

産総研で開発した装置による技術支援

Technical Support Using Equipment Developed by AIST

「技術支援貢献賞」受賞 / Best Technical Support Contribution Award

受賞者：石塚 知明 (産業技術総合研究所)

Awardee: Tomoaki Ishitsuka (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST))

KEY WORDS Photoelectron spectroscopy, SEM-EDX, X-ray absorption spectroscopy



概要 | Overview

産総研 先端ナノ計測施設 (ANCF) では、市販装置ではない独自に開発した計測装置や技術を中心に公開している。産総研で原理を開発し実用化した極端紫外光光電子分光装置、産総研が開発した超伝導検出器を搭載し既存装置を上回る分解能と感度を実現した超伝導蛍光X線検出器付走査型電子顕微鏡、及び超伝導蛍光収量X線吸収微細構造分析装置などがある。本発表では受賞者が担当するこれら3装置について紹介する。

At AIST Nanocharacterization Facility (ANCF), we mainly provide public share-use of our proprietary measuring equipment and technologies that are not commercially available. Photoelectron spectroscopy with a pulse EUV source was invented and developed at AIST. In addition, scanning electron microscope and X-ray absorption fine structure analyzer are equipped with a superconducting detector developed by AIST to achieve higher resolution and sensitivity than existing devices. In this presentation, I will introduce these three apparatuses that I am in charge of.

極端紫外光光電子分光装置 (EUPS)

Photoelectron spectroscopy with a pulse EUV source

● 原理、特徴

高出力短パルスレーザーをBN丸棒ターゲットに照射し、生成したプラズマからのホウ素イオンの輝線 (255.17eV) を楕円鏡で試料上に集光する。試料から放出される電子を飛行管で遅延させ、電子の到達時間を運動エネルギーに変換してエネルギースペクトルを得る (図1)。

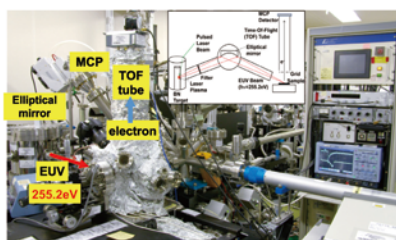


図1. EUPSシステムの全景

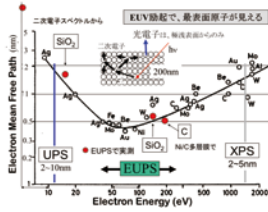


図2. 電子のエネルギーと平均自由行程の関係

・励起光の光エネルギー250eVで光電子の運動エネルギーが、電子の脱出深度が最も浅い0.5nmの領域になるので (図2)、最表面原子層の情報が検出できる (図3)。

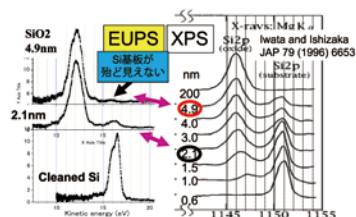


図3. EUPSとXPSの比較

・パルス光源を活かして飛行時間法 (TOF法) で電子のエネルギー分光を行うため、全エネルギー領域の電子が同時に測定でき、少ない照射数で広いエネルギー領域のスペクトルが得られる (図4)。さらに帯電が抑制できるため、絶縁物の測定が可能である。

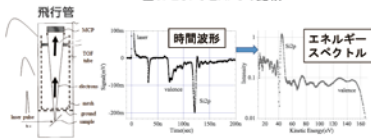


図4. 飛行時間 (TOF) 型の電子分光

・光源の輝度が極めて高く瞬時の光子密度が非常に高いので、超薄膜の抵抗が評価でき、また、励起光強度依存からバンド曲がりや、ミリ秒以下の寿命の電荷捕獲中心が評価できる。

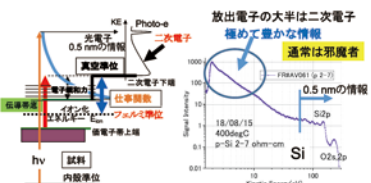


図5. 光電子分光法とエネルギースペクトル

・二次電子スペクトルを使って (図5)、絶縁物の仕事関数、粉末試料の導電率、電子のエネルギー緩和速度、などが評価できる。

超伝導蛍光X線検出器付走査型電子顕微鏡 (SC-SEM)

Scanning electron microscope with a superconducting tunnel junction X-ray detector

● 原理、特徴

半導体X線検出器に匹敵するスループットと波長分散型検出器と同等のエネルギー分解能をもつ超伝導検出器 (STJ検出器) を搭載し、SEMで試料表面を観察しながら、高感度でエネルギー分散型X線分析を行うことができる (図6、図7)。

- ・蛍光X線エネルギー範囲: 100 eV~2000 eV
- ・エネルギー分解能: 約7 eV @400 eV X-ray
- ・計数率: 200 kcps

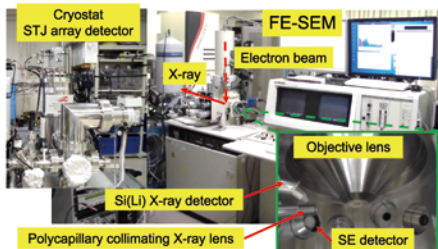


図6. SC-SEMシステムの全景

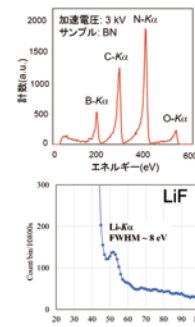


図7. 測定例

超伝導蛍光収量X線吸収微細構造分析装置 (SC-XAFS)

X-ray absorption fine structure analyzer with a superconducting fluorescence detector

● 原理、特徴

高エネルギー加速器研究機構・放射光施設の軟X線ビームラインを光源として用い、超伝導検出器 (STJ検出器) を用いたエネルギー分散型X線分析により、蛍光収量法によるX線吸収スペクトルを測定する (図8)。

- ・X線吸収分光法は、特定元素に着目して、元素周辺のナノ構造 (価数、電子状態、結合距離等) が測定できる。
- ・蛍光収量法は、軟X線領域でもバックグラウンドが小さいため、極微量の元素でも検出可能である。
- ・超伝導検出器は優れたエネルギー分解能を有するため、微量の軽元素・遷移金属元素の分離・検出ができる (図9)。

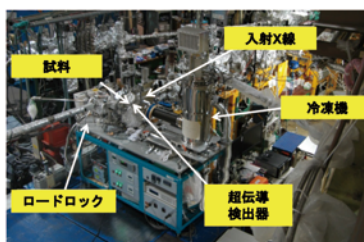


図8. SC-XAFSシステムの全景

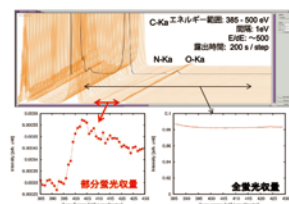


図9. SiC 層間ドープの吸収端スペクトル

CONTACT

産業技術総合研究所 先端ナノ計測施設 AIST Nanocharacterization Facility (ANCF)
URL : <https://unit.aist.go.jp/rima/nanotech/>