29aP75

磁化プラズマガンを用いた ELM 様パルスプラズマ照射における プラズマ・蒸気混合層の発光分光計測

Optical emission spectroscopy of plasma-vapor mixed layer produced by plasma-gun generated ELM-like pulsed plasma irradiation

中根 優人,菊池 祐介,伊庭野 健造¹,上田 良夫¹,福本 直之,永田 正義 NAKANE Masato, KIKUCHI Yusuke, IBANO Kenzo¹, UEDA Yoshio¹, FUKUMOTO Naoyuki, NAGATA Masayoshi

兵庫県立大学 大学院 工学研究科, 大阪大学 大学院 工学研究科¹ Grad. Sch. of Eng., Univ. of Hyogo, Grad. Sch. of Eng., Osaka Univ.¹

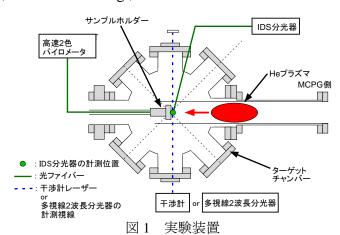
1. 背景・目的

磁場閉じ込め核融合炉では、周辺局在化モード (Edge Localized Mode: ELM) やディスラプションに起因するパルス熱負荷にプラズマ対向材料が曝されると、材料溶融・蒸発が発生する危険性がある。その際、材料近傍には、固相、液相、蒸気相、プラズマ相が狭い領域にて発現する重相構造プラズマが形成されるが、その物理過程は未解明な点が多い。特にプラズマ熱負荷の一部が蒸気相との相互作用により緩和される現象(蒸気遮蔽効果と呼ばれる)は、プラズマ対向機器の寿命に大きな影響を与えると考えられる。ITERでは、第一壁にベリリウム(Be)、ダイバータにタングステン(W)が用いられるため、それらの材料における基礎研究が求められている。

我々は兵庫県立大学の磁化同軸プラズマガン(Magnetized Coaxial Plasma Gun: MCPG)を用いてパルス熱負荷模擬実験を行っており、特に重相構造プラズマ形成過程について調査している[1]。本研究では、Beより融点が低いものの蒸気圧の近いアルミニウム(Al)の薄膜をW薄板上に堆積させた試料を作製し、ELM様へリウム(He)プラズマ照射時の重相構造プラズマ発光分光計測とW背面温度から吸収熱負荷の測定を行った。

2. 実験装置

図1に実験装置図を示す。MCPGの下流部にターゲットチャンバーを設置し、照射試料および各種計測器を配置した。照射試料として、厚さ50 μmのW薄板に大阪大学のマグネトロンスパッタリング装置を用いて厚さ3 μmのAl膜を蒸着したものを用いた。光ファイバーアレイと2台のモノクロメータを用いて、多視線・2波長同時計測可能な分光計測システムを構築し、Heパルスプラズマの発光(He I、He II)とAl原子発光(Al I)を計測した。さらに、高速2色パイロメータ[2]を用いてW背面温度を計測することで、重相構造プラズマを介して材料へ到達する熱負荷を評価した。



0.6

O.5

He I (706.70 nm)
He II (468.58 nm)
Al I (394.40 nm)

0.3

0.2

0.1

0 50 100 150 200 250 300

Time (μs)

図2 発光スペクトル強度の時間発展

3. 実験結果

図2に試料表面から5 mm上流側へ離れた位置における発光分光計測結果を示す。He IIが立ち上がってすぐの時間帯 ($t=50~\mu s$) では,Al Iは観測されず, $t=80~\mu s$ から急激にAl Iが上昇している。Al 表面温度上昇に必要な時間があること,入射されるHeプラズマの圧力の時間変化により,Al蒸発粒子束が変化していることが考えられる。ポスター発表では,Al-W試料背面温度計測結果から,材料に吸収される熱負荷についても議論する。

- [1] Y. Kikuchi *et al.*, Physica Scripta, Vol. T167, 014065 (2016).
- [2] I. Sakuma, Y. Kikuchi *et al.*, Plasma Fusion Res Vol. 10, 1205089 (2015).