

放電プラズマによるレーザー分光分析システムの開発

Development of laser spectroscopic system using discharge plasma

*石川 大裕¹, 鄭 京勲², 山元祐太¹, 長谷川秀一¹

¹東大院工, ²日本原子力研究開発機構

東京電力福島第一原子力発電所の事故により発生した放射性廃棄物を分析するために、高電圧印加による放電プラズマとレーザーを用いた分光分析システムの開発を行っている。今回は、レーザー光源として青色発振が可能な外部共振型半導体レーザーの製作及びそれを用いた吸収信号の報告を行う。

キーワード: 半導体レーザー, 放電プラズマ, 金属

直流高電圧印加により発生した放電プラズマは励起断面積及び電子密度には依存するものの、電子衝突により原子を様々なエネルギー準位へ励起する。これにより励起準位間の光遷移を達成することが可能であるほか、放電電極近傍はシースにより電位差が大きく変化的ことからイオンが加速を受けて電極へ衝突する。このイオン衝突を起点としてスパッタリングが起こる。これは放電プラズマ特有の利点であり、硬い試料や溶解しにくい試料などを比較的純粋な原子の状態でも供給可能であり、この技術は半導体製造や薄膜製造において汎用的に用いられている我々はスパッタリングを利用して金属元素の蒸気化及び分析を目指している。

ここでは、ウランの吸収遷移[1]に波長的に近い遷移をもつ金属トリウム[2]を例に取り上げて吸収実験を行う。トリウムは、重元素であるため、青色領域に遷移を多くもつほかアクチノイドと同様に f ブロック元素であり、さらにトリウムレーザーに応用されるなどその光学的性質が比較的よく知られている。具体的には、 $Tm(I)$ (遷移: $4f^{13}(^2F)6s^2\ ^2F \rightarrow 4f^{13}(^2F^{\circ}_{7/2})6s\ 6p(^1P^{\circ}_1)$)の 409.42 nm の遷移を用いる。

秋の大会で報告したプラズマセル放電特性の再評価を行ったほか、セルの改造を行った。さらに青色発振が可能な半導体レーザー(日亜化学工業、NDV4316)を採用して回折格子を用いた Littrow 型外部共振型半導体レーザー(ECDL)の製作及びその評価を行った。この結果 31.2 mA が発振閾値であり、レーザー吸収測定を行うには十分な出力であり最大パワーとして 60 mW の出力が得られたこと、さらにはシングルモード発振をしていることも確認した。今回は製作した ECDL を用いて固体試料として金属トリウムの吸収測定を目指しており、詳細は発表にて報告する。



図1 改造したプラズマセル



図2 製作したECDL本体

参考文献

[1] C. Wang et al., Appl. Spectrom. **9**, 1167-1172(2003)

[2] NIST Atomic Spectra Database

*Daisuke Ishikawa¹, Jung Kyunhun², Yuta Yamamoto¹ and Shuichi Hasegawa¹

¹ Univ. of Tokyo, ²JAEA