

水素プラズマ中 $C_{12}A_7$ エレクトライド表面からの H^- 放出

Emission of H^- Ions from $C_{12}A_7$ Electride Surface Immersed in Hydrogen Plasma

同志社大院理工¹, 同志社大研開², 核融合研³

和田元¹, 江口貴之¹, 笹尾真実子², 木崎雅志³, 中野治久³, 津守克嘉³

Grad. Sch. Sci. Eng. Doshisha Univ.¹, R&D Doshisha Univ.², National Inst. Fusion Sci.³

M. Wada,¹ T. Eguchi,¹ M. Sasao,² M. Kasaki,³ H. Nakano, K. Tsumori

E-mail: mwada@mail.doshisha.ac.jp

1. 背景

核融合プラズマ加熱用水素負イオン(H^-)源ではプラズマグリッド(PG)表面の仕事関数を低下させるためにCsが用いられ, ITERに要求される性能が達成されつつある. これまでの研究開発により, 信頼性の高いイオン源運転が実現されると期待されるが, Csを必要としないPGが実現されれば, システムの高信頼化に繋がるものと期待される. そこで我々は, 機械加工性に優れ, 低仕事関数を示す $C_{12}A_7(12CaO \cdot 7Al_2O_3)$ エレクトライドに着目し, その表面で H^- が生成されることを実験的に確認した¹. 本報告では二体衝突モデルを用いて低エネルギー水素イオン入射時の放出 H^- のエネルギー分布関数を計算した結果について述べる.

2. 計算モデル

エレクトライド表面の構造として, Fig. 1に示すような球状の構造の中心に電子が存在し, これが水素と置き換わる状態を想定した. (Fig. 1中の円中心部に2個の水素原子を置く.) この構造にプラズマから陽子が垂直入射し, 粒子放出が生じる. 二体衝突モデル ACAT(Atomic Collision in Amorphous Target)コード²を用いて H^- が表面から放出される際のポテンシャルバリアを考慮に入れ, 最終的なエネルギー分布を計算した. ACAT計算においてはターゲットの詳細構造は無視されるが, ターゲット中にはケージ内に捕獲できる水素がエレクトライド表面層の深い部分にまで均一に存在するものと

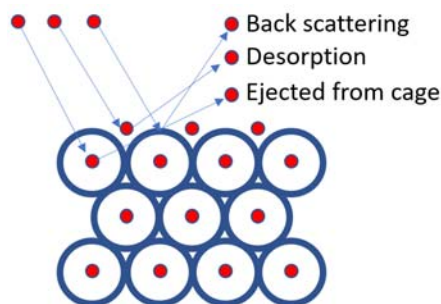


Fig. 1. A schematic diagram showing the three components of H^- ions formed at $C_{12}A_7$ electride surface

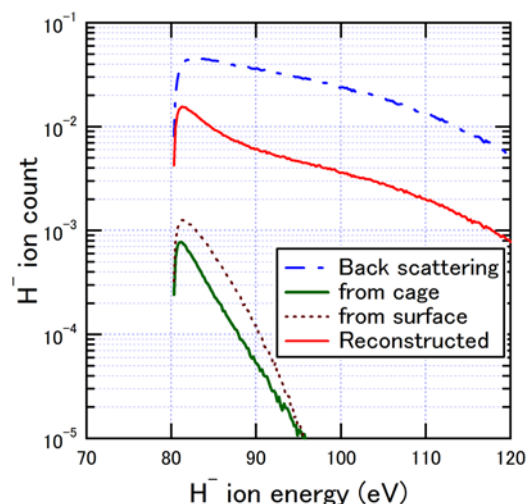


Fig. 2. A result showing energy spectrum of H^- ions produced from $C_{12}A_7$ electride surface biased -80 V with respect to hydrogen plasma.

仮定した. また, 表面層には0.2 単原子層程度の水素吸着があると仮定した.

3. 結果

Fig. 2に実験結果¹と比較できる条件で計算を行ったエネルギースペクトルの結果を示す. 図中反射成分については(図中一点鎖線)角度分布について積分された値が表示されており, 計算結果を実測結果と比較するには観測立体角の効果を補正する必要がある. 反射成分に対しては角度分布の補正を行い, 表面脱離成分については全てが観測立体角に入るものと仮定してエネルギー分布を計算した. 結果は実験的に観測された低エネルギー成分でのピークを良く再現しており, 用いた条件で実際のPG設計が可能であることを示唆している.

References

1. M. Sasao *et al.*, Appl. Phys. Express, **11**, 066201 (2018).
2. Y. Yamamura, Nucl. Instrum. Methods B 2, 627, (1984).
3. M. Wada *et al.*, Rev. Sci. Instrum, **85**, 02B114, (2014).