

様式 F-7-1

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）実施状況報告書（研究実施状況報告書）（令和元年度）

所属研究機関名称	奈良先端科学技術大学院大学		機関番号	14603
研究代表者	部局	先端科学技術研究科		
	職	准教授		
	氏名	服部 賢		

1. 研究種目名 挑戦的研究（萌芽）

2. 課題番号 19K22130

3. 研究課題名 MOS構造表面の吸着分子に対する触媒会合化学反応のゲート電圧による電子制御

4. 補助事業期間 令和元年度～令和3年度

5. 研究実績の概要

本研究では、金属-酸化物-半導体（MOS）構造の金属層と半導体の間にゲート電圧を印加し、半導体から金属層にトンネルした電子や正孔のエネルギーを、金属層表面に吸着したガス分子の触媒会合反応に誘導することに挑戦しています。電子励起による吸着分子の触媒会合反応は、反応で生じる新たな分子の脱離の測定により検証し、また反応ダイナミクスの理解のため、中間過程で生じる発光を同期測定することにより、エネルギー移動の機構を検討する計画です。

当該年度は、新規PCに脱離計測システム、発光計測システムの構築を開始しました。従来のシステムはWinXPなど旧OS上で構築されていたため、同期測定などの拡張性に乏しく、かつOSサポート終了などの問題が多々問題がありました。そこで新規PC（Win10）に、脱離種検出のための四重極質量分析器（ファイファース社製）制御プログラムの導入（RS232C-USB変換の利用）、ゲート電圧印加制御のための電源（ケースレー社製）制御プログラム（LabVIEW上の自作）の導入（GPIB-USB変換の利用）、計測機器制御のためのデジタル・アナログ入出力制御器AI/AO/DIOの導入（USB接続）を開始しました。同様に、旧OS上で制御されていた発光計測機器（分光器：アクトン社製、検出器：浜田光電社製、プログラム：LabVIEW上の自作）の新規システムへの導入（RS232C-USB/GPIB-USB変換の利用、AI/AO/DIO）を開始しました。これらの導入は信頼性のある同期データ取得のために必須のものです。

6. キーワード

電子制御 会合反応 MOS構造 表面吸着分子 ゲート電圧

7. 現在までの進捗状況

区分 (3) やや遅れている。

理由

新規PCの脱離計測システム、発光計測システムは当該年度に構築を終了する予定でした。しかし、測定アプリケーションが旧OS用仕様であり、新規対応のドライバーの入手、新システムに対応したLabVIEWプログラムの構築など幾つか時間がかかる要因が発生したため構築がやや遅れています。

また、従来運用してきた脱離計測装置と発光計測装置は別々であり、同期計測を行うにあたり、脱離計測の真空装置に新たに発光測定用光学系を組み込む必要があります。当該年度にその設計を終了する予定でした。脱離計測にはスキマーを試料表面から1~2 mm程度まで接近させますので、その立体障害を極力受けないように光学系を設計しなければなりません。それを解決する有力な手法は光ファイバーの利用ですが、このファイバーの入手などに時間がかかっており、設計がやや遅れています。

8. 今後の研究の推進方策

問題となっている脱離・発光計測システム（ソフトウェア）の構築や新規光学系設計は、これらに詳しい研究協力者等のサポートを仰ぎながら遂行する予定です。その上でまず先行で、脱離計測システムを新規PCに構築します。これは2020年8月を目指しています。構築後、2020年度は熱酸化Si(001)基板上にPtを数nm蒸着したMOS試料を準備し、真空装置に搬入後、2種類の分子（例えばCO分子とO2分子）を暴露吸着し、ゲート電圧印加による脱離分子種を観測します。もし、吸着した分子とは異なる分子（例えばCO2分子）が検出でき、暴露吸着分子との相関があれば、本研究の第一の目的である電子励起による触媒会合反応に誘導できたと言えます。発光計測システムは2020年度中に完成を目指します。

9. 次年度使用が生じた理由と使用計画

「現在までの進捗状況」で記載しましたように、新規OS対応のドライバーの入手、新システムに対応したLabVIEWプログラムの構築、新規光学系の組込みなど当該年度で行う予定であった事項がやや遅れました。そのため、それらに必要な予算が次年度使用額として生じました。従いまして、「今後の研究の推進方策」で記載しましたように、2020年度にこれらの新システムの構築を行い、かつ当初予定の脱離測定を行うために使用する計画です。

10. 研究発表（令和元年度の研究成果）

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名

L.N. Pamasi, S. Takemoto, H. Yang, S. Nishida, K. Hattori, H. Daimon

2. 発表標題

Growth of Fe islands on Si(111)7x7 surfaces modified with ammonia

3. 学会等名

International Vacuum Conference (IVC)-21 (国際学会)

4. 発表年

2019年

1. 発表者名

Liliyan Noviyanty Pamasi, Haoyu Yang, Shota Nishida, Shohei Takemoto, Ken Hattori, and Hiroshi Daimon

2. 発表標題

Difference in growth mode of Fe islands on clean and ammonia-saturated Si(111)7x7 surfaces

3. 学会等名

12th International Symposium on Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices '19 (国際学会)

4. 発表年

2019年

〔図書〕 計0件

1 1 . 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

計0件（うち出願0件／うち取得0件）

1 2 . 科研費を使用して開催した国際研究集会

計0件

1 3 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

-

1 4 . 備考

-