

研究 成 果 報 告 書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		配列状態制御分子ビームを用いた銅表面の化学反応制御			
研究テーマ (欧文) AZ		Control of Surface Chemical Reactions on Cu surfaces by Aligned Molecular Beams			
研究氏 代表名 者	カタカナ CC	姓)オカダ	名)ミチオ	研究期間 B	2010 ~ 2011 年
	漢字 CB	岡田	美智雄	報告年度 YR	2012 年
	ローマ字 CZ	OKADA	Michio	研究機関名	大阪大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		大阪大学 科学教育機器リノベーションセンター・ 教授			
<p>概要 EA (600 字～800 字程度にまとめてください。)</p> <p>表面・界面がもつ機能性の解明には、表面化学や原子・分子化学の立場からの新しい手法の導入が必須である。我々は、表面のもつ機能を高い空間・時間分解能で理解することを目指す中で、衝突誘起アライメント機構を応用した表面反応立体ダイナミクス研究のための超高真空対応型配列分子線発生装置の開発を行ってきた。六極磁場を用いる配列制御に比べて、扱える分子種の幅が広いのが特徴である。現在、装置はほぼ完成し、調整を行っているところであり、今後配列分子線装置を用いた表面反応研究を行っていく予定である。以下、銅表面の酸化反応過程に関する研究について報告する。次世代のナノ配線材料として銅 (Cu) をベースとしたナノ構造は有用であることが期待されている。また、配線材料という観点からは、酸化による腐食が重要な問題となる。我々は、その Cu の酸化プロセスのダイナミクスを詳細に理解し極薄酸化膜生成を制御しようとしている。2 eV 程度の並進エネルギーをもつ超熱領域の酸素分子線 (HOMB) による Cu 表面の酸化物生成過程が、表面ステップ形状にどのように依存するかについて、高分解能 X 線光電子分光法 (XPS) を用いて調べた。どのステップ表面でも、室温においては、一様な Cu₂O 薄膜が主として生成することが、価電子バンドや Cu オージェ電子ピークの測定からわかった。一方、酸化反応効率は、よりオープンな構造を有するステップ表面ほど高い事がわかった。すなわち、Cu₂O 相の生成には、HOMB のエネルギー以外に、Cu や O 原子の拡散が寄与していると考えられる。今後は前述の配列分子線装置を用いて、酸化物生成にどのように分子配列が寄与するか、立体化学的立場から調べる予定である。</p>					
キーワード FA	分子ビーム	量子状態 (配列状態) 制御	表面化学反応制御	銅酸化過程	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 ^{GB}	The temperature dependence of Cu ₂ O formation on a Cu(110) surface with an energetic O ₂ molecular beam							
	著者名 ^{GA}	M. Hashinokuchi 他 3 名	雑誌名 ^{GC}	J. Phys. : Condens. Matter					
	ページ ^{GF}	395007-1~8	発行年 ^{GE}	2	0	1	2	巻号 ^{GD}	24
雑誌	論文標題 ^{GB}	The effect of step geometry in copper oxidation by hyperthermal O ₂ Molecular beam: Cu(511) vs Cu(410)							
	著者名 ^{GA}	M. Okada 他 3 名	雑誌名 ^{GC}	J. Chem. Phys.					
	ページ ^{GF}	094704-1~8	発行年 ^{GE}	2	0	1	2	巻号 ^{GD}	136
雑誌	論文標題 ^{GB}	Ethylene adsorption on regularly stepped copper surface: C ₂ H ₄ on Cu(210)							
	著者名 ^{GA}	D. Yamazaki 他 3 名	雑誌名 ^{GC}	Surface Science					
	ページ ^{GF}	934~940	発行年 ^{GE}	2	0	1	1	巻号 ^{GD}	605
雑誌	論文標題 ^{GB}	Kinetics and dynamics in physisorption of CH ₃ Cl on HOPG : Surface temperature and molecular orientation dependence							
	著者名 ^{GA}	M. Hashinokuchi 他 3 名	雑誌名 ^{GC}	Physical Chemistry Chemical Physics,					
	ページ ^{GF}	6584~6589	発行年 ^{GE}	2	0	1	1	巻号 ^{GD}	13
雑誌	論文標題 ^{GB}	Oxidation of TiNi Surface with Hyperthermal Oxygen Molecular Beams							
	著者名 ^{GA}	M. Okada 他 3 名	雑誌名 ^{GC}	Applied Surface Science					
	ページ ^{GF}	4257~4263	発行年 ^{GE}	2	0	1	1	巻号 ^{GD}	257

欧文概要 EZ

We have studied how the initial conditions of an incident molecule, i.e. translational energy and/or internal states, affect on the following surface chemical reactions. For that purpose, we have constructed new apparatuses for elucidating the mechanisms of surface chemical reactions by controlling the molecular orientation and alignment. We consider that, in this research project, we could develop the basis for the research of stereodynamics of surface chemical reactions. The apparatus of the alignment-controlled molecular beam is still under construction and tuning. However, soon it will become available. Here, we report the preliminary results of the Cu oxidation using the molecular beams. Steps are known to be often the active sites for breaking of O₂ molecules and the starting points for the growth of oxide films since they provide paths for subsurface migration and oxygen incorporation. In order to unravel the effect of their morphology in the oxidation of Cu surfaces we present here a detailed investigation of the O₂ interaction with Cu(511) and compare it with previous results obtained for Cu(410), a surface exhibiting terraces of the same size and geometry but a different step morphology. Oxidation has been monitored *in situ* by X-ray photoemission spectroscopy performed with synchrotron radiation. As for Cu(511), Cu₂O formation gradually starts above half a monolayer oxygen coverage and the ignition of oxidation can be lowered to room temperature by dosing O₂ via a supersonic molecular beam at hyperthermal energy. The oxidation rate comes out to be lower than for Cu(410) at normal incidence while it is nearly the same for molecules impinging normally to the terraces. We can thus conclude that the (111) like geometry of the step rise, proper of Cu(511), is less effective for oxidation than the (110) like step geometry of Cu(410). A collision induced absorption mechanism can explain the experimental findings for both surfaces. In the near future, we will elucidate the stereodynamical view of these chemical reactions using newly constructed apparatus.