



テンダーXPS 測定による Pt 系薄膜材料の触媒機能の解析

山根 治起, 柴田 寿人
秋田県産業技術センター

キーワード：触媒, 白金, 水素, 酸化還元

1. 背景と研究目的

脱炭素社会の実現に向けて、水素エネルギーへの期待が高まっている。爆発の危険性が高い水素の活用には、安定かつ信頼性の高い水素センサが不可欠である。著者らは、水素感応を有する光学積層膜を用いることで、幅広い濃度範囲での水素計測について報告している^[1,2]。本センサは、Pt 表面層での水素の吸着／脱離、および、原子状に解離された水素の積層膜内部への拡散／固溶を用いて水素検知を行う。検知性能のさらなる向上には、本物理現象に関わる支配的要因を把握する必要がある。

2. 実験内容

水素感応積層膜で構成された水素センサにおいて、Pt 表面層の触媒機能の把握を目的として、BL6N1 におけるテンダーXPS 測定(HAXPES)を実施した。測定試料は、[Pt(0, 1, 2 nm)/Pd-Cu-Si(5 nm)/Pt(5 nm)/ZnO(30 nm)]積層膜であり、マグネトロンスパッタ法を用いて Si 基板上に成膜した。真空用トランスファーベッセルを用いることで、ヘリウム－水素混合ガス(He+4%H₂)の暴露前後において、Pt 表面層の有無が Pd, Cu, Si の化学状態に与える影響について評価を行った。

3. 結果および考察

Pt 表面層を形成していない試料において、ヘリウム－水素混合ガスの暴露前後における Pd, Cu, Si の XPS 測定結果を Fig. 1 に示す。水素暴露によって Pd の化学状態に違いは見られないのに対して、Cu および Si ではスペクトルの変動が確認される。試料表面に形成されている Cu 酸化層では、水素暴露による還元反応が生じていることが分かる。一方、酸素との結合が強い Si では、酸化物に起因するピークは高エネルギー側にシフトしており、水素暴露が Si の酸化反応を促進させていることを示唆している。本現象は、試料表面に形成されている Si 自然酸化層において、水素が酸化層内部にある酸素を表面側に引き寄せるドライビングホースとして働くことで、極表面での Si の酸化を促進したと考えられる。さらに本研究では、Pt 表面層が水素暴露による Cu および Si の酸化／還元を抑制することも確認できた。

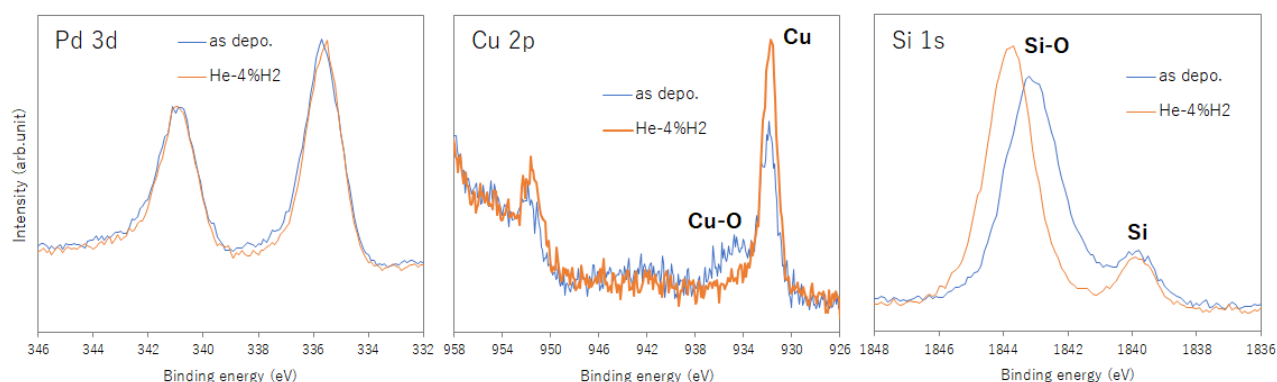


Fig.1 水素暴露前後における Pd, Cu, Si の XPS 測定結果

4. 参考文献

1. 山根ほか, 電気学会論文誌 E, Vol.144, No.6, pp.117-122 (2024)
2. 山根ほか, 第 42 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 10P3-D-3 (2025)