

課題番号 : 2024A-E19
利用課題名 (日本語) : 超音速分子線を用いたグラフェン/原子層物質ガスバリア特性評価のための要素技術開発: Mxene
Program Title (English) : Development of evaluation method for graphene/atomically thin layered gas barrier via utilization of ultrasonic molecular beam: MXene

利用者名 (日本語) : 山口 尚登¹⁾, 小川 修一²⁾, 吉越 章隆³⁾, 津田 泰孝³⁾

Username (English) : H.Yamaguchi¹⁾, S.Ogawa²⁾, A.Yoshigoe³⁾, Y.Tsuda³⁾

所属名 (日本語) : 1) 米国ロスアラモス国立研究所, 2) 日本大学, 3) 日本原子力研究開発機構

キーワード: グラフェン、耐腐食材料、保護膜、分子線、放射光、X線光電子分光法

1. 概要 (Summary)

グラフェンは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。これまで数日程度の耐久試験はされてきたが、実用上問題となる年単位のデータはない。本課題は、年単位で懸念される数 eV のガス分子の影響を超音速分子線を用いて数分程度で明らかにする技術を開発する目的のもとに行った。

結果、MXene を評価する準備段階としての標準データを取得することができた。

2. 実験(目的,方法) (Experimental)

本実験の目的は、まず超音速分子線発生装置で発生した数 eV のガス分子を、MXene などの原子層物質を被覆した基板に照射し、酸化過程を X 線光分光法で評価することであった。試料は、標準データを取得するための原子層物質を被覆していない単結晶金属基板や原子層物質を被覆した単結晶金属基板を用いた。

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 表面化学実験ステーションで行った。また、実験は 18 シフト行った。

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、Mo ホルダに固定した試料を真空槽に導入後、ドライクリーニングを行った。次に放射光のエネルギーを 711 eV にセットし、清浄化した基板に放射光を照射した後、O 1s と Cu 3p の測定を繰り返し行った。X 線光電子分光測定中に測定槽内へ超音速 O₂ 分子線を照射し、O 1s 光電子スペクトルの時間発展から、原子層物質を被覆していない単結晶金属基板等が酸化膜で覆われた時間を推定した。表面が酸化膜で完全に覆われ場合には、H₂ ガスを導入し還元反応を進行させ、O 1s と Cu 3p の測定を行って、還元されていることを確認した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

MXene を評価する準備段階として、原子層物質を被覆していない単結晶金属基板のガスバリア性を標準データとして取得することができた。今回の結果をもとに、MXene のガスバリア性評価実験を今後速やかに行う予定である。

4. その他・特記事項 (Others)

なし。