

# タングステン中の水素同位体交換

## Hydrogen isotope exchange in Tungsten

\*Lee Heun Tae<sup>1</sup>, Bauer Johannes<sup>2</sup>, Schwarz-Selinger Thomas<sup>2</sup>, 上田 良夫<sup>1</sup>

<sup>1</sup>大阪大学大学院工学研究科 <sup>2</sup>マックス・プランクプラズマ物理研究所

タングステン中の水素同位体蓄積量や放出ダイナミクスの特性を明らかにするため、D-H 同位体交換による D 放出ダイナミクスをイオンビーム実験で調べた。

**キーワード**：タングステン，水素同位体，同位体交換

### 1. 緒言

本研究はタングステン中の水素同位体蓄積量や放出ダイナミクスの特性を示すことを目的とする。D イオンビームを用いてタングステン材料表面に照射し、加速器ビームを用いて in-situ 核反応分析 (NRA) を行い、表面近傍の D 蓄積量を測定した (< 500 nm)。その後、H イオンビームを用いて H フルエンスを変化させて D 放出ダイナミクスを調べた。D 及び H の照射温度を変化させた実験を行い、水素同位体交換の温度による除去率の違いを調べた (250, 300, 350, 450 K)。

### 2. 実験

1300 度アニール表面研磨タングステンサンプルを用いて実験を行った。9 keV D<sub>3</sub><sup>+</sup>及び H<sub>3</sub><sup>+</sup>イオンビームを用いて照射を行った。 (~2 μA、φ5 mm) フラックスは約 10<sup>18</sup> m<sup>2</sup>s であった。照射温度は固定し D・H イオンビームを用いて約 10<sup>22</sup> D/m<sup>2</sup> フルエンスまで照射した。その後 H・D イオンビームに切り替え、フルエンス約 10<sup>21</sup> m<sup>2</sup> ステップで照射し、その間に 690 keV <sup>3</sup>He イオンビームを用いて核反応分析を行った (<sup>3</sup>He(D,p)<sup>4</sup>He)。

### 3. 結果・考察

H 照射フルエンスによって表面近傍の D 蓄積量の変化を図 1 に示す。水素同位体交換の温度による除去率の違いが見られる。

250 K のデータを除いて、データは二重指数関数でフィットされる。二つの指数関数に対する断面積の単位で表される一つ目の減衰定数を照射温度の関数として図 2 に示す。インプラネーション領域 (~10 nm) における D-H 同位体交換に対応する、図 2 に示されるように、一つ目の減衰定数は温度の上昇に伴い増加した。しかし、温度依存性は小さかった (~0.1 eV)。本実験結果は D の蓄積量や放出ダイナミクスの特性を示す。現在まで、これらのイオン照射レンジ中に重水素のトラップダイナミクスは評価されていない。この研究はさらに、水素同位体輸送の定量的評価に重要である。(放出、トラッピング、リサイクリング)

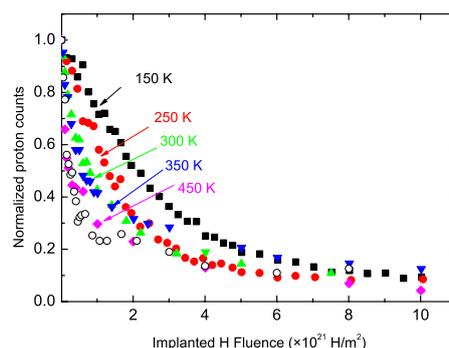


図 1. H 照射フルエンスの平方根に対する表面近傍の D 蓄積量の変化

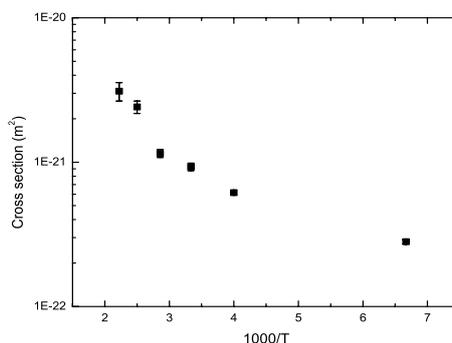


図 2. 断面積 [m<sup>2</sup>] の単位で表される一つ目の減衰定数の温度依存性

\*Heun Tae Lee<sup>1</sup>, Johannes Bauer<sup>2</sup>, Thomas Schwarz-Selinger<sup>2</sup>, and Yoshio Ueda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Osaka Univ., <sup>2</sup>IPP, Garching