

3次元走査型光電子顕微鏡装置 (3D ナノ ESCA) の開発

○中村友紀¹, 豊島安志¹, 豊田智史^{1,2,3}, 堀場弘司^{1,2,3},
組頭広志^{1,2,3}, 尾嶋正治^{1,2,3}, 雨宮健太^{2,4}
東大院工¹, JST-CREST², 東大放射光機構³, KEK-PF⁴

1. はじめに 電子デバイス構造の微細化に伴い、100 nm 以下での微小領域における電子状態の深さ方向分布解析に対するニーズが高まっている。しかしながら、これまで非破壊でこのような情報を得られる測定手法は存在しなかった。そこで我々は、現在新しいコンセプトに基づいた 3 次元走査型光電子顕微鏡装置の開発を進めている。すなわち、ナノビームの 2 次元走査による走査型光電子顕微鏡測定に加え、角度分解型アナライザを用いた光電子角度依存性の一括取り込みと、最大エントロピー法 (MEM) を用いた深さ方向分布への一括変換とを組み合わせることにより、3 次元全ての方向における電子状態・化学結合状態の分布を、高いエネルギー分解能で得ることを目的としている。

2. 装置構成 図 1 に開発中の装置の概略図を示す。放射光のナノビーム集光には、フレネルゾーンプレート光学系を用いる。ゾーンプレートのパラメータは直径 200 μm 、最外ゾーン幅 35 nm であり、理論上は、放射光を 50 nm 以下に集光することが可能である。試料の 2 次元走査に関しては、ステッピングモーターによるマニピュレーター粗動(移動量 20 mm, 移動精度 5 μm)と、 piezo素子を用いた精動(移動量 100 μm , 移動精度 2 nm)を組み合わせることにより、迅速な位置決めと高い空間分解能を両立させる。電子アナライザとしては、広角度一括取り込み用に改造した Scientia R3000 を使用する。現在の取り込み角度は $\pm 18^\circ$ (角度分解能 1° 以内)であるが、将来的には $\pm 30^\circ$ まで拡張する予定である。全ての測定操作は LabVIEW プログラムを用いて制御している。

3. 性能評価 本装置は Photon Factory BL-16A において調整を進めており、現在までに垂直方向で 370 nm、水平方向で 520 nm の空間分解能を達成している。より高度化を図ることにより、50 nm 以下の空間分解能における 3 次元電子状態測定を目標としている。

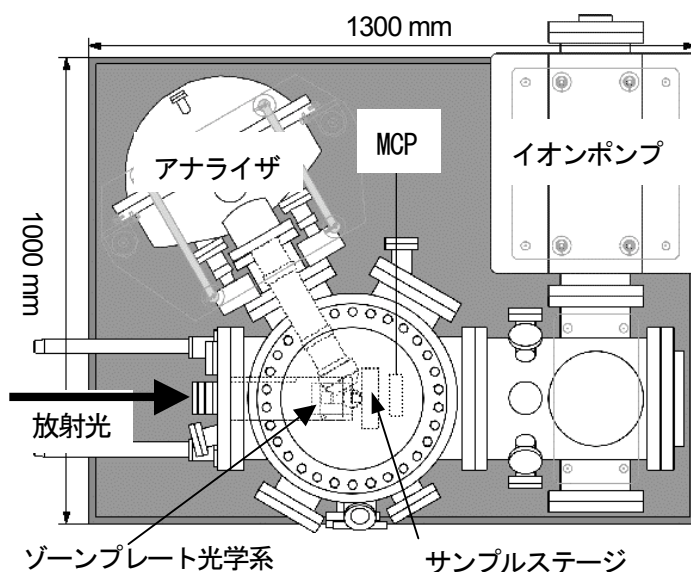


図 1. 開発を進めている 3 次元走査型光電子顕微鏡の概略図