

ヨウ素被毒時における白金族ナノ粒子の結晶構造と電子状態の調査 Investigation of the crystal structure and electronic state of platinum group metal nanoparticles during iodine poisoning.

久保仁志^{1,*}, 石丸峻耶¹, 鶴田 諒平², 小野 裕太郎², 林田 侑樹², 山田洋一²

¹ 田中貴金属工業株式会社, 〒300-4247 茨城県つくば市和台 22

² 筑波大学, 〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1

Hitoshi KUBO^{1,*}, Toshiya ISHIMARU¹, Ryohei TSURUTA², Yutaro ONO², Yuki HAYASHIDA²
and Yoichi YAMADA²

¹Tanaka Precious Metal Technologies, 22 Wadai, Tsukuba, Ibaraki 300-4247, Japan

²University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8577, Japan

1 はじめに

現在、原子力発電所では安全性を高める為、Passive autocatalytic recombiner (PAR)と呼ばれる設備が建屋内に設置されてきている[1]。これはペレット状の水素酸化触媒がカートリッジに充てんされてセットされており、シビアアクシデント (SA) 時に発生する水素を穏やかに酸化し、水へ転化する事ができる。

しかしながら、SA時には大量のヨウ素ガスが発生し、これが触媒を被毒する為、耐ヨウ素被毒性を持つ触媒の開発が求められている[2,3]。今回、我々はPt/ZrO₂触媒が他の触媒と比べ、この特性を持つ事を見出した。そこで、触媒中のPtの電子状態に着目し、その他の触媒と比較する事とした。電子状態は担体である金属酸化物からの影響を受けるが、担体の細孔や表面形状の影響を排除する為、Pt ナノ粒子付きウエハ基板をモデル表面として測定した。

2 実験

ZrO₂ ウエハは市販されていないため、9.5 wt% Y₂O₃-ZrO₂ (YSZ) を用いた。Pt/YSZ、Pt/SiO₂、Pt/Al₂O₃ は、スパッタリング装置を使用し、それぞれのウエハ基板表面にPt粒子を堆積させる事でモデル表面を調製した。調製後の状態を As-prepared sample (AsP sample) と呼ぶ。また、ヨウ素被毒処理は、AsP sample をそれぞれガラス管に入れ 100 °C で加熱し、0.1 g/L ヨウ素水溶液を通過させた反応ガス (1% H₂/0.5% O₂/N₂) を 1 分間流して行った。これを Iodine-poisoned sample (I-P sample) と呼ぶ。

XPS 測定は BL-13B で行い、試料中の Pt、各ウエハ成分、ヨウ素について測定を行った。

3 結果および考察

図1は各 AsP sample の Pt 4f 軌道の Binding energy (B.E.) を示す。各サンプルにおいて、Pt の B.E. は同様の値であった為、Pt 粒子とウエハの間の電気化学的な相互作用について十分に検知するには至らなかった。これはウエハ上に堆積した Pt 粒子数が多い

ぎた為、言わば膜の様な状態であったことが原因として考えられる。また、I-P sample についても、Pt の光電子スペクトルのシフトを検出できなかった。これも付着したヨウ素量に対して Pt 量が多かった為だと考えられる。

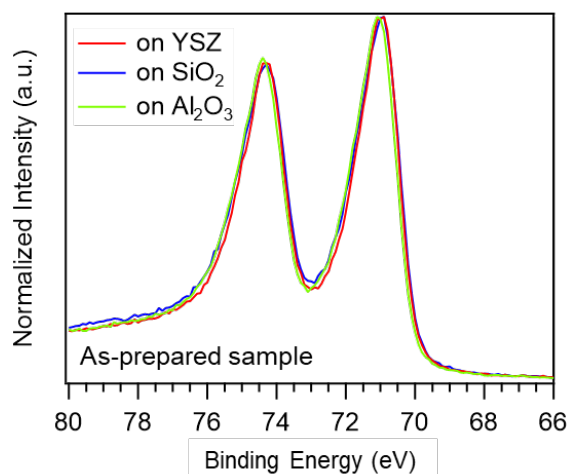


図1 : AsP sample の Pt4f 軌道の Binding energy

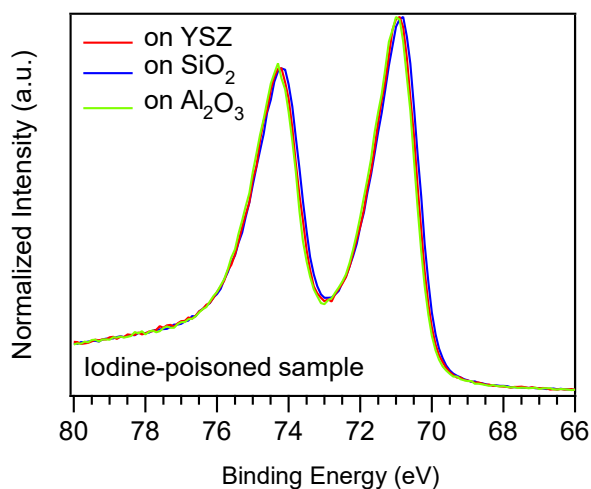


図2 : I-P sample の Pt4f 軌道の Binding energy

4 まとめ

今回、Pt ナノ粒子付きウエハ基板をモデル表面として測定したが、Pt 粒子とウエハの間の電気化学的相互作用及びヨウ素吸着による Pt 表面の電子状態シフトについて上手く検出できなかった。これは Pt 粒子の量が多く、膜の様な状態になっていた事が原因と推測される。従って、相互作用をうまく測定するには、ウエハに付着させる Pt ナノ粒子の粒子径を小さくし、それらの量を極めて少なくする工夫が必要であると考えられる。一方、この結果から耐ヨウ素被毒性の向上には、極めて小さな電気化学的変化が、寄与する事が示唆された。

謝辞

高エネルギー加速器研究機構の間瀬一彦教授および小澤健一教授には、測定技術に関して多大なるご指導を賜りました。ここに深く感謝申し上げます。

参考文献

- [1] F. Morfin, J-C. Sabroux, and A. Renouprez, *Appl. Catal. B* **47**, 47–58 (2004).
- [2] J. Zhang, Z. Hu, T. Man, Y. Zhao, M. Ding, and Z. Guo, *Nucl. Eng. Des.* **428**, 113481 (2024).
- [3] W. Yu, X. Yu, S-T. Tu, and P. Tian, *Int. J. Hydrog. Energy.* **42**, 14829–14840 (2017).

* kubo@tanaka.ml.co.jp