

課題番号 : 2024B-E06

利用課題名 (日本語) : アクチナイド耐腐食用グラフェン保護膜に向けた要素技術開発: 保護膜無しの基礎データ蓄積

Program Title (English) : Development of graphene gas barrier for actinides: Collection of data without graphene protection

利用者名 (日本語) : 山口 尚登¹⁾, 藤森 伸一²⁾, 川崎 郁斗²⁾, ノーラン レギス¹⁾

Username (English) : H.Yamaguchi¹⁾, S.Fujimori²⁾, I.Kawasaki³⁾, N.Regis

所属名 (日本語) : 1) 米国ロスアラモス国立研究所, 2) 日本原子力研究開発機構

キーワード: アクチノイド、放射光、X線光電子分光法、グラフェン、耐腐食材料、保護膜

1. 概要 (Summary)

ウランやプルトニウムといったアクチノイドは原子力発電で燃料として利用されているが、化学反応性が高く、腐食が激しい。そのため、製造後、長期間の保管や輸送過程で腐食を最小限にとどめることが発電の安全性/コスト面で課題となっている。解決の一案として保護膜でのコーティングが考えられるが、従来の保護膜だと厚過ぎてアクチノイド本来の機能に影響が出てしまうという懸念があった。本研究では、1原子層にも関わらず高いガスバリア性を有し、金属表面等の耐腐食材料として期待されているグラフェンを、アクチノイド用の保護膜として使用するための要素技術を開発することを目的として、実験を開始した。結果、グラフェン保護膜無しの基礎データ蓄積を開始できた。

2. 実験(目的,方法) (Experimental)

本実験の目的は、上記した最終目的を達成する準備段階として、グラフェン保護膜無しの基礎データを蓄積することであった。前ビームタイムまでに行った標準基板の選定から、ウラン化合物 UPt_3 が適していることが分かった。一般に反応速度が速過ぎると、酸化過程のデータを詳細に収集することができない。反対に、反応速度が遅いと数日間のビームタイム中に十分な腐食が起こらない。 UPt_3 の場合、室温だと酸化反応速度が速すぎたが、150-200K の間に冷却することで適切な速度で腐食が起こることが前ビームタイムまでに分かった。また、真空内で劈開できるため、洗浄表面を比較的容易に準備することが可能である。試料は、JAEA 先端基礎研究センターの芳賀芳範氏が作製した。

実験は、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構が所有する BL23SU 軟 X 線光電子分光装置で行った。実験手順としては、まずビームの調整を行った後、実際の試料の測定を開始した。具体的には、試料を 170K に冷却し、準備室で機械的に劈開して洗浄表面を出した後、試料を真空槽に導入した。次に放射光のエネルギーを 800 eV にセットし、放射光を試料に照射しながら U 4f の測定を繰り返し行った。U 4f 光電子スペクトルの時間発展から、ウラン化合物の酸化過程を観察した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

ウランの白金化合物 UPt_3 を 170K に冷却して保持したところ、酸化速度を抑えることにより、目論見通り酸化の初期過程データを蓄積することができた。今後、試料温度を 5K 間隔で変えて測定し、酸化の活性化エネルギー特定を目指す予定である。

4. その他・特記事項 (Others)

なし。