

表面キャリアダイナミクスの観察に向けた フェムト秒レーザーを用いた超高速走査型電子顕微鏡の開発

Development of Ultrafast Scanning Electron Microscope Using Femtosecond Laser for Observation of Surface Carrier Dynamics

筑波大数理, [○]山本 祐揮, 江本 悠河, 嵐田 雄介, 岸部 義也,
赤田 圭史, 羽田 真毅, 吉田 昭二, 藤田 淳一

Univ. of Tsukuba, [○]Yuki Yamamoto, Yuuga Emoto, Yusuke Arashida, Yoshiya Kishibe,

Keishi Akada, Masaki Hada, Shoji Yoshida, and Jun-ichi Fujita

E-mail: s2020300@s.tsukuba.ac.jp

半導体デバイスの微細化、高速化を展開していくには、材料表面キャリアの高速なダイナミクスを実空間で動的に観察することが不可欠である。我々の開発する超高速走査型電子顕微鏡 (Ultrafast Electron Microscope, S-UEM) とは、電子顕微鏡の優れた空間分解能と超高速フェムト秒レーザーを用いた分光法の時間分解能を融合させる手法である[1]。S-UEM では、二次電子検出に光学的なポンププローブ法を導入し試料の動的な観察を可能とする[2]。

S-UEM 装置の概略を Fig. 1 に示す。SEM (JSM-7200F, JEOL) とフェムト秒レーザー (Light Conversion 社 Pharos) を用いた。光源は基本波 (中心波長 1030 nm, パルス幅 290 fs, 繰返し 100 kHz) を 2 本のビームラインに分割する。一方のビームは BBO 結晶を用いて、UV パルス(波長 343 nm)に波長変換する。この UV パルスを SEM 電子銃の ZrO/W チップに照射することで発生する光電子を 15 kV で加速させ試料に照射し二次電子を検出する。もう一方のビームは測定試料を励起するポンプ光(波長 515 nm)として用いる。

測定試料として Si の PIN フォトダイオードを使用した。SEM 観察像を Fig. 2 に示す。観測には、スポット径 40 μm に絞ったポンプ光を遅延ステージを走査させ、ポンプパルスとプローブ光電子パルスの試料到着のタイミングを -350 から 300 ps の範囲で変化したときの二次電子像を取得した。ポンプ光の照射により、Si のバンド間励起が誘起され一部の電子が価電子帯から伝導帯に遷移する。そこにプローブ電子が到達すると、励起された電子によって SE 発光の確率が高くなるため、コントラストの変化を引き起こす。当日は測定装置のセットアップやポンププローブ実験に関する考察について発表する。

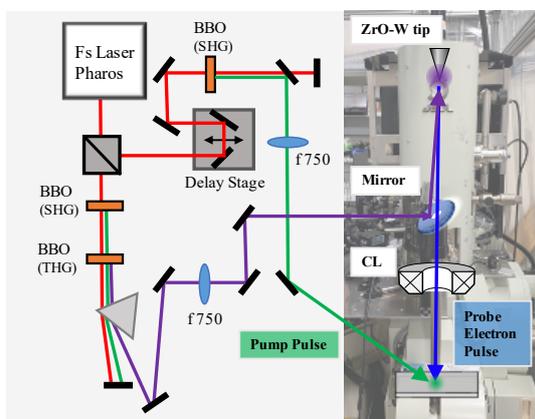


Fig 1. Schematic image of S-UEM.

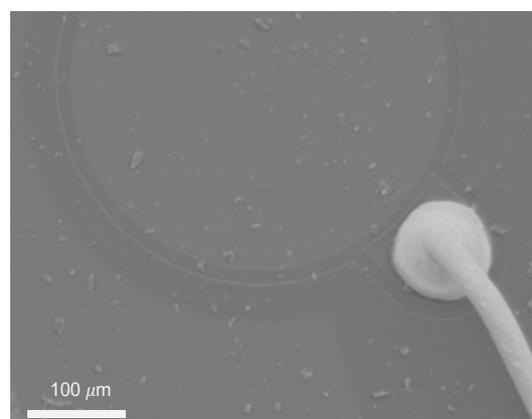


Fig. 2. SEM image of Si photodiode.

[1] D.-S. Yang *et al.*, Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 107, 14993 (2010).

[2] B. Liao *et al.*, Mater. Today Phys. 2, 46 – 53 (2017).