

課題番号 :2024B-E14

利用課題名 (日本語) :In-situ XAFS による Pd 系水素再結合触媒の活性点微細構造と反応機構の解明研究

Program Title (English) :In-situ XAFS study of the microstructure and reaction mechanism of active sites in Pd-based hydrogen recombination catalysts

利用者名 (日本語) :田中裕久¹⁾、松村大樹²⁾、辻卓也²⁾、上垣伸弥¹⁾、中山智仁¹⁾、神処一樹¹⁾、濱田翔太¹⁾、黒野聖太¹⁾、田辺英孝¹⁾

Username (English) :H. Tanaka¹⁾, D. Matsumura²⁾, T. Tsuji²⁾, S. Uegaki¹⁾, T. Nakayama¹⁾, I. Jinjo¹⁾, S. Hamada¹⁾, S. Kurono¹⁾, H. Tanabe¹⁾

所属名 (日本語) :1) 関西学院大学大学院理工学研究科 2) 日本原子力研究開発機構

キーワード : Metal nanoparticle catalyst, Cerium oxide, hydrogen oxidation, CO poisoning, X-ray absorption spectroscopy

1. 概要 (Summary) 目的・用途・実施内容

昨今、液化水素はその圧倒的なエネルギー密度により、次世代のエネルギーキャリアとして注目されている。本研究では、液化水素漏洩時の水素爆発を未然防止する高度な受動的水素再結合触媒 (PAR) の開発に知見を得ることを目的とした。そこで、低温環境が触媒に及ぼす影響と反応メカニズムを解明するために、まずは「室温(25℃)」に維持した環境での Pd および Pt 触媒の酸化還元挙動を in-situ XAFS により観察した。

2. 実験(目的,方法) (Experimental)

EXAFS に関する情報を得るため、時間を掛けて高エネルギー領域まで測定できる通常型 XAFS 測定を行った。試料として、Pt/Al₂O₃ および Pd/Al₂O₃ を用いた。酸化前処理あるいは還元前処理を行い、前処理終了後に室温まで自然降温させ、その降温雰囲気のまま測定、その後還元前処理であれば酸素ガス (10, 100%) 酸化前処理であれば水素ガス (10, 100%) を流し測定した。前処理雰囲気での測定は初期段階の貴金属表面構造を理解するために行った。また、水素酸化反応において触媒の酸素の受け取りやすさ、その受け取った酸素の水素への渡しやすさが触媒性能に直結すると考え、観察した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

酸化物安定であることが知られるパラジウム触媒 (Pd/Al₂O₃) は、今回の実験により、酸化前処理後は PdO であったが、室温にて H₂ フローすると全量還元されてメタル Pd となるという結果が得られた。また、金属安定で酸化物にはなりづらいと考えられていた白金触媒 (Pt/Al₂O₃) は、還元処理後にメタル状態となった白金触媒が、室温酸素フローにて酸化物を形成するという興味深い観察結果が得られた。チラーにより外部から強制的に低温を維持した環境では、粒子内部まで酸化されたのは興味深い。また、酸素フロー後の価数変化は粒径に依存しないことが確認された。

4. その他・特記事項 (Others)

(1)共同研究：日本原子力研究開発機構・松村大樹博士、辻卓也博士

(2)外部競争的研究資金：本研究は、JST SICORP、JPMJSC21C3 の支援を受けたものです。

(3)技術支援者への謝辞：

日本原子力研究開発機構 松村大樹さま、辻卓也さまのご尽力とご支援に感謝を申し上げます。併せていつも研究室の学生たちをご指導いただき謹んで御礼申し上げます。