

課題番号 : 2014B-E28
利用課題名 (日本語) : 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 線光電子分光研究
Program Title (English) : High-resolution XPS Study of Oxide Nanostructure Formation Process on Cu Contained Alloy Surfaces induced by Hyperthermal Oxygen Molecular Beam
利用者名 (日本語) : 岡田美智雄¹⁾, 津田泰孝¹⁾, 牧野隆正¹⁾, レムスコスキ ヨハネス¹⁾, 西村 哲也²⁾, 吉越章隆²⁾, 寺岡有殿²⁾
Username (English) : Michio OKADA¹⁾, Yasutaka TSUDA¹⁾, Takamasa MAKINO¹⁾, Johannes LEHMUSKOSKI¹⁾, Tetsuya NISHIMURA²⁾, Akitaka YOSHIGOE²⁾, Yuden TERAOKA²⁾
所属名 (日本語) : 1)大阪大学大学院理学研究科, 2)日本原子力研究開発機構
Affiliation (English) : 1)Graduate School of Science, Osaka University, 2)JAEA
キーワード : 超熱酸素分子線、Cu 合金表面、高分解能 X 線光電子分光

1. 概要 (Summary)

本研究では、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系統的に理解することを試みた。それにより極薄酸化膜形成過程への合金化の効果の解明を目指した。具体的にはAu₃Cu(111)ならびにCu₃Au(111)表面に照射する酸素分子線を照射し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光電子分光法により明らかにし、比較検討した。分子線により誘起されるプロセスが、合金表面の酸化物生成過程(例えば亜銅生成過程)と保護膜形成にどのような効果をもたらすのかを解明し、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。

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Au₃Cu(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 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)

Au₃Cu(111)の Au-4f XPS スペクトル測定において、表面に敏感な測定である表面垂直から 70° 方向での測定と垂直方向での測定の結果の比較から、清浄表面では、

表面第 1, 2 層がほぼ 100%の Au 原子が組成となっていて、Au が表面に析出していることが分かった。この結果は、Au 原子が表面第一層で 50%を占め、第 2 層で 32%を占める Cu₃Au(111)表面の結果[1, 2]と大きく異なっている。この Au₃Cu(111)の特異的な Au 原子分布は第一原理計算からも支持されている。

Au₃Cu 表面の保護膜機能を検証するために、表面温度 300 K において、Au₃Cu(111)表面に超熱酸素分子線を照射し、O 1s XPS ピークを測定して酸素の吸着(アップテーク)曲線を求めた。並進エネルギー 2.3 eV の酸素分子線を表面温度 300 K で照射した場合には、Au₃Cu(111)は Cu₃Au(111)がよりも格段に酸化されにくく、強い保護膜機能を有する事が分かった。これは、Au₃Cu(111)表面にほぼ 100%の組成で存在する Au 原子が O₂ 分子の解離吸着の活性化障壁を大きくするためである。

4. その他・特記事項 (Others)

参考文献

- [1]K. Oka et al., Physical Chemistry Chemical Physics, Vol.16 (2014) p.p.19702-19711.
- [2]Y. Tsuda et al., Physical Chemistry Chemical Physics, Vol.16 (2014) p.p.3815-3822.