

慣性炉チェンバーの壁挙動：3. 低密度プラズマ交差現象に関する研究

IFE Reactor Chamber Dynamics: 3. Interaction of Low Density Plasma Induced by Laser Ablation

彭明超¹⁾、簗内俊毅¹⁾、河野卓也¹⁾、廣岡慶彦²⁾、田中和夫¹⁾Mingchao PENG¹⁾, Toshinori YABUCHI¹⁾, Takuya KONO¹⁾, Yoshi HIROOKA²⁾, Kazuo A. TANAKA¹⁾¹⁾阪大院工、²⁾核融合研¹⁾Osaka Univ., ²⁾NIFS

背景・目的

慣性核融合炉において、炉中心で起こる核融合反応により放出されたX線、 α 粒子等がマイクロ秒のパルス幅で $\sim 10^9$ W/cm²[1]の強度で第一壁に飛来する。このような高い熱負荷によって炉壁材料がアブレーションされると、核融合炉の安定性および性能に大きな影響を及ぼすと考えられる。一方で、核融合反応生成物や燃料デブリ等は、X線などによってアブレーションされた壁表面にできるプラズマと相互作用することで、炉壁へ到達する前に運動エネルギーを失い、遮蔽される可能性がある。これをプラズマシールド効果と呼び、炉壁損耗の低減が期待される。本研究では、炉壁候補材料プラズマの交差実験を行い、プラズマシールド効果を実験的に示すこととする。

実験

プラズマシールド効果を交差ブルーム法 [2] により調べた。この方法では、炉壁を模擬する2つの湾曲ターゲット（曲率半径 13.5 mm）に高強度の繰り返しレーザーパルス（10 Hz、6 ns）を照射し、アブレーションプラズマを生成させた。一方のアブレーションプラズマブルームの進行方向に膜厚計を設置した。図1（a）に示すように膜厚計に向かって噴き出すプラズマを入射プラズマと呼び、核融合炉内で炉壁へ飛来する粒子と見なす。X線などによる炉壁のアブレーションプラズマを図中に示した障壁プラズマで模擬し、プラズマシールド効果を調べた。ここで、設置した膜厚計の配置は図1（b）に示す通りであるため、レーザー光のターゲット照射の障害とならない。障壁プラズマが無い場合に比べて、障壁プラズマが有る場合に入射プラズマの蒸着速度が低下する割合をシールド率と定める。実験では、プラズマ材料とレーザーエネルギーフルエンスを変化させてシールド率の変化を計測した。

結果

図2はカーボンを入射プラズマとし、タングステンを障壁プラズマとした場合の実験で得られたシールド率である。障壁プラズマがある場合には、障壁プラズマがない場合に比べて膜厚計に到達する粒子数が最大30%低下することが分かった。本講演ではシールド率のプラズマ材料及びレーザー照射条件依存性について、実験結果の詳細を報告する。

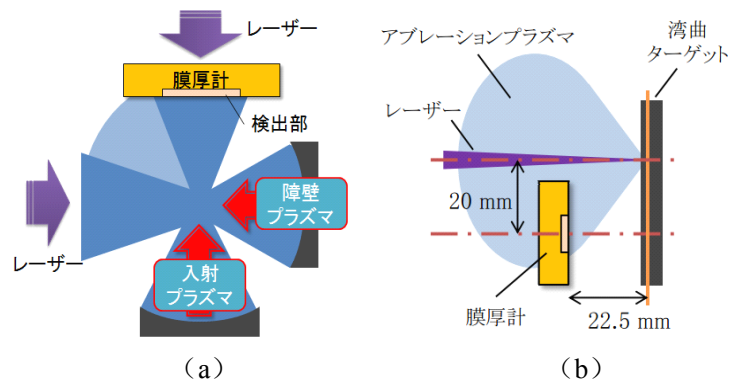


図1. 実験セットアップ

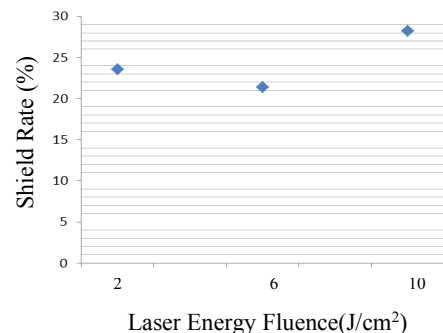


図2. Wを障壁プラズマとしたCのシールド率

References

- [1] H. Furukawa, Y. Kozaki, K. Yamamoto, et al. Fusion Eng. & Des. **73** (2005) 95
- [2] Y. Hirooka et al. J. Phys. Conf. Ser. **244** (2010) 032033