

ピコ秒サーモリフレクタンス法によるナノ構造タングステンの熱拡散率計測  
**Measurement of thermal diffusivity of nanostructured tungsten  
 by picosecond pulsed light heating thermoreflectance method**

梶田信<sup>1</sup>, 八木貴志<sup>2</sup>, 小林謙一<sup>2</sup>, 時谷政行<sup>3</sup>, 大野哲靖<sup>4</sup>  
 Shin Kajita<sup>1</sup>, Takashi Yagi<sup>2</sup>, Kenichi Kobayashi<sup>2</sup>, Masayuki Tokitani<sup>3</sup>, Noriyasu Ohno<sup>4</sup>

名大未来材料<sup>1</sup>, 産総研<sup>2</sup>, 核融合研<sup>3</sup>, 名大院工<sup>4</sup>  
 IMaSS, Nagoya Univ.<sup>1</sup>, AIST<sup>2</sup>, NIFS<sup>3</sup>, Grad. Eng., Nagoya Univ.<sup>4</sup>

ITERやDEMOを含む核融合実験炉においては、ダイバータ板にはタングステン(W)が用いられる予定であるが、W表面にヘリウムプラズマ照射が照射されると繊維状のナノ構造が形成されることが分かっている[1]。ナノ構造が形成された場合、Edge localized mode (ELM)等に伴う間歇的熱負荷により、Wが激しく損耗する可能性があり、その理解と制御には、ナノ構造層の熱特性の理解が重要となる。本研究では、ピコ秒サーモリフレクタンス法[2]を用いてナノ構造Wの熱伝導率の計測を行った。

ガラス基板におよそ1  $\mu\text{m}$ のWの薄膜を形成した試料を、直線型装置NAGDIS-IIにおいてヘリウムプラズマに晒し、ナノ構造W試料を作成した。断面観察の結果から、厚みが $\sim 3.5 \mu\text{m}$ の繊維状のナノ構造W層が形成されていることが分かった。ナノ構造が形成されていない裏面から、加熱用と計測用の二種類のパルスレーザーを照射し、温度変化のロックイン位相信号を得て、その結果と、モデル計算とを比較し、ナノ構造層の熱伝導率を評価した。照射によるバルクWの物性変化の影響を差し引くため、ナノ構造層が存在する領域と、ナノ構造を剥ぎ取った領域の両者の比較から評価を行った。

Figure 1の実線はナノ構造が存在する領域と剥ぎ取った領域におけるロックイン位相信号の時間変化である。両領域で、実験結果に明らかかな差が見て取れる。この差が、ナノ構造層の影響によるものである。Figure 1の点線はモデル計算結果であり、ナノ構造層の相対密度を6.25と12.5%と仮定し計算を行った。この結果、得られた熱拡散率は、相対密度が6.25, 12.5%の時、それぞれ $1.5 \times 10^{-5}$ ,  $4.8 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ と求められたバルクWの熱拡散率は $6.8 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ であるので、ナノ構造Wの熱伝導率はバルクWに比べて極めて減少しており、空孔率を94%と仮定すると、熱伝導率は約2%程度になっていることが明らか

かになった。

今回は、2層を想定したモデリングを行っており、求められた値はナノ構造層全体の実効的熱伝導率といえることができる。実際には、バルク領域とナノ構造領域の間には、密度が徐々に変化する遷移領域があり、表面上の温度計算の場合には、上層部の密度や熱伝導率の影響が重要であり、今後その評価が課題となる。

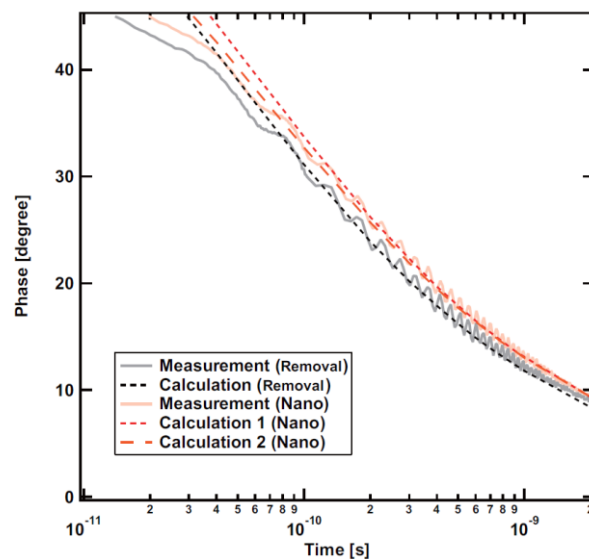


Figure 1: The experimental and calculated lock-in signals of phase for the nanostructure existing and removed regions. Solid lines show the measurement values and the dotted lines are calculated values. For nanostructure existing region, the relative density of the nanostructured region was assumed to be 6.25 and 12.5%.

#### 参考文献

- [1] S. Takamura, *et al.*, Plasma Fusion Res. 1 (2006) 051.
- [2] T. Baba, N. Taketoshi and T. Yagi, Japanese J. Appl. Phys. 50 (2011) 11RA01.
- [3] D. Nishijima, *et al.*, J. Nucl. Mater. 415 (2011) S96.