

# ピクセルサイズ $1.4 \times 1.4 \mu\text{m}^2$ の背面照射型軟X線撮像素子の開発

## Development of back-illuminated soft X-ray imaging device with a $1.4 \times 1.4 \mu\text{m}^2$ pixel size

東北大多元研 ○江島文雄, 応羽多野忠

IMRAM, Tohoku Univ., °EJIMA, Takeo, HATANO, Tadashi

E-mail: ejima@tagen.tohoku.ac.jp

### はじめに

軟 X 線は物質との相互作用が強く、2 次元検出器にはフォトダイオード層が露出する「背面照射型」が用いられてきた。しかし供給するメーカーが採用しているプロセスルールの制限により、これまで市販の軟X線用 2 次元検出器の多くがピクセルサイズ  $13 \times 13 \mu\text{m}^2$  のセンサーに限られてきた。2009 年頃からスマートフォン等に搭載される 2 次元検出器に背面照射型 CMOS センサーが使われるようになり、市場に大量に供給されるようになった。可視用と軟 X 線用では背面照射型センサーの構造が異なり、可視用センサーには色分解のためのカラーフィルターが表面に塗られている。そのため、可視用背面照射型センサーに軟 X 線を照射すると、このカラーフィルターにより吸収される。従って可視用の背面照射型 CMOS センサーを軟 X 線領域で動作させるためには、表面側のカラーフィルター層を除去し、ダイオード層に直接軟 X 線が照射される必要がある。

市販の科学教育用 PC ボードである Raspberry Pi に搭載される Pi Camera v1.3 には、画素数  $2592 \times 1944$  ピクセル、画素サイズ  $1.4 \times 1.4 \mu\text{m}^2$  の可視用背面照射型 CMOS センサー (OV5647, OmniVision) が搭載されている。本研究では、この CMOS センサーを利用してカラーフィルターを除去し軟 X 線領域に感度を持つかどうかを確かめることにした。

### 実験、結果および考察

カラーフィルターを除去した OV5647 を作製し、ペルチェ素子を接着して温度を 10 度以下に保った。Photon Factory BL-11D 光学素子評価ビームラインを用いて、量子効率の明らかな軟 X 線用フォトダイオード (AXUV100Al, Optodiode) と比較しながら、OV5647 の量子効率を測定した。OV5647 からの信号強度が一定になるように露光時間を調整して得られた軟 X 線画像を Fig.1 に示す。像は分光器の状態を反映して横方向に伸び、高エネルギー側になるにつれ縦方向にも伸びた。

光強度計測は、OV5647 の遮光部分により暗電流計測を行い、測定値から暗電流値を差し引いた値を光強度とした。光強度は、内蔵の 10bit の AD 変換素子によりデジタル化され、その値を露光部分のピクセル数、露光時間、AXUV100Al の値で規格化し、総体量子効率とした。得られた結果を Fig.2 に示す。300eV 付近と 450eV 付近の量子効率の値がその他の光エネルギーに比べて低かった。光エネルギー間隔が粗いためにはっきりとしないが、カラーフィルターの残材成分による吸収構造の可能性はある。

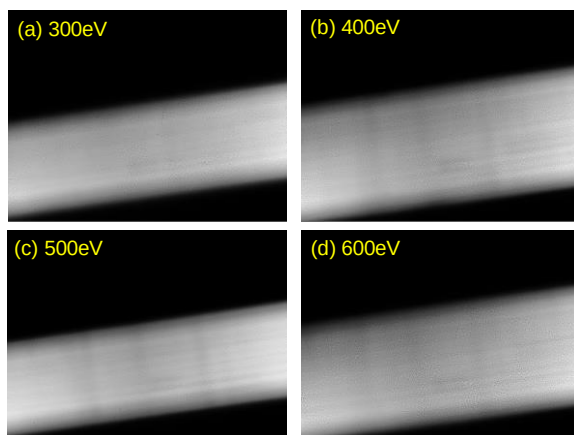


Fig.1 : Exposure time is 3.5 s, (a), 0.26 s, (b), 0.2 s, (c), and 0.04s, (d).

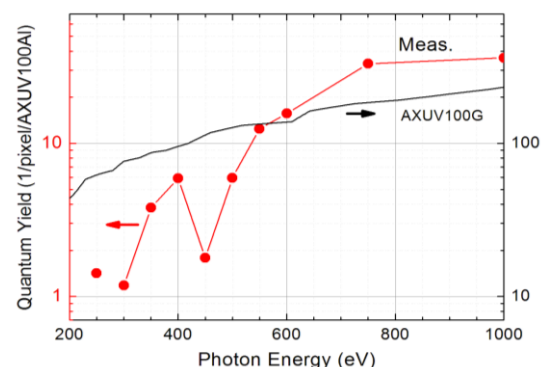


Fig.2 : Relative quantum efficiency of OV5647 (red line and circles), and quantum efficiency of AXUV100G (Optodiode Co. Ltd.) (black curve).