}^{-1}]$  として計算した値

微小  
領域

分布  
測定

薄膜測定  
も可能!

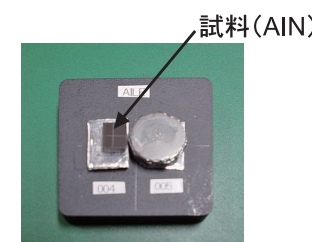
### 【事例2】 半導体レーザの電極部



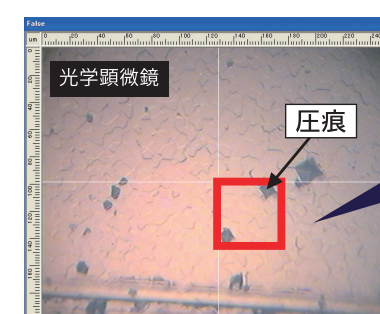
## APPLICATION

測定事例

### 【事例4】 セラミックス (AlN)



試料提供:  
産業技術総合研究所  
先進製造プロセス研究部門  
先進焼結技術グループ



※ Mo成膜後

