

平成26年度固体熱物性クラブ全体会合

薄膜の熱物性測定装置：  
PicoTR、NanoTRによる  
機能性薄膜の熱拡散率評価



株式会社ピコサーム 石川佳寿子

〒305-0047 茨城県つくば市千現二丁目1番6号

TEL. 029-828-7540 / FAX. 029-828-7541

<http://www.pico-therm.com>

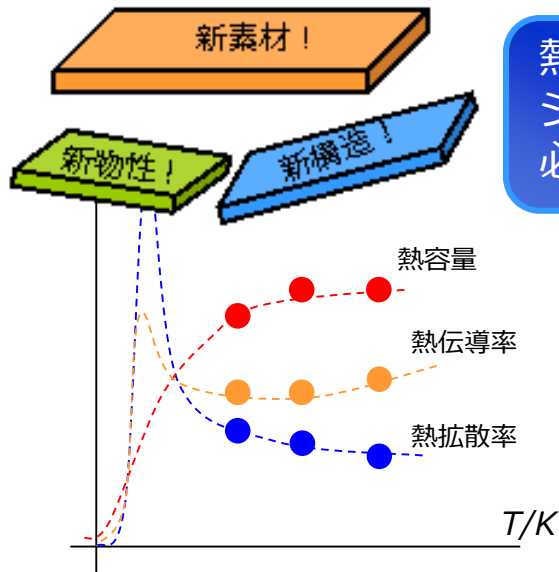
# 会社概要



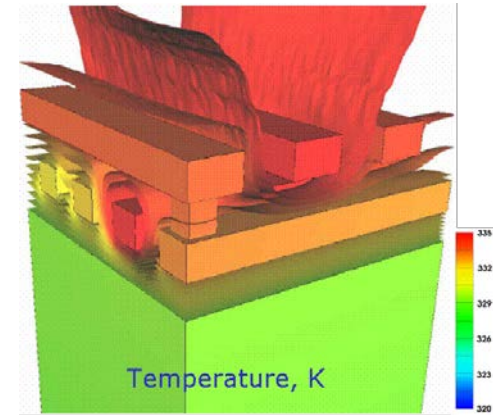
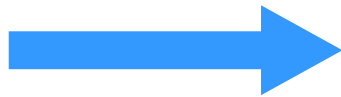
- 社名 株式会社ピコサーム PicoTherm Corporation  
産総研技術移転ベンチャー
- 本社 茨城県つくば市千現二丁目1番6号
- 事業 薄膜熱物性測定装置の開発・製造・販売  
熱物性に関する受託計測・分析
- 創業 2008年5月
- 資本金 800万円
- 従業員 4人
- 組織 代表取締役社長 石川 佳寿子  
取締役 上野 正俊  
監査役 田口 哲也

# 薄膜の熱物性測定の必要性

結晶構造や結晶欠陥・不純物原子の混入などにより、  
薄膜の熱物性値は同一物質のバルクの熱物性値と異なる。



熱物性値は、  
シミュレーションに  
必須の基礎データ



- 素早い測定 & 正確なデータは、
- ・ デバイスの熱マネジメントを効率化！
  - ・ 正確な温度予測が可能に！
  - ・ 製品開発の競争力アップ！

# 薄膜には速い測定が必要

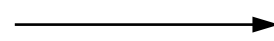
熱拡散時間

$$\tau = \frac{d^2}{\alpha}$$

膜厚

熱拡散率

Bulk materials, 1mm  
Laser flash method



10ms-10s 放射温度計にて測定  
(レーザフラッシュ法)

Thin films, 1 $\mu$ m  
Nanosecond TR method



10ns-10 $\mu$ s

測定可能？

Thin films, 100nm  
Picosecond TR method



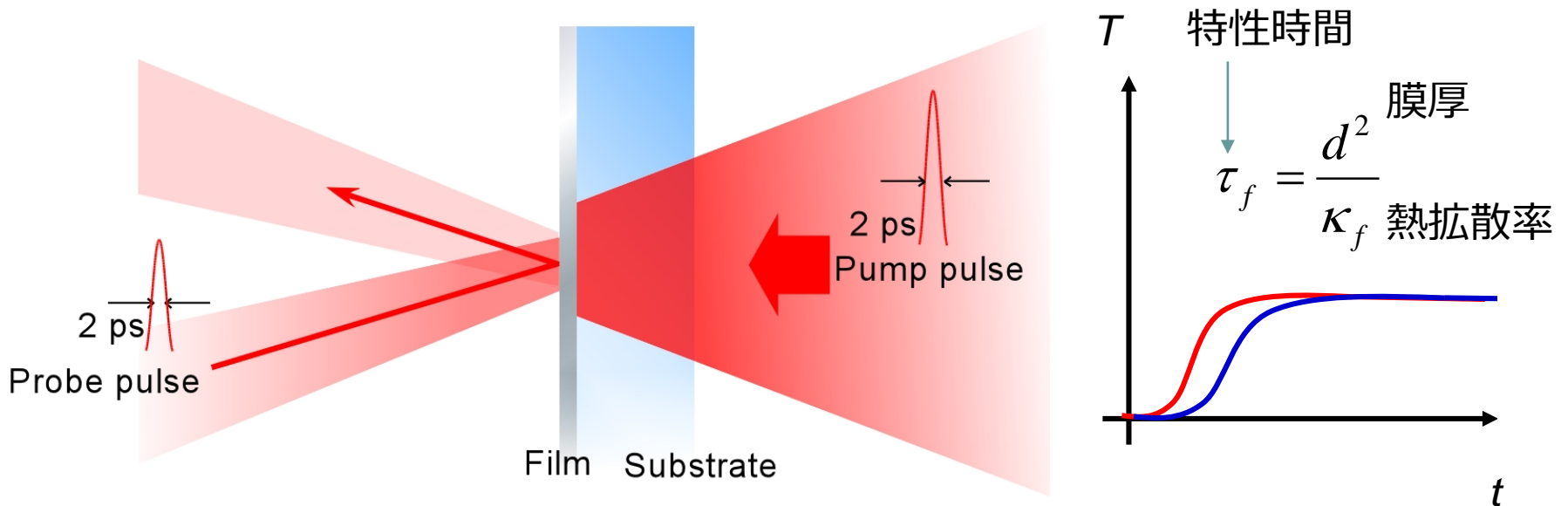
100ps-100ns



パルス光加熱サーモリフレクタンス法により測定可能に

熱拡散時間は膜厚の2乗に比例するので、厚さ100nmの薄膜の熱拡散時間は厚さ1mmの試料の1億分の1となり、それに伴う温度変化を観測するためには10ps程度の時間分解能での高速加熱・高速測温が不可欠となります。

# パルス光加熱サーモリフレクタンス法



パルス光加熱サーモリフレクタンス法は、基板上に形成された薄膜試料をパルスレーザーで瞬間的に加熱し、薄膜内部への熱拡散による表面温度の低下速度あるいは裏面温度の上昇速度を測定することにより、薄膜の膜厚方向の熱拡散率を求める計測技術です。

# 薄膜熱物性測定装置

モデル名称：薄膜熱物性測定装置

NanoTR – ナノ秒サーモリフレクタンス法

PicoTR – ピコ秒サーモリフレクタンス法

測定項目：熱拡散率、熱浸透率、熱伝導率  
界面熱抵抗

測定対象：金属、セラミック、有機等の薄膜

測定可能膜厚（目安）：

## NanoTR

金属：1 $\mu$ m – 20 $\mu$ m

セラミック：300nm – 5 $\mu$ m

有機：30nm – 2 $\mu$ m etc.

## PicoTR

金属：100nm – 900nm

セラミック：10nm – 300nm

有機：10nm – 100nm etc.

基板：透明、不透明

寸法 10 $\times$ 10 – 15 $\times$ 15 mm

厚さ 1mm程度

NanoTR



# 技術の特長



## パルス光加熱サーモリフレクタンス法による超高速測温

PicoTRはピコ秒パルス光により、NanoTRはナノ秒パルス光により薄膜の片側を瞬間的に加熱し、誘起される超高速の温度応答をサーモリフレクタンス法により最速1ps（PicoTRの場合）の時間分解能で測定できる世界初の計測装置です。

## 薄膜の熱物性値を測定

薄膜の熱拡散率、熱浸透率、熱伝導率および多層膜の薄膜間の界面熱抵抗を測定できます。信頼性の高い熱物性データを用いることにより電子デバイス等の熱設計の定量性が飛躍的に向上します。

## 任意の基板上の薄膜を測定可能

裏面加熱／表面測温（RF）方式と表面加熱／表面測温（FF）方式、2方向のサーモリフレクタンス法をワンクリックで切り替えられるので、基板の種類に応じた最適な方式により薄膜の熱物性を測定することができます。

## 国家標準へのトレーサビリティ

測定の信頼性は産業技術総合研究所が国家標準として供給している熱拡散時間標準薄膜（RM1301-a）により検証されています。※装置販売時に同梱。

## JIS規格の制定

2011年11月にJIS規格が制定

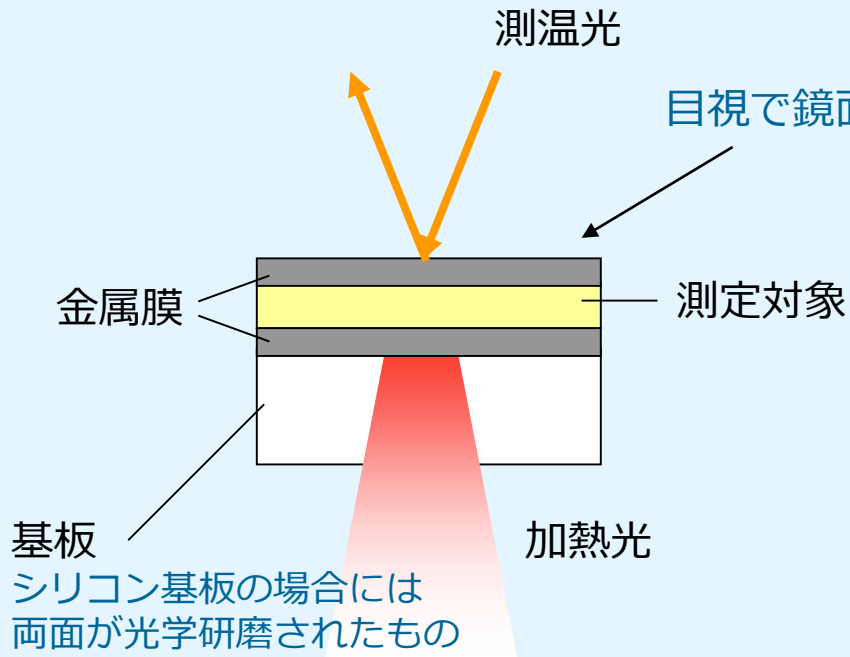
JIS R 1689 ファインセラミックス薄膜の熱拡散率の測定方法

JIS R 1690 ファインセラミックス薄膜と金属薄膜との界面熱抵抗の測定方法

# 測定方法

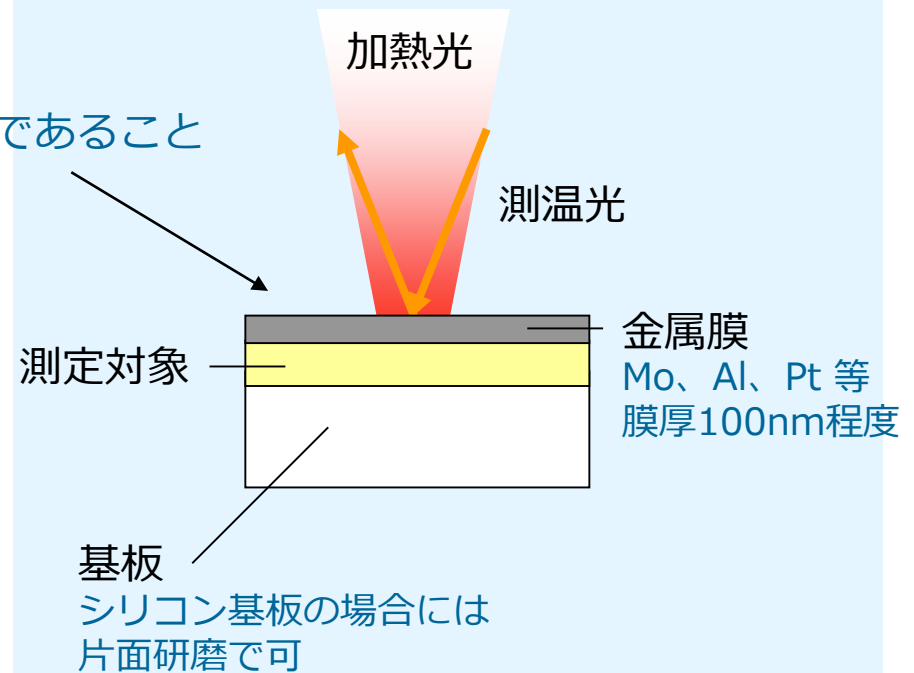
## 裏面加熱／表面測温 (RF)

測定対象薄膜の膜厚 10nm~10 $\mu$ m  
膜厚の実測値が必要



## 表面加熱／表面測温 (FF)

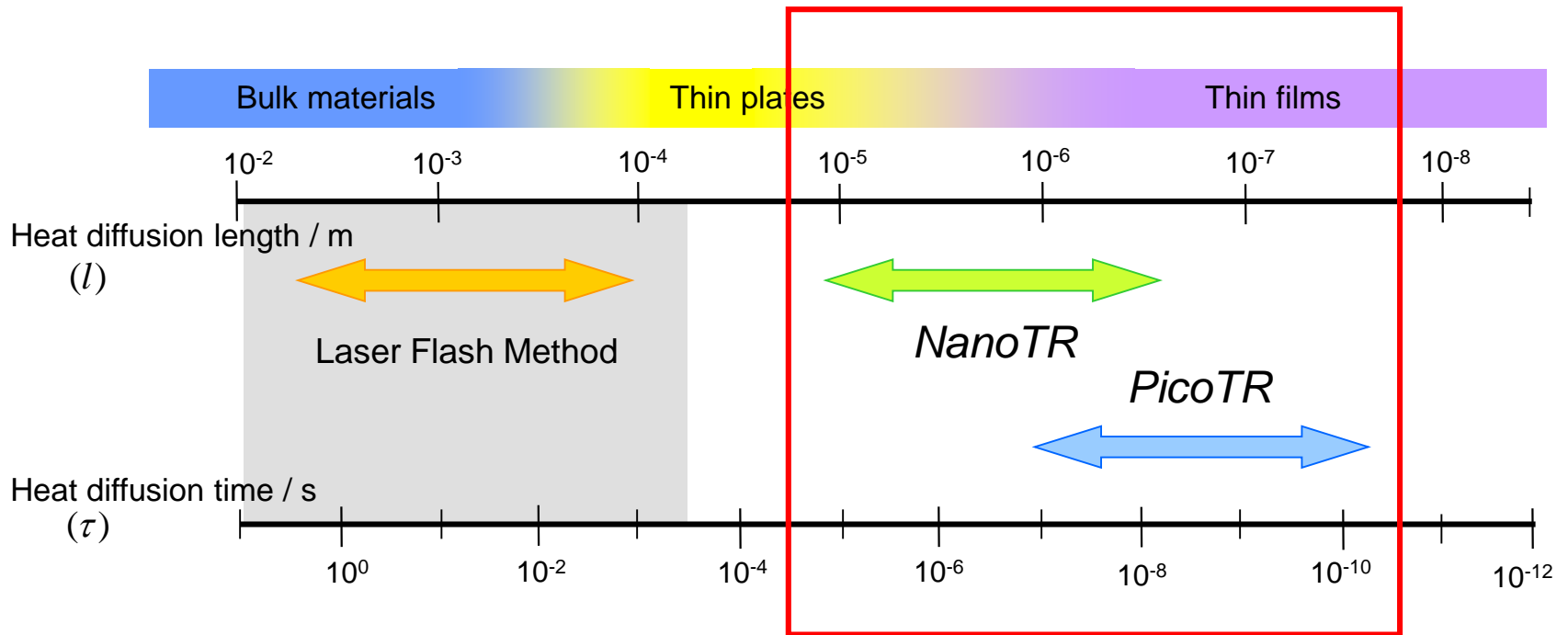
測定対象薄膜の膜厚 100nm~





# 測定範囲

パルス光加熱サーモリフレクタンス法は、バルク材料の熱拡散率に用いられるレーザフラッシュ法と同一の幾何学配置をとっています。



# 世界で広く使われる技術へ

薄膜熱物性測定のスタндартとして、  
世界で広く使われる装置として、  
社会に貢献する技術を目指していきます。

