

超熱酸素分子線によるCu合金表面の酸化物ナノ構造 形成過程の高分解能X線光電子分光

利用者：^a大阪大学, ^b日本原子力研究開発機構 岡田美智雄^a, 吉越章隆^b, 寺岡有殿^b
研究支援者：日本原子力研究開発機構 寺岡有殿, 吉越章隆, 西村哲也

【研究目的】

次世代のナノ配線材料や新規太陽電池の基板として銅 (Cu) をベースとしたナノ構造は有用であることが期待されている。本研究は、そのCuの酸化プロセスのダイナミクスを詳細に理解し極薄ナノ酸化膜生成を制御することを目的としている。さらに腐食過程としての酸化過程を解明し、耐腐食性の高い材料に必要な機能の解明も目指す。

【成果】

Cu₃Au(111)ならびにCu(111)表面に照射する酸素分子線のエネルギーを変化させながら表面酸化がどのように進んでいるのかについて、放射光を用いた高分解能X線光電子分光法(XPS)により明らかにした。図1に酸化の効率を示すアップテーク曲線を示す。Cu₃Auでは大きな分子線エネルギー依存性があり、Cuに比べて酸化の効率が低く酸化に対する保護膜機能を有していることがわかる。Cuでは酸化物が効率良く生成するが、Cu₃Auでは抑制されている。Au 4f XPSスペクトル (図2参照) の光電子検出角依存性から各層ごとのAu含有量 (原子数%) を決定すると表1のようになる。酸化前にはAu原子が表面に析出しているが、酸化後にはCuが表面に析出し酸化物を形成し、Au原子が2層目以降に移動している。この様子を図2に示す。この表面構造がバルクへの更なる酸化を抑制する保護膜として働いている。

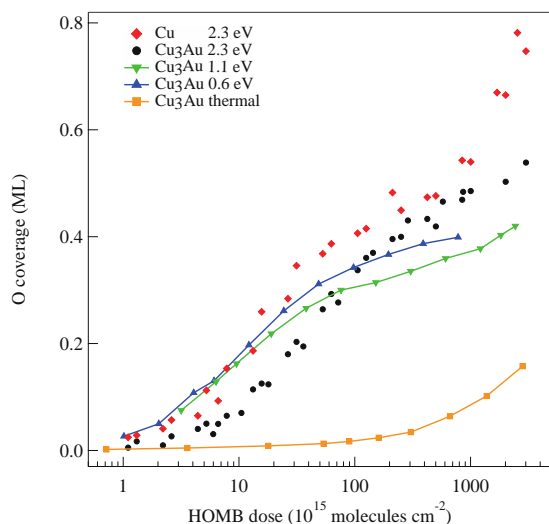


図1 酸素アップテーク曲線の分子線エネルギー依存性

表1 酸化前後におけるAu原子の層分布

	第1層	第2層	第3層	第4層以降
酸化前	51%	32%	25%	25%
酸化後	0%	47%	45%	25%

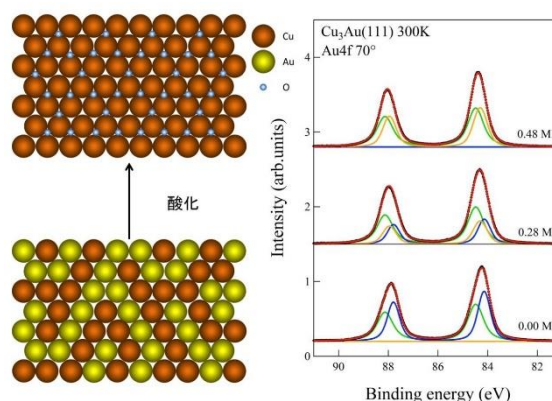


図2 酸化による構造変化と対応するAu 4f XPS スペクトル

【支援実施機関からのコメント】

本研究支援は、軟X線放射光を用いた光電子分光法と超音速酸素分子線を併用することによって、銅合金表面の酸化反応過程について、動的過程 (反応ダイナミクス) にまで踏み込んでナノメートルスケールの極薄酸化膜形成のメカニズムを明らかにした点で独創的成果である。

【参考文献等】

- [1] Y. Tsuda, K. Oka, T. Makino, M. Okada, W.A. Diño, M. Hashinokuchi, A. Yoshigoe, Y. Teraoka, H. Kasai, Physical Chemistry Chemical Physics, 2014, 16, pages 3815-3822.
[2] K. Oka, Y. Tsuda, T. Makino, M. Okada, M. Hashinokuchi, A. Yoshigoe, Y. Teraoka, H. Kasai, Physical Chemistry Chemical Physics, 2014, 16, pages 19702-19711.