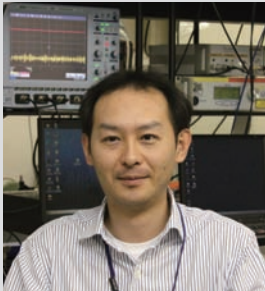


## 薄膜の熱拡散率を測定する新しい実用器を開発 薄膜の熱物性を誰でも手軽に測定できる



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)

薄膜の熱拡散率標準を担当し、計測技術の高度化や薄膜の標準物質の開発に従事しています。今回の実用器は、標準開発を進める中でひらめいたアイデアを実現しました。今後は、実用器と標準とのトレーサビリティを確立していきたいと考えています。

### 関連情報：

- 共同研究者

Firoz Shakhawat、竹歳 尚之、馬場 哲也 (産総研)

- 参考文献

[1] 竹歳 尚之：産総研 TODAY, 3(11),13(2003).

[2] 八木 貴志：産総研 TODAY, 8(5), 31(2008).

- 用語説明

\*サーモフレクタンス現象：物質の反射率が温度により変化する現象。反射率変化の大きさは金属では1 Kあたり1万分の1から10万分の1程度である。

- 特願 2007-235520  
「薄膜熱物性測定装置」

### エレクトロニクス材料の熱物性データの必要性

微細化の進む電子デバイスでは、発熱の制御が性能や寿命を決める重要な課題となっています。そこでは微細化の主役となる薄膜材料について熱伝導率や熱拡散率などの熱物性値の評価が必要となります。これまでの測定装置<sup>[1]</sup>では高価なパルスレーザーやパルス間隔の精密制御機構が用いられており、大きくて取り扱いが難しい上に専門的な知識が必要でした。

### 薄膜の熱拡散率を測定する新しい実用器

今回開発した実用器(図1左)では加熱にパルスレーザーを用いますが、温度検出には一般的な連続光の半導体レーザーを使います。図1右のように、2 nsのパルスレーザー光によって薄膜の裏面を瞬間的に加熱すると、薄膜内を熱が伝わり反対面へと到達します。反対面の反射率はサーモフレクタンス現象\*により変化し、連続光レーザーの反射光のわずかな強度変化として検出されます。薄膜の熱拡散率が大きいほど、また膜が薄いほどこの変化は短時間で起こりますが、高速な応答性能をもつ光検出器によって捉えることができるようになりました。

この結果、装置をコンパクトにかつ測定を簡便化することに成功しました。

図2は、厚さ680 nmの窒化チタン薄膜の測定結果です。横軸の時間0のときにパルス光による加熱が行われます。測定所要時間は1分程度です。産総研では、薄膜の熱拡散時間を校正するための標準薄膜を供給しており、同一サンプルを校正用の標準器<sup>[2]</sup>で測定した結果(青線)も示しました。この装置で得られたデータ(赤線)は標準器と比べても遜色がないことがわかります。図中には熱拡散率の解析例として、バルク材料を対象とするレーザフラッシュ法で一般に用いられるハーフタイム法を適用した結果を示しました。

### 将来の展望

この実用器により、誰でも簡単に薄膜の熱物性測定を行えるようになります。産総研では薄膜の熱拡散に関する標準供給も行っており、将来は実用器と標準および標準化を組み合わせることで、より信頼性の高いSIトレーサブルな測定体系を実現したいと考えています。

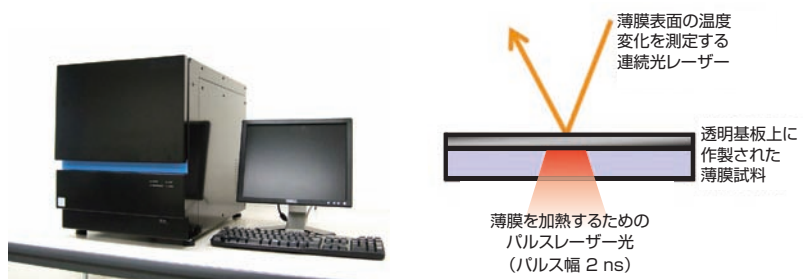


図1 薄膜の熱拡散率を測定する実用器の外観(左)と測定の概略図(右)

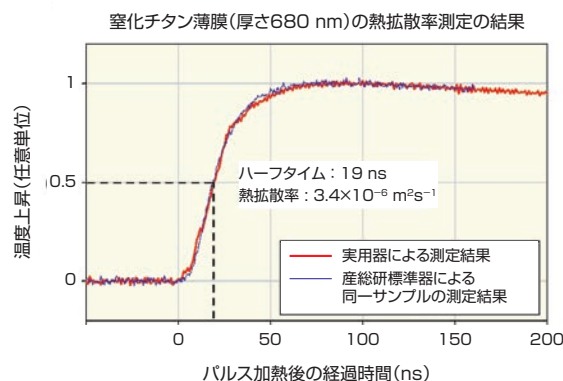


図2 実用器で測定した窒化チタン薄膜(膜厚680 nm)の測定結果(赤線)パルス幅2 nsのレーザーで薄膜面を加熱し、反対面の温度が上昇する様子