

課題番号 : 2019A-E13
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形成過程とその制御
Program Title (English) : High-resolution XPS study of an oxide formation process and its control on Cu alloy surfaces
利用者名 (日本語) : 岡田美智雄^{1,2)}, 田和大典²⁾, 牧野隆正²⁾, 津田泰孝²⁾, 棟安陸²⁾,
山田剛司²⁾, 加藤浩之²⁾
Username (English) : Michio OKADA^{1,2)}, Takenori TAWA²⁾, Takamasa MAKINO²⁾, Yasutaka TSUDA²⁾,
Riku MUNEYASU²⁾, Takashi, YAMADA²⁾, Hiroyuki KATO²⁾
所属名 (日本語) : 1) 大阪大学放射線科学基盤機構, 2) 大阪大学大学院理学研究科
Affiliation (English) : 1) IRS, Osaka University, 2) Graduate School of Science, Osaka University.

キーワード :

1. 概要 (Summary)

これまで, Cu_3Au , Cu_3Pd および Cu_3Pt 単結晶表面を用いて, 超音速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, Cu 単結晶表面での結果と比較することで, 異なる合金成分が酸化物生成に与える影響を詳細に検討することを目的として研究を進めてきた. 今回は, 生成した酸化物の触媒反応性を理解する研究を新たに進めていくために, 塩化メチル分子 (CH_3Cl) の解離吸着に着目し, 酸化物の反応性を理解する目的で研究を進めた.

今回は具体的には, バルク $\text{Cu}_2\text{O}(111)$ 表面と $\text{Cu}(410)$ 表面に成長した Cu_2O 酸化物薄膜の反応性の比較を行った. 表面に照射する CH_3Cl 分子線のエネルギーを変化させながら解離吸着反応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. これにより CH_3Cl 分子線のもつエネルギーにより誘起されるプロセスが, 解離吸着反応にどのような効果をもたらすのかを解明し, それを薄膜とバルクで比較した. その比較検討情報の下で, 原子力を始めとする多岐にわたる分野において重要な Cu 酸化物ナノ構造による様々な反応制御法を探索していく. このような Cu ならびにその合金の酸化に関するこれまでと異なった視点からの研究はナノエレクトロニクスや原子力関連材料分野の開発研究の発展にとって特に重要である. 今回は, 酸化物の反応性を理解する上で, 特にバルク $\text{Cu}_2\text{O}(111)$ 表面の反応性を調べた.

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. $\text{Cu}_2\text{O}(111)$ 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. また, $\text{Cu}(410)$ 表面に成長した Cu_2O 酸化物薄膜についてはこれまでの研究成果を基にして作製した. X線光電子分光 (XPS) および低速電子回折 (LEED) を用いて, 表面の清浄化等の確認を行った. 表面垂直方向から並進エネルギーを変えながら超音速 CH_3Cl 分子線を照射した後, シンクロトロン放射光を用いた高分解能 XPS により各種光電子ピークを測定し解離吸着反応の程度を評価した.

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

これまで超音速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, 異なる合金成分に依存する酸化物生成過程を明らかにしてきた. 今回は酸化物の反応性を解明するため CH_3Cl 分子の解離吸着反応について調べた. 室温の $\text{Cu}_2\text{O}(111)$ に, ノズル温度 773 K で発生した 1.9

eV の超音速 CH_3Cl 分子線を照射して反応させ, その様子を調べる実験を行った.

Fig. 1 に, 超音速 CH_3Cl 分子線照射後の $\text{Cu}_2\text{O}(111)$ における Cl-2p XPS スペクトルの分子線照射量依存性を示す. 酸化物表面でも反応を起こしピークが成長することがわかった. 同時に測定した C-1s も同様に成長していることか

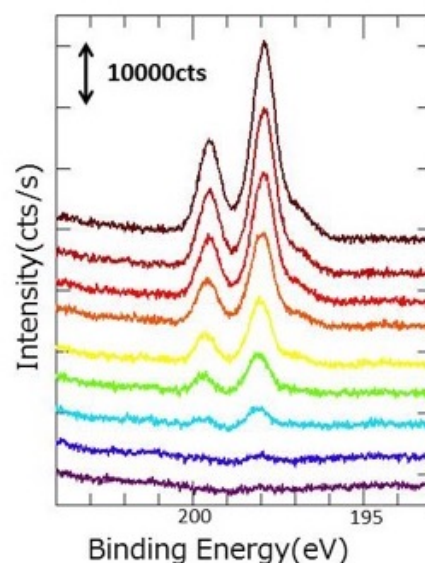


Fig.1 $\text{Cu}_2\text{O}(111)$ 表面での Cl-2p ピークの CH_3Cl 照射量依存性

ら、Cu表面とは異なり表面にはClだけでなくCも吸着した。電子状態や表面構造と反応性の関連を解明する必要がある。今後は、今回行えなかった測定を行うとともに、酸化物表面において解離反応の閾値がどのように変化していくか明らかにし、Cu表面の結果と比較する。これら一連の研究により、材料表面における化学反応の詳細とその制御法が明らかになる。

4. その他・特記事項 (Others)

共同研究者 吉越章隆 (日本原子力研究開発機構)

実験支援者 下出 直幸 (日本原子力研究開発機構)