

# 高繰り返しレーザーによる超高速時間分解 SEM の時間分解能改善

## Improving the temporal resolution of a scanning ultrafast electron microscopy using high repetition laser

筑波大数理<sup>1</sup>, ○(M2)三浦 研介<sup>1</sup>, 土屋 遼平<sup>1</sup>, 吉田 昭二<sup>1</sup>, 藤田 淳一<sup>1</sup>, 嵐田 雄介<sup>1</sup>

Univ. of Tsukuba<sup>1</sup>, K. Miura<sup>1</sup>, R. Tsuchiya<sup>1</sup>, S. Yoshida<sup>1</sup>, J. Fujita<sup>1</sup>, Y. Arashida<sup>1</sup>

E-mail: arashida.yusuke.kb@u.tsukuba.ac.jp

近年、半導体デバイスの微細化および高速化が進む一方で、その動作を直接評価することがますます重要になっている。我々は、動作中の高周波電子デバイスの電位を直接理解することを目的として、走査電子顕微鏡 (SEM) とフェムト秒レーザーパルスを組み合わせた時間分解 SEM の開発を行っている [1]。この方法では、紫外パルスで生成した光電子パルスと、試料を励起するパルスによるポンププローブ法を用いることで、表面電位の高速変化を可視化することができる。しかし、我々のこれまでの報告において、電子パルス束に含まれる多電子間のクーロン反発 (空間電荷効果) によって、時間分解能は 43 ps にまで悪化していた [1]。今回は、この課題を改善する方法として高繰り返しレーザーによる空間電荷効果の低減に取り組んだ。

実験では波長 1030 nm、パルス幅 96 fs、繰り返し周波数 76 MHz、パワー 900 mW の高繰り返しモード同期レーザーを導入した。非線形波長変換によってパワー 150 mW の第四次高調波を生成した。これを電子銃に照射することで試料ステージ電流 10 pA (～0.8 電子/パルス) を達成した。Figure 1 にレーザー基本波によって光励起した光伝導スイッチの電極電位変化 [1] に伴う二次電子強度 (SE) の時間変化を示す。光伝導スイッチングによる電極電位の変化に伴う信号の立ち上がり幅は 3.7 ps となり、過去の 43 ps と比べ大幅な改善となった。この結果は本手法が帯域 0.3 THz 程度で動作する電子デバイスの電極電位変化を時間領域で直接観察する手法を与えるものであり、今後の超高速デバイスの設計に貢献することが期待される。

[1] Y. Arashida et al., ACS Photonics 11, 2171 (2024).

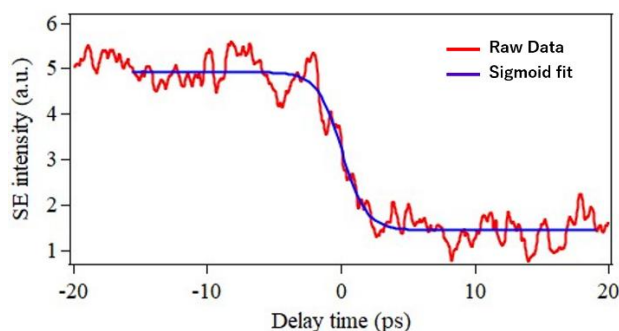


Fig. 1, transient waveform of the SE intensity on a photoconductive antenna.