

電子照射および水素プラズマ暴露による低仕事関数材料表面の活性化

Activation of low work function material surfaces by electron irradiation and hydrogen plasma exposure

井上晋作¹⁾, 井ノ口雄矢¹⁾, 笹尾真実子²⁾, 和田元²⁾, Gilles Cartry³⁾, Om Raval³⁾, 中野治久⁴⁾
Shinsaku Inoue¹⁾, Yuya Inokuchi¹⁾, Mamiko Sasao²⁾, Motoi Wada²⁾, Gilles Cartry³⁾,
Om Raval³⁾, Haruhisa Nakano⁴⁾

¹⁾同志社大・院理工, ²⁾同志社大・研究開発推進機構, ³⁾Aix-Marseille Univ, ⁴⁾核融合研

¹⁾Grad. Sch. Sci. Eng. Doshisha Univ. ²⁾Org. R&D. Doshisha Univ. ³⁾Aix-Marseille Univ. ⁴⁾NIFS

1. 序論

負イオン源は、負重水素(D⁻)イオン電流を増強するために Cs を注入して LHD 重水素プラズマを加熱するために使用されてきた。しかし、原型炉段階で N-NBI 装置を安定に運転するためには、イオン源に Cs が蓄積することが核融合炉の寿命を縮める潜在的な問題となる。Cs フリー運転に適したプラズマグリッド(PG)材料が提案されており、われわれは C12A7 エレクトライド PG の研究を行ってきた。エレクトライドの欠点である、表面の仕事関数の不安定さを克服するため、水素プラズマ暴露と電子照射によるエレクトライドの表面状態の改善を試みた。

2. 実験装置

C12A7 PG の最適動作条件を求めるために Aix-Marseille 大学と共同研究を行った。仕事関数を測定するため、白色光源をモノクロメータによって分光し、200 nm から 600 nm まで波長を変化させ、光電子電流を測定した。D₂ プラズマは周波数 13.56MHz の RF 放電によって形成される。

3. 実験結果

エレクトライドの低仕事関数表面状態の劣化要因として、エレクトライドのケージ内部にある電子が水素プラズマを用いた実験を通し、水素負イオンに置換されてしまい、エレクトライド本来の構造ではなくなることによる仕事関数の低下が考えられる。この問題を改善する解決策として、電子照射による電子への再置換がある。具体的な方法として、エレクトライドに 10~20 V の正バイアスをかけることにより再置換を試みた。さらには材料を 300℃に加熱し、温度による比較、バイアスを正負に変化させたときの比較も行った。結果として 300℃に加熱したときは仕事関数が 4.0eV 以上まで上昇するが、温度が下がるにつれ低下すること

が確認された。また、それぞれの PG バイアスでの仕事関数を比較すると、浮遊電位である 6V の場合が最も仕事関数が低いという結果となった。(Fig.1) このことから、浮遊電位での重水素放電が最も有効であると考えられる。実際に浮遊電位での重水素放電後、仕事関数が大きく改善された。(Fig.2) またアルゴンスパッタリングを行うことで 4 eV ほどであった仕事関数を 3 eV 程度まで低下させ、その後の電子照射により 2.4 eV まで低下させることが可能であることも確認した。この結果をもとに、D⁻イオン測定との比較を踏まえ、エレクトライド材料の運転最適化の検討を進める。

助言を頂いた細野秀雄先生とエレクトライド試料を提供頂いた(株)AGC に感謝いたします。

参考文献

[1] M. Sasao *et al.*, *J. Phys. Conf. Ser.* **2743**, 012028 (2024).

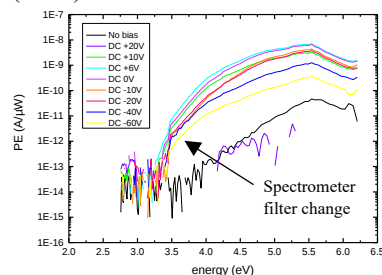


Fig. 1 Dependence of photoelectron spectrum on PG bias under electronic irradiation.

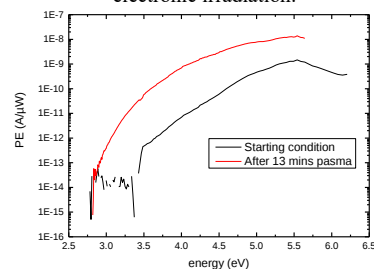


Fig. 2 Photoelectron spectrum on 6 V bias under hydrogen plasma exposure.