

希土類元素多価イオンの分光モデル構築と極端紫外スペクトル解析
Development of spectroscopic modeling for rare-earth highly charged ions and extreme ultraviolet spectra analysis

村上泉^{1,2}、鈴木千尋¹、田村直樹¹、須藤滋³、小池文博⁴
 MURAKAMI Izumi^{1,2}, SUZUKI Chihiro¹, TAMURA Naoki¹, SUDO Shigeru³, KOIKE Fumihiko⁴

¹核融合研、²総研大、³中部大、⁴上智大
¹NIFS, ²SOKENDAI, ³Chubu Univ., ⁴Sofia Univ.

半導体リソグラフィ用極端紫外(EUV)光源の開発が15年ほど前より行われ、錫からの発光を13.5nmの光源として実用化を目指した開発が進められている[1]。それに続く次々世代EUV光源を6.x nmで開発するため、希土類の発光スペクトルに関する研究がここ数年進んできた[2]。

我々はレーザー内蔵ペレット (TESPEL) を使って希土類元素をLHDプラズマへ入射し、希土類からの多価イオンスペクトルを多く取得してきた[3]。入射した元素による放射パワーにより、プラズマは中心の電子温度が大きく下がった中空状の構造になり、その際、電子温度が低い領域から狭帯域化した発光構造が観測された。NBI加熱により中心部の温度が回復すると発光構造も変化し、分散化した発光線が観測された。

LHD実験で得られたスペクトルを解析するため、Hullac原子コード[4]を使って原子データを整備し、希土類多価イオンの衝突輻射モデルの構築を進めている。今回、ツリウム(Z=69)およびイッテルビウム(Z=70)を中心に、衝突輻射モデルを構築し、EUVスペクトルの計算を行った。特に、高温時の計測スペクトルとモデル計算のスペクトルを比較した。図1にツリウム、図2にイッテルビウムの計測スペクトル(上図)、各イオンのスペクトル(中)、合成スペクトルを示す。計測された分散的な発光線を衝突輻射モデルで再現することができた。発表では詳細な解析を報告する。

References

- [1] V. Bakshi ed., EUV Sources for Lithography (Bellingham, SPIE Press, 2006).
 [2] G. O'Sullivan and R. Faulkner, Opt. Eng. 33, 3978 (1994)
 [3] C. Suzuki et al., J. Phys. B 45, 135002 (2012)
 [4] A. Bar-Shalom et al., J. Quant. Spectr. Rad. Transfer 71, 169 (2001).

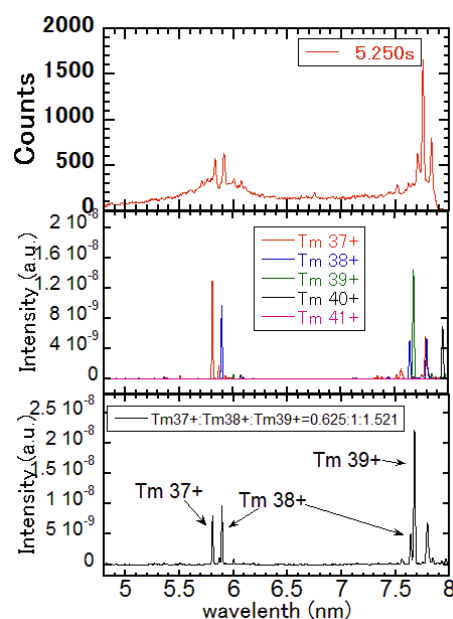


Figure 1. EUV spectra of Tm ions from LHD measurements (top), calculations for each ion (middle), and synthesized with assumed ion abundance (bottom).

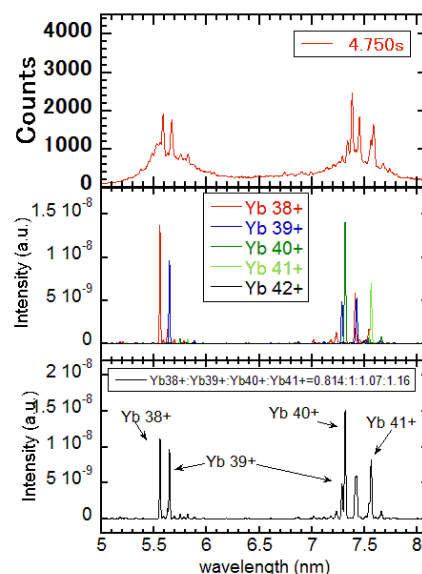


Figure 2. EUV spectra of Yb ions from LHD measurements (top), calculations for each ion (middle), and synthesized with assumed ion abundance (bottom).