



BL-8 SORIS ビームライン

◆概要

紫外線より短波長の光を固体表面に照射すると、その光のエネルギーをもらい、表面近傍の電子が固体表面より放出される。この電子のエネルギー・角度分布を測定することで、化学結合状態や価電子のバンド構造などを定量的に解析することが可能である(光電子分光)。放射光[Synchrotron Radiation(SR光)、または、Synchrotron Orbital Radiation(SOR)]を使えば、光の波長(エネルギー)を連続的に変化させることができ、最表面に敏感な測定が可能になる等、多くのメリットが生まれる。また、SR光の偏光特性を利用し、表面に吸着した原子(分子)の配向が決定可能である。さらに、このビームラインには、中エネルギーイオン散乱分析装置が結合されており、これによって固体表面の原子配列・組成が実空間で直接決定可能である。SR光の光電子分光により電子状態を、イオン散乱分光により原子配列を決定でき、固体表面を総合的かつ高分解能で分析することが可能である[SOR coupled with Ion Scattering Spectroscopy (SORIS)]。

◆システム構成

本ビームラインは、超高真空中での試料作製と SRによる光電子分光にイオン散乱分光を組み合わせて、*in-situ* 分析を可能とした複合装置である。Molecular Beam Epitaxy (MBE)によるヘテロエピタキシャル成長・超格子の製膜ができる。また、光電子分光では電子構造についての情報が得られ、イオン散乱分光により原子配列・元素組成などが決定可能である。本ビームラインには、イオン加速器による(6軸ゴニオメータ + トロイダル分析器付)中エネルギーイオン散乱[Medium Energy Ion Scattering spectroscopy(MEIS)]システムが結合されており、表面界面の原子配列を約 0.01 Å の精度で決定できる。深さ分可能は、Siに対して 2~3 Å が得られ、表面近傍の Layer-by-layer 分析が可能である。



◆SORIS ビームラインの仕様

光電子分光部

SR光分析器	不等間隔回折格子 前置鏡(シリンダー) 後置鏡(トロイダル) 5 ~ 100 eV, 30 ~ 700 eV
分解能	$E/\Delta E = 1500 \sim 5500$
真空度	$\sim 2 \times 10^{-8}$ Pa
ビームサイズ	2(H) × 1(V) mm ²
光強度	$10^{10} \sim 10^{11}$ Photons/s/300 mA
光電子分光器	PHI model 10-360 Omni Focus III
真空度	$\sim 1 \times 10^{-8}$ Pa
その他	5 軸マニュピレータ X 線吸収微細構造測定(全電子・部分電子収量)も可

イオン散乱部

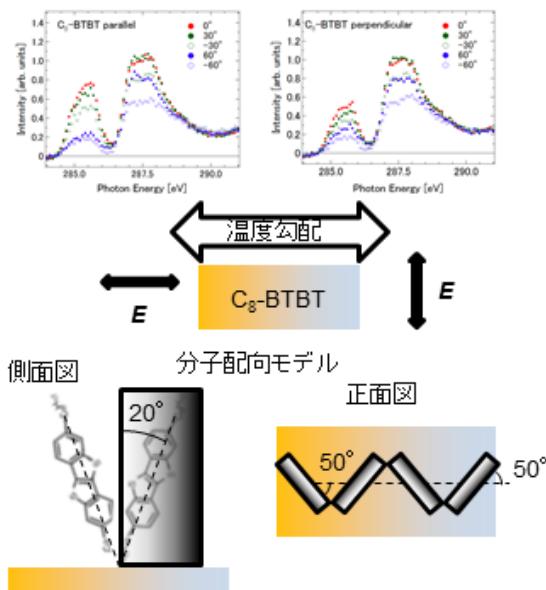
エネルギー分析器	トロイダルアナライザー
利用イオンビーム	H^+ 、 He^+ 、 Ne^+
エネルギー範囲	5 ~ 170 keV
分解能	$E/\Delta E = 1100$
真空度	$\sim 1 \times 10^{-8}$ Pa
ビームサイズ	0.18(H) × 2.0(V) mm ²
ビーム強度	~ 10 nA
その他	6 軸ゴニオメータ(回転 3 軸、並進 3 軸)、昇温(室温~ 800°C)

他装置

MBE 室	K-セル 3 本(Au、Ni、Cu)、反射高速電子線回折(RHEED)
処理室	スパッタイオン銃(4 keV)、赤外線加熱装置(室温~ 1200°C)、ガス導入

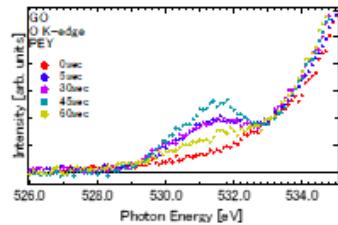
◆測定例

分子配向の決定



H. Watanuki et al., e-J. Surf. Sci. Nanotech. **16**, 79 (2018)

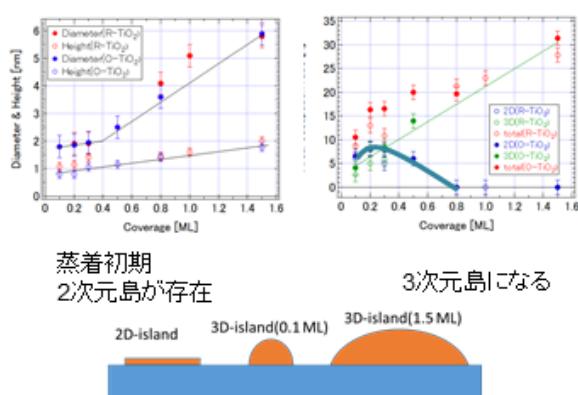
グラフェンの酸化過程における官能基の付加



酸化初期:酸素官能基(C=O, C-O-C)の付加
長時間酸化:酸素官能基の減少 グラフェンが変化?

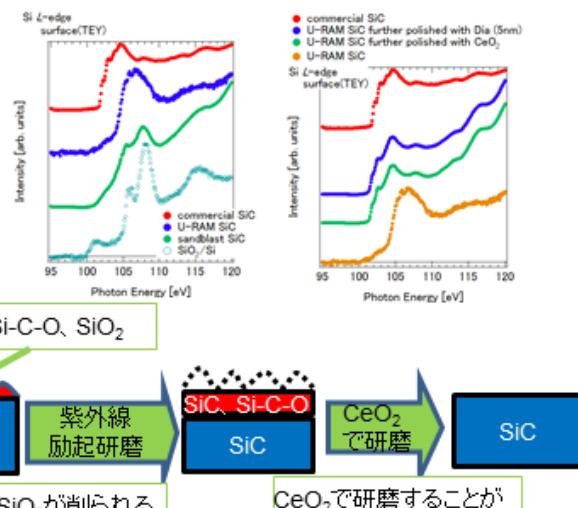
K. Takaoka et al., e-J. Surf. Sci. Nanotech. **16**, 320 (2018)

Cuナノ粒子の成長過程



T. Aoki et al., e-J. Surf. Sci. Nanotech. **16**, 225 (2018)

紫外線励起研磨されたSiCの化学状態変化



M. Takizawa et al., e-J. Surf. Sci. Nanotech. **16**, 283 (2018)

◆近年の成果

- [1] Kota Takaoka, Shiro Entani, Seiji Sakai, Kei Mitsuhashi, and Masaru Takizawa: "Chemical and Electronic State Analyses of Oxidizing Graphene", e-J. Surf. Sci. Nanotech. **16**, 320 (2018).
- [2] Masaru Takizawa, Akihiro Hata, Kei Mitsuhashi, and Takeshi Tanaka: "Chemical State Modification of 4H-SiC by Ultraviolet-Ray Aided Machining", e-J. Surf. Sci. Nanotech. **16**, 283 (2018).
- [3] Toshitaka Aoki, Kei Mitsuhashi, and Masaru Takizawa: "Growth Mode Analysis of Cu Nanoparticles on Rutile TiO₂(110)", e-J. Surf. Sci. Nanotech. **16**, 225-228 (2018).
- [4] Hidetaka Watanuki, Kei Mitsuhashi, and Masaru Takizawa: "Molecular Orientation Analysis of a C₈-BTBT Thin Film Grown under an External Temperature Gradient", e-J. Surf. Sci. Nanotech. **16**, 79 (2018).
- [5] Takeshi Tanaka, Masaru Takizawa, and Akihiro Hata: "Verification of the Effectiveness of UV-Polishing for 4H-SiC Wafer Using Photocatalyst and Cathilon", Int. J. of Automation Technology **12**, 160 (2018).
- [6] F. E. Farina, W. S. B. Azmi, K. Harafuji: "Ultraviolet-ozone anode surface treatment and its effect on organic solar cells", Thin Solid Films **623**, 72 (2017).
- [7] H. Sato, W. S. B. Azmi, Y. Onaru, K. Harafuji: "Degradation by ultra-violet light and its mechanism in organic solar cells", Org. Electron. **37**, 386 (2016).