

課題番号 : 2015B-E21
利用課題名 (日本語) : 高分解能 X 線光電子分光を用いた Cu 合金表面における酸化物ナノ構造形成過程の Au 組成比依存性解明
Program Title (English) : High-resolution XPS study of Au-concentration dependence of oxide nanostructure formation process on Cu-Au alloy surfaces
利用者名 (日本語) : 岡田美智雄¹⁾, 津田泰孝¹⁾, 牧野隆正¹⁾
Username (English) : Michio OKADA¹⁾, Yasutaka TSUDA¹⁾, Takamasa MAKINO¹⁾
所属名 (日本語) : 1)大阪大学大学院理学研究科,
Affiliation (English) : 1)Graduate School of Science, Osaka University
キーワード :

1. 概要 (Summary)

本研究では、CuAu および Au₃Cu 単結晶表面を用いて、超熱酸素分子線による極薄酸化膜形成過程の並進エネルギーならびに表面温度依存性を追跡し、これまで得ている Cu および Cu₃Au 単結晶表面での結果と比較しバルク組成依存性を詳細に検討した。それにより極薄酸化膜形成過程への合金化の効果を解明した。具体的には、CuAu(111), Au₃Cu(111)ならびに Cu₃Au(111)表面に照射する酸素分子線のエネルギーならびに表面温度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を放射光を用いた高分解能 X 線光電子分光法により明らかにし、比較した。特にバルクの合金組成に着目して、その酸化膜生成の違いを議論した。このような Cu を含む合金の酸化に関する研究はナノエレクトロニクスや新規太陽電池の開発分野の発展にとって特に重要である。今回は、酸化メカニズムを理解する上で、これまでのデータの足りない部分を補完する実験を行い、さらに酸化メカニズムのより詳細な理解のために Cu₃Pd(111)表面の酸化を調べた。

2. 実験(目的,方法) (Experimental)

実験は、日本原子力研究開発機構の軟 X 線ビームライン SPring-8 BL23SU に設置してある表面化学反応解析装置(SUREAC2000)を用いて行った。Cu₃Au(111)および Cu₃Pd(111)表面は、Ar⁺イオンスパッタリングとアニーリングを繰り返すことにより清浄化した。X 線光電子分光(XPS)および低速電子回折(LEED)を用いて、表面の清浄化の確認を行った。表面温度を 300 および 500 K に設定し、表面垂直方向から並進エネルギー 2.3 eV の超熱酸素分子線を照射した後、シンクロトロン放射光を用い高分解能 XPS により各種光電子ピークを測定し酸化の程度を評価した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Cu₃Au(111)については、これまで測定したデータにおいて、酸化メカニズムの詳細な理解のために不足している部分の測定を行った。さらに、これまで測定した Cu-Au 合金における酸化物生成のデータと比較して酸化メカニズムのより詳細なモデルを構築するため、Cu₃Pd(111)に 2.3 eV 程度の超音速酸素分子線を照射して酸化し、その様子を調べる実験を行った。Cu₃Pd(111)酸化表面における Cu L₃M_{4,5}M_{4,5} オージェスペクトル、Cu-2p および Pd-3d XPS スペクトルの解析から、酸化後の表面には銅酸化物 CuO ならびに Cu₂O が高効率で生成することがわかった。一方、Pd 酸化物は検出できないことから、生成していないことがわかった。このように、Cu₃Pd(111)表面においては、Cu が選択的に酸化され酸化物が生成する。2 eV 程度の超音速酸素分子線を用いて、表面温度 300K で酸化した Cu₃Pd(111)表面の Pd-3p/O-1s スペクトルのピークフィッティングの結果から、室温では熱力学的により安定な Cu₂O よりも CuO が優先的に生成していることが分かった。この現象は Cu₃Au(111)では観察されなかった。このことは、酸化物生成過程において Pd が酸化物生成の触媒として働いている可能性を示唆している。

4. その他・特記事項 (Others)

本研究は、日本原子力研究開発機構・主任研究員・吉越章隆氏との共同研究である。