

ピコ秒超音波法を用いた α 及び β 型タングステンナノ薄膜の 弾性率計測および重水素照射による機械特性の変化

Elastic constants of α and β tungsten nano films studied by picosecond ultrasonics
and their mechanical properties changes by deuterium irradiation

阪大工 [○]長久保 白、(M1)土生 善昭、Lee Heun Tae、上田 良夫、荻 博次

Osaka Univ., Grad. school of Eng., [○]Akira Nagakubo, Yoshiaki Habu, Lee Heun Tae, Yoshio Ueda,
and Hirotsugu Ogi

E-mail: nagakubo@prec.eng.osaka-u.ac.jp

タングステン薄膜は様々な分野で用いられている。X 線リソグラフィ^[1]や軟 X 線用のミラー^[2]のほか、スピン流生成源^[3,4]としてスピントロニクスにおいても重要な材料であり、音響分野においてもその大きな音響インピーダンスは重要である。また強度や熱耐性が高いことは機械的用途においても重要な役割を担い、磁場閉じ込め型核融合炉内の保護材料としても利用されている。つまりタングステン薄膜の構造や機械特性はその応用上、様々な分野にわたって重要な役割を担っている。

しかしタングstenは薄膜化することで通常バルク体と同じ α 型(bcc 構造)ではなく、成膜条件によって β 型(A15)構造を取ることがある^[5]。しかし β 型タングstenの機械特性は実験的に詳細な調査がなされたことはなく、成膜条件が α 型タングstenナノ薄膜の音速・弾性率に及ぼす影響についても調査する必要がある。

そこで本研究では異なる成膜条件でタングstenナノ薄膜を作製し、その構造及び弾性率を X 線構造解析とピコ秒超音波法を用いて計測した。更に核融合炉内でタングstenの熱伝導率及び機械特性にどのような変化が生じるのか評価するために、作製したタングsten薄膜に重水素を照射しピコ秒超音波法により計測を行った。

計測の結果、 α 型または β 型単相タングsten薄膜の弾性率はバルクの報告値や第一原理計算の結果とよく一致した。しかしこれらの混相薄膜の弾性率や密度は急激に減少し、成膜条件によってタングsten薄膜の構造や機械特性は大きく変化することが分かった。更に重水素を照射すると音響減衰率が大きくなり熱特性にも明らかな変化を確認した。これらの結果は今後のタングsten薄膜の応用や、イオン照射による特性変化を定量的に評価する研究に貢献する。

参考文献：

- [1] M. Itoh, M. Hori, and S. Nadahara, J. Vac. Sci. Technol. B **9**, 149 (1991).
- [2] T. Salditt, D. Lott, T. H. Metzger, J. Peisl, G. Vignaud, P. Hoghoj, O. Scharpf, P. Hinze, and R. Lauer, Phys. Rev. B **54**, 5860 (1996).
- [3] C. F. Pai, L. Liu, Y. Li, H. W. Tseng, D. C. Ralph, and R. A. Buhrman, Appl. Phys. Lett. **101**, 122404 (2012).
- [4] K. U. Demasius, T. Phung, W. Zhang, B. P. Hughes, S. H. Yang, A. Kellock, W. Han, A. Pushp, and S. S. P. Parkin, Nat. Commun. **7**, 10644 (2016).
- [5] K. Salamon, O. Milat, N. Radic, P. Dubcek, M. Jercinovic, and S. Bernstorff, J. Phys. D **46**, 095304 (2013).