

超熱酸素分子線によるCuステップ表面の酸化過程の 高分解能X線光電子分光研究

High Resolution X-ray photo-emission study of oxidation processes on stepped Cu surfaces induced by hyperthermal oxygen molecular beam

岡田 美智雄¹⁾, 伊藤 裕規¹⁾, 宗和 誠¹⁾, 吉越 章隆²⁾, 寺岡 有殿²⁾

Michio OKADA, Hironori ITO, Makoto SOUWA, Akitaka YOSHIGOE, Yuden TERAOKA

¹⁾大阪大学 ²⁾原子力機構

2.2eVの超熱酸素分子線を用いてCu{511}面を酸化し、高分解能X線光電子分光により酸化物生成表面を評価した。室温では、Cu₂O薄膜が効率良く生成することがわかったが、規則構造が生成することにはなかった。一方、200°Cでも同じ効率で酸化することが光電子分光で確認されたが、ピラミッド状のナノ構造が生成することがわかった。

キーワード：超熱酸素分子線、Cu{511}、Cu₂O薄膜

1. 目的

本研究では、ステップ面を用いる事により空間制御された反応場での極薄酸化膜形成過程の時間発展を追跡する。規則的なステップをもCu{511}表面の超熱酸素分子線による酸化の様子を、放射光を利用した高分解能X線光電子分光により明らかにすることが主目的である。エネルギーの高い超熱酸素分子線を用いて、ビーム照射量を変化させながらCuステップ表面の酸化の様子を光電子分光観察する点に特色があり、ステップに依存した酸化過程について非常に正確な情報を得ることができる。また、Cuステップ表面に関して、分子ビームの入射エネルギーや入射方位角の酸化過程における効果を明らかにし、ステップを利用した表面新物質生成として新しい研究分野につなげる目的がある。太陽電池分野において重要なCu酸化物ナノ構造を、ステップを利用して意図的に構築することを試みる。

2. 方法

実験は全て日本原子力研究開発機構専用軟X線ビームライン(BL23SU)に設置されている表面反応分析装置(SUREAC2000)で行った。Ar⁺イオンスパッタリングと600°C加熱でCu{511}表面を清浄化した。この表面に並進運動エネルギーを2.2eVに制御した超音速酸素分子線を照射して、O1s、Cu2p、Cuオージェピーク、Cu価電子バンドの光電子スペクトルを測定した。表面の温度を室温、および、200°Cとして測定を繰り返した。また、酸素分子線の入射方位依存性も測定した。6シフトの実験を連続して行なった。

3. 研究成果

表面温度が室温では2.2eVの超音速酸素分子線照射によって、Cu{511}表面は酸化されCu₂Oが生成した。Cu₂Oの生成はCuオージェピークならびに価電子バンドのピークにより確認した。しかし、低速電子回折(LEED)で確認したところ酸化物の規則構造は確認出来なかった。一方200°Cでは2.2eVの超音速酸素分子線の照射量に依存して酸化が進みCu₂Oが生成するのであるがその量は少ない。そこで、LEEDにより表面構造を確認すると、図1のようにピラミッド状のファセットが生成したことを示すサテライトスポットが確認できた。Cu₂Oの生成量が少ないことを考えるとピラミッド構造内部まで酸化が進んでいないと考えられ

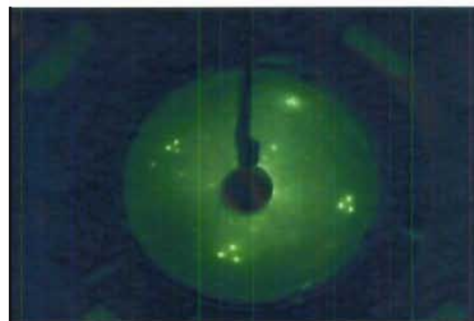


図1. 200°Cでの酸化後のLEEDパターン

る。200°CではCu原子の拡散により、安定な酸素吸着面を増加させるようにファセットが生成したと考えられる。また、酸素吸着量ならびに吸着効率自体は、図2に示すように室温と200°Cで変化しない。

4. 結論・考察

3. の実験結果から、表面温度をうまく制御することにより、超熱酸素分子線により生成するCu酸化物ナノ構造を制御できる可能性を示した。入射分子線のエネルギーと表面温度の2つのパラメータ制御による酸化物構造制御がナノ構造構築のためには重要と考えられる。

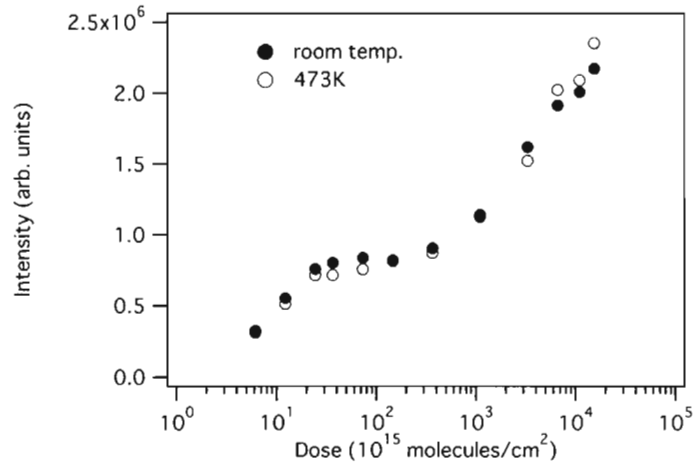


図2. 超熱酸素分子線による酸化効率を示す酸素吸着曲線