

SOI ピクセル検出器の単電子検出性能の評価と電子線干渉実験への応用 Performance of single-electron detection with an SOI pixel detector and its application to electron beam interference experiments

名大院工¹, 名大未来研², KEK³

○(M1)石田 裕一¹, 石田 高史^{1,2}, 桑原 真人^{1,2}, 新井 康夫³, 齋藤 晃^{1,2}

Grad. Sch. of Eng., Nagoya Univ.¹, IMaSS, Nagoya Univ.², KEK³

○Yuichi Ishida¹, Takafumi Ishida^{1,2}, Makoto Kuwahara^{1,2}, Yasuo Arai³, Koh Saitoh^{1,2}

E-mail: ishida.yuichi.n6@s.mail.nagoya-u.ac.jp

Silicon-on-insulator (SOI)ピクセル検出器は高エネルギー加速器研究機構(KEK)で開発された CMOS イメージセンサであり、様々な放射線検出[1]に用いられている。我々は、SOI ピクセル検出器を透過電子顕微鏡のカメラとして用い、その性能の評価[2]を進めてきた。SOI ピクセル検出器は高感度で電子を検出できるため、低電子線量での透過電子顕微鏡観察に効果的であることが見込まれる。本研究では、汎用積分型 SOI ピクセル検出器 INTPIX4 の単電子検出性能を定量的に評価するとともに単電子検出性能のデモンストレーションとして電子線干渉縞を撮影した。[3]

本研究で用いた INTPIX4 のピクセル数とピクセルサイズ、センサ厚さはそれぞれ 512×832 ピクセル、 $17 \mu\text{m} \times 17 \mu\text{m}$ 、 $500 \mu\text{m}$ である。INTPIX4 を透過電子顕微鏡に搭載し、入射電子のエネルギーによってセンサ層で生じる電子ホール対の数を見積もることで、単電子検出が可能であることを定量的に評価した。電子線干渉実験では透過電子顕微鏡に搭載された電子線バイプリズムにより、波面を検出器上で重ね合わせることで干渉縞を生成した。また、本実験では単電子検出が行えるほど電子線量を小さくした状態で複数フレーム撮影し、それらの画像を積算した。

図 1 に INTPIX4 で捉えた電子線干渉縞を示す。白くなっている輝点が入射した電子を検出したピクセルを表している。干渉縞の強め合う領域に白い輝点が集中していることがわかる。複数フレームの積算により干渉縞が構成されたことは、検出される輝点が単電子によるものであり INTPIX4 を用いて電子の粒子性と波動性が確認できることを示している。発表当日は、 $120 \text{ keV} \cdot 200 \text{ keV}$ の電子に対する変調伝達関数や量子検出効率の測定結果を含む INTPIX4 の電子線イメージング性能についても報告する。

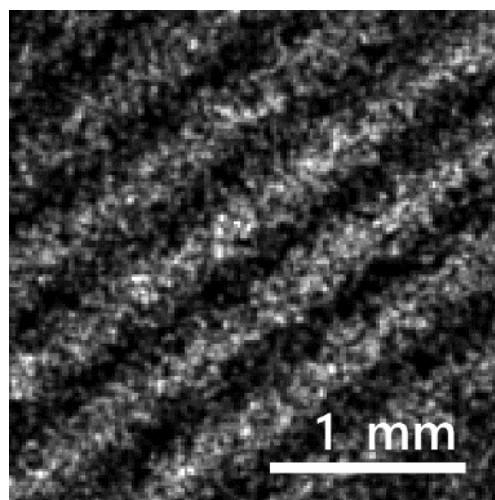


Fig. 1. Hologram taken with INTPIX4. The scale bar represents the size on the detector plane. (reproduced from [3])

[1] Y. Arai, Jpn. J. Appl. Phys. **57**, 1002A1 (2018).

[2] T. Ishida et al., Microscopy **70**, 321-325 (2021).

[3]石田 他, 第 85 回応用物理学会秋季学術講演会, 17p-D63-7