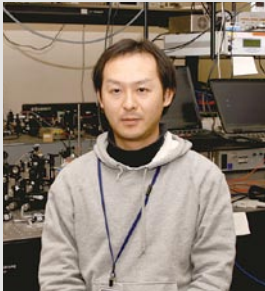


# 薄膜の熱拡散時間標準の開発と供給

## 薄膜の熱物性測定信頼性向上に貢献



八木 貴志

やぎ たかし

t-yagi@aist.go.jp

計測標準研究部門  
物性統計科 熱物性標準研究室  
研究員  
(つくばセンター)

薄膜や微小領域の熱物性測定技術と標準の開発に携わっています。日々ニーズの探索をしていますので、お気軽にお声をかけていただければと思います。標準に関する情報は固体熱物性クラブにお問い合わせください。

### 関連情報：

● 共同研究者

竹歳 尚之（産総研）

● 参考文献

1) 産総研 TODAY Vol.3 No.11 p.13 (竹歳尚之)

● 参考 URL

計測標準研究部門物性統計科熱物性標準研究室：[http://www.nmij.jp/~mprop-stats/thermophys/homepage/index\\_j.htm](http://www.nmij.jp/~mprop-stats/thermophys/homepage/index_j.htm)

固体熱物性クラブ：<http://www.nmij.jp/~nmijclub/index.html#netsu>

● 注釈

[1] 熱拡散時間：ある距離を熱が拡散するために必要な時間。熱拡散率とは反比例の関係にあります。

[2] 1パルスあたりの温度上昇は、0.1～1 Kと見積もられます。

### 開発の背景

薄膜は、半導体素子（CPU）や光ディスク、相変化メモリなど身近なデバイスの中に数多く使われている材料です。より速く、より高密度へと性能向上が進んだデバイスでは、熱マネジメントが素子の信頼性を左右する重要な要素になっています。そこで、薄膜の熱物性測定の信頼性を確保するための標準が望まれていました。

産総研では、これまでに厚さ100 nm前後の薄膜の熱拡散率を測定する技術を開発しており<sup>1)</sup>、この技術を用いて熱拡散率を求めるための基礎となる熱拡散時間<sup>[1]</sup>の標準供給（依頼試験）を行っています。今回、実用測定装置の普及に合わせて、校正対象を1 μm程度の厚さの薄膜まで拡張した高速パルス加熱サーモリフレクタンス法を開発しました。

### 高速パルス加熱サーモリフレクタンス法の開発

図1は高速パルス加熱サーモリフレクタンス法装置の写真と原理図です。薄膜の片面を1 ns (10<sup>-9</sup>秒) 以下のレーザパルス光で瞬間的に加熱すると、熱は薄膜の反対側へと拡散していき、最後に膜厚方向の温度が均一になります。高速

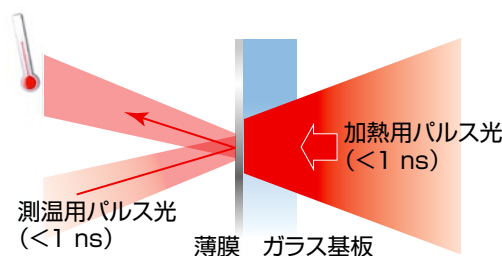
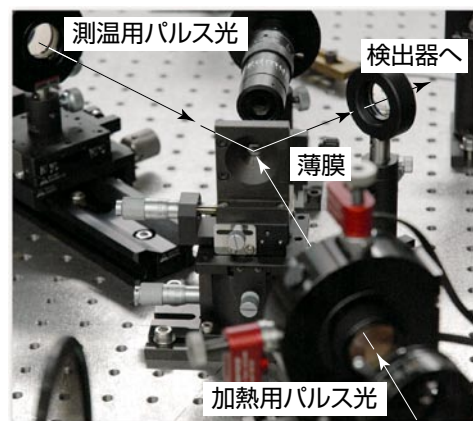


図1 高速パルス加熱サーモリフレクタンス法装置と原理図

パルス加熱サーモリフレクタンス法は、薄膜中を熱が拡散する様子を観察します。厚さ1 μm前後の薄膜では、熱拡散は数100 ns程度のごく短い時間の現象です。そのため、温度変化の計測に薄膜の反射率が温度によって変化する「サーモリフレクタンス」現象を用います。

図2は実際に測定された厚さ700 nmの窒化チタン（TiN）薄膜の温度曲線であり、パルス加熱後から時間とともに温度が上昇する様子を示しています。この温度曲線を熱拡散方程式に基づいて解析し、薄膜の熱拡散時間を決定します。

標準供給（依頼試験）では、試験片の熱拡散時間を決定します。ユーザーは別途測定した膜厚をもとに熱拡散率が得られます。この試験片を用いることで、ユーザーは計測装置が正しく稼働しているかを判断でき、装置の信頼性を確保できるようになりました。この依頼試験は2008年度からサービスを開始します。

### 今後の展開

薄膜の熱物性に関する日本の標準は国際的に見ても開発が進んでおり、日本の先端分野における産業競争力を高めるために貢献できると期待されています。現在は、より校正の利便性を高めるために、熱拡散率が値付けられた標準物質の開発も進めています。

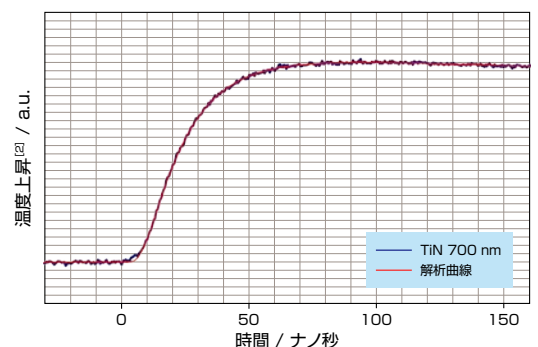


図2 窒化チタン薄膜（厚さ 700 nm）の温度履歴曲線