

課題番号

:2018A-E21

利用課題名 (日本語)

:酸素雰囲気中オペランド軟 X 線光電子分光による Au 薄膜/Si 基板界面反応の機構解明

Program Title (English)

:Mechanism elucidation of interfacial reactions at Au film/Si substrates by *operando* soft x-ray photoemission spectroscopy under oxygen ambient

利用者名 (日本語)

:豊田智史¹⁾, 横山和司²⁾, 山本知樹²⁾, 梶野雄太²⁾, 住田弘祐³⁾, 三根生晋³⁾

Username (English)

:S. Toyoda¹⁾, K. Yokoyama²⁾, T. Yamamoto²⁾, Y. Kajino²⁾, H. Sumida³⁾, S. Mineoi³⁾

所属名 (日本語)

:1) 京都大学大学院工学研究科, 2) 兵庫県立大学, 3) マツダ

Affiliation (English)

:1) Kyoto University, 2) University of Hyogo, 3) Mazda, Co., Ltd.

キーワード: オペランド分光、半導体物性、触媒反応

1. 概要 (Summary)

Au 薄膜/Si 基板界面を形成すると、室温においても Si の酸化反応が進行し、SiO₂(シリカ)が数 10 nm 以上もの厚さで最表面に形成される。その特異な挙動の反応機構として、Au/Si 界面に Au-Si 拡散層が存在し、Si 結晶の融点が下がることにより Si 原子の共有結合が切れて Au 金属粒界を高速拡散する、というモデルが提案されている[1]。一方、well-defined な Au/Si 界面作製と軟 X 線光電子分光により、AuSi シリサイド合金は形成するが、Au-Si 拡散層は存在せず界面はシャープであることも指摘された[2]。では、なぜ、室温で Si の酸化反応が進行するのだろうか? Au は Si の酸化触媒として働くのだろうか? これらの疑問を解明すべく、酸素雰囲気中オペランド軟 X 線光電子分光による Au/Si 界面反応計測を行なった。

2. 実験(目的,方法) (Experimental)

実験は SPring-8, BL-23SU の表面化学ステーションにて行なった。Si 基板上に Au 蒸着膜(50 nm 程度)を形成し、室温~500°Cの昇温/降温過程、酸素分圧 1x10⁻⁴ Pa の条件下で界面反応をさせつつデータを取得した。

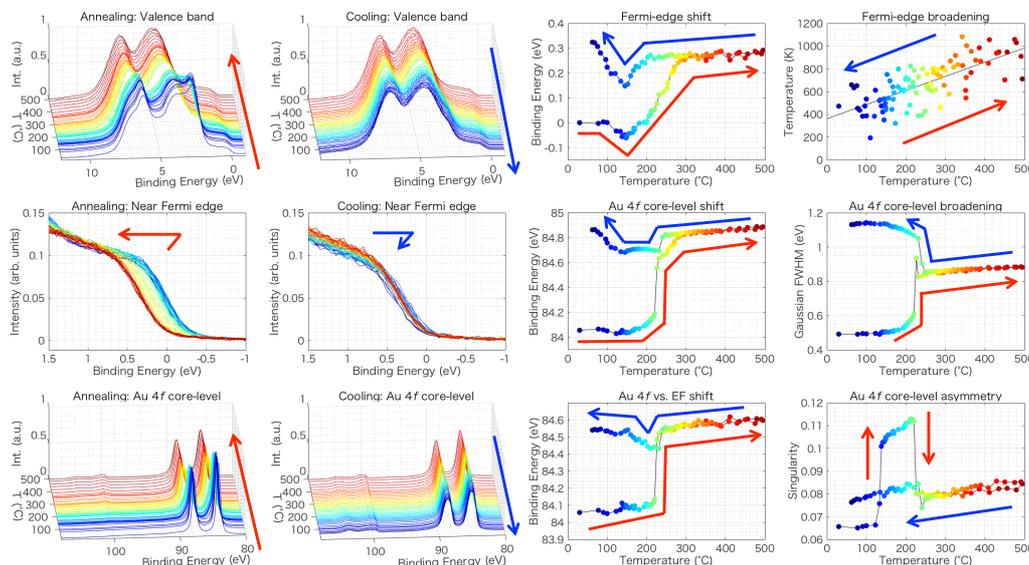


図 1. Au 薄膜/Si 基板界面反応下の価電子帯と Au 4f 内殻準位スペクトル変化(左)。赤矢印は昇温過程、青矢印は降温過程を示している。右図には、フェルミ端シフトとブロードニング、Au 4f 内殻準位シフトとブロードニング、Au 4f とフェルミ端の差のシフトと Au 4f 内殻準位の非対称パラメータの温度依存性、のプロットデータを示している。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

図 1 に実験結果を示す。250°C 付近で価電子帯および Au 4f 内殻準位スペクトルが高結合エネルギー側へ急激にシフトし、Au 膜から AuSi 合金相への相転移が確認された。その相転移温度よりも低い 100~150°C 付近で、フェルミ端が若干低結合エネルギー側にシフトしたことが重要である。この振る舞いは、Au が Si 系の何らかの拡散種から電子を奪い、Si の酸化反応を促す働き、すなわち触媒機能として働いていることを意味している。

4. その他・特記事項 (Others)

[1] A. Hiraki *et al.*, Appl. Phys. Lett. **18**, 178 (1971).

[2] J.-J. Yeh *et al.*, Phys. Rev. Lett. **70**, 3768 (1993).