

Au-Pd 合金の水素吸蔵メカニズムと水素センサへの応用

Hydrogen occlusion mechanism and application to hydrogen sensor of Au - Pd alloy

横浜国大¹, スインバーン工科大学², [○]黒津拓馬¹, 山作直貴¹, 岡崎慎司¹, 荒川太郎¹,
西島喜明¹, Armandas Balčytis², Saulius Juodkazis²

Yokohama National Univ.¹, Swinburne Univ.², [○]Takuma Kurotsu¹, Naoki Yamsaku,¹

Shinji Okazaki¹, Taro Arakawa¹, Yoshiaki Nishijima¹, Armandas Balčytis², Saulius Juodkazis²

E-mail: kurotsu-takuma-jk@ynu.jp

1. はじめに

近年水素の有効利用が促進されている。水素を安全に運用するため高性能な水素センサが必要であるが、従来センサは過熱が必要であり、安全な水素センサの開発が求められている。我々はPdやAu-Pd合金と水素との反応を利用したプラズモンセンサを開発している[1]。秋期学術講演会で合金薄膜を100%の高濃度水素に曝露(過剰曝露)させると薄膜の構造が大きく変化し、感度・応答速度が向上する事を報告した[2]。本研究ではさらに、過剰曝露時のAu-Pd合金の構造変化メカニズムの解明について報告する。

2. 実験方法

Au-Pd薄膜はAuとPdの同時スパッタ法で、基板を250°Cに加熱しながら製膜した。電力、堆積時間を調整する事でAuとPdの割合、膜厚を設定した。過剰曝露は作製した薄膜をチャンバ内に入れ、真空引きした後100%水素を注入して行った。また薄膜をチャンバに入れ、水素(1.5 L/h)を曝露しながら、ハロゲンランプに対する光透過応答を計測した。

3. XRD 計測による結晶格子定数の評価

過剰曝露による構造変化を明らかにするために、X線回折(X-ray diffraction: XRD)の計測を行った。XRDは主ピークの35°~45°の範囲で過剰曝露前後の格子定数の変化を計測した。図1に水素過剰曝露前後、曝露中のXRDスペクトルを示した。XRDではPdの割合が56%の組成では過剰曝露前後でピーク値が39.33°から39.44°へと0.11°増加し、格子定数が9.1 pm減少している事が見積もられた。この結果過剰曝露前後で合金の体積が約15%減少している事が確認された。

また、過剰曝露前の合金に4%水素を曝露しながらXRD測定を行った。その結果水素曝露中格子定数が増加し、Pdの割合が56%の組成でピーク値が39.33°から39.89°へと0.56°増加し、格子定数が57.2 pm増加している事が見積もられた。この結果より、水素曝露中体積が過剰曝露前の状態と比較して2.3倍に膨張している事が分かった。

以上より、水素曝露時に結晶粒界に水素が入り込む事で、結晶粒界が剥がれ構造変化が起こ

る。そして水素脱離後結晶が縮小し安定化する事で構造変化が残ると考えられる。また水素曝露時格子内に水素が取り込まれ、Pdが水素と反応する事で結合に歪が生じる。そして水素脱離後、歪部分の反応性が高くなる事で水素応答が速くなったと考えられる。

4. まとめ・今後の予定

XRD計測により、過剰曝露前後で格子定数の減少する事、水素曝露中格子定数が増加している事を確認した。また、この結果より構造変化メカニズムの考察を行った。

今後は様々なPd含有率や水素濃度による水素曝露時の体積変化率の違いを調査していく予定。

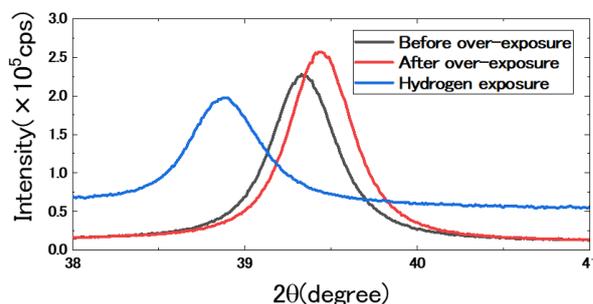


図1 水素曝露前中後の XRD スペクトル

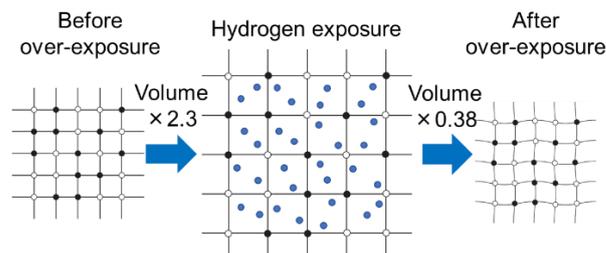


図2 Au-Pd合金の構造変化メカニズム(図中の白丸、黒丸、青丸はそれぞれPd、Au、Hを表す)

参考文献

- [1] Y. Nishijima et al., Opt. Express 25, 24081-24092, 2017.
- [2] 黒津ら, 応用物理学会秋季講演会, no. 19p-PA1-7, 2018.