

## フェムト秒レーザーの鉛直照射を用いた超高速 SEM の開発

Development of ultrafast SEM by vertical illuminating configuration with femtosecond laser

筑波大数理<sup>1</sup> ○江本 悠河<sup>1</sup>, 山本 祐揮<sup>1</sup>, 嵐田 雄介<sup>1</sup>, 岸部 義也<sup>1</sup>,

赤田 圭史<sup>1</sup>, 吉田 昭二<sup>1</sup>, 羽田 真毅<sup>1</sup>, 藤田 淳一<sup>1</sup>

Univ. of Tsukuba<sup>1</sup> ○Yuuga Emoto<sup>1</sup>, Yuki Yamamoto<sup>1</sup>, Yusuke Arashida<sup>1</sup>, Yoshiya Kishibe<sup>1</sup>,

Keishi Akada<sup>1</sup>, Shoji Yoshida<sup>1</sup>, Masaki Hada<sup>1</sup>, Jun-ichi Fujita<sup>1</sup>

E-mail: [s2020252@s.tsukuba.ac.jp](mailto:s2020252@s.tsukuba.ac.jp)

汎用型走査電子顕微鏡(JSM-7200F, JEOL)とフェムト秒レーザーを組み合わせたポンプ・プローブ法による、物質表面における sub-ピコ秒ダイナミクス観測のための高速走査型電子顕微鏡可視化装置の開発を行ったので報告する。本研究では、電子顕微鏡の中間カラムに 45° 傾斜ミラーを導入することで、電子銃先端に電子線と同軸方向からレーザーを照射させる光学系を開発した。装置の概略を Fig. 1 に示す。電子源は ZrO/W の熱電界放型(TFE)電子銃で、通電過熱の電流量を調整することによりチップの温度を調整することができる。波長 1030 nm、パルス幅 290 fs のパルスレーザー(Pharos, Light Conversion 社)を光源として使い、BBO 結晶で 3 倍波の 343 nm (3.6 eV) を生成して、50 kHz のパルス周期で電子顕微鏡筐体に導入している。

レーザー照射時の二次電子検出器(SED)の波形を Fig. 2 に示す。最初の立ち上がりは、筐体内部での 343 nm レーザー散乱光を拾ったものである。レーザー照射によって生成された電子は 15 kV の加速を受けてアノード下端から一次電子として放出される。チップ先端から試料までの距離が約 50 cm で、この間の TOF が約 10 ns かかる。一方、試料表面から発生した二次電子は数 eV 程度である。この 2 次電子が SED シンチレータの表面近傍までの 10 cm 程度飛行するのに約 200 ns 遅延し、Fig. 2 に示す約 200 ns 遅延した二つ目の信号ピークが形成されると考えられる。次に、レーザーの ON/OFF 状態切り替えに伴う SEM 像の画像コントラスト変化を Fig. 3 に示す。チップ温度を 1000 K 付近に調整した場合、レーザー OFF に伴う SEM 画像の消失に 3 秒程度の緩和時間が観測された。一方、チップ温度を 600 K 付近に設定した場合は画像コントラストが瞬時に変化した。フィラメント電流を制御することで、レーザー照射に伴う熱励起成分 (DC 成分) を効果的に抑制できたことが分かる。

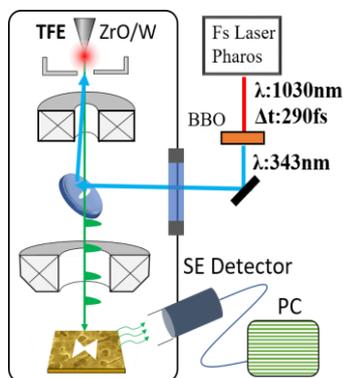


Fig.1. Optical scheme of laser irradiation on electron gun.

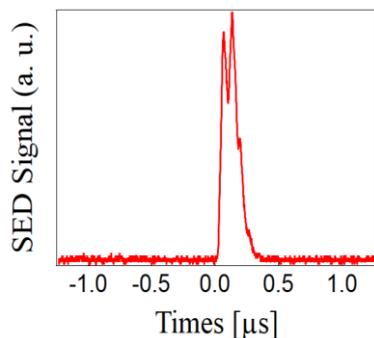


Fig.2. Pulsed SED signal measured by oscilloscope.

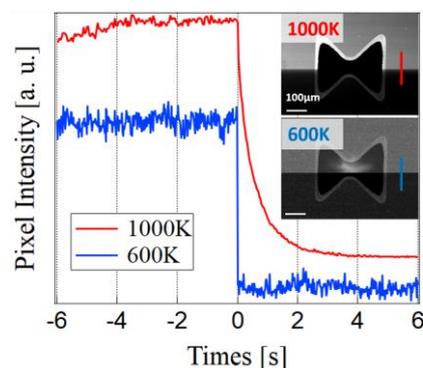


Fig.3. Contrast changes between laser ON and OFF