

軟 X 線・EUV 用 CMOS イメージセンサの開発

CMOS Image Sensor Development for Soft X-ray and EUV Application

兵庫県立大学¹, 静岡大学², Gpixel Inc.³ ○寺西信一^{1,2}, 原田哲男¹,

渡邊健夫¹, Quan Zhou³, 木村雅俊³, Jan Bogaerts³, Xinyang Wang³

Univ. of Hyogo¹, Shizuoka University², Gpixel Inc.³, °N. Teranishi^{1,2}, T. Harada¹,

T. Watanabe¹, Q. Zhou³, M. Kimura³, J. Bogaerts³, X. Wang³

E-mail: teranisi (a) lasti.u-hyogo.ac.jp

軟 X 線・EUV 用途に適した 2k x 2k 画素の裏面照射型 CMOS イメージセンサを開発した[1]。現在主に使用されている CCD イメージセンサ(e2v 社 CCD42-40)に比較して、読み出し速度は 78 s から 42 ms へ大幅に改善した。量子効率は 80 eV から 1,000 eV において 90 %以上(Fig.1(a))、ノイズは高速な読み出し時間にも拘わらず 2.5 e⁻rms と優れている。

Gpixel 社の可視光用裏面照射型 CMOS イメージセンサ GSENSE400BSI をベースとし、裏面(入射面)側のプロセスを変更した。量子効率向上と X 線ダメージを防止するために、裏面の正孔層をボロンのイオン注入で浅く形成したこと、および、裏面側に絶縁膜を形成しなかったことを特徴としている。この結果、Fig.1(a)に示すように、高い量子効率を得られた。また、シングルイベント測定では EUV 領域でもピークが分離できるエネルギー分解能を得られた (Fig.1(b))。X 線耐性は、裏面に自然酸化膜しかなくチャージアップし難いこと、シリコン厚が 9.5 μm であり、600 eV 以下では 10⁻⁶ 以下の透過率で表面側のトランジスタや信号電子蓄積部へのダメージが小さいために、6×10¹⁰ photon/pixel の照射においてダメージが無視できる照射耐性を得られた。

[1] Harada, T.; Teranishi, N.; Watanabe, T.; Zhou, Q.; Bogaerts, J.; Wang, X. High-exposure-durability, high-quantum-efficiency (>90%) backside-illuminated soft-X-ray CMOS sensor. Appl. Phys. Exp. Vol. 13, 016502, 2020.

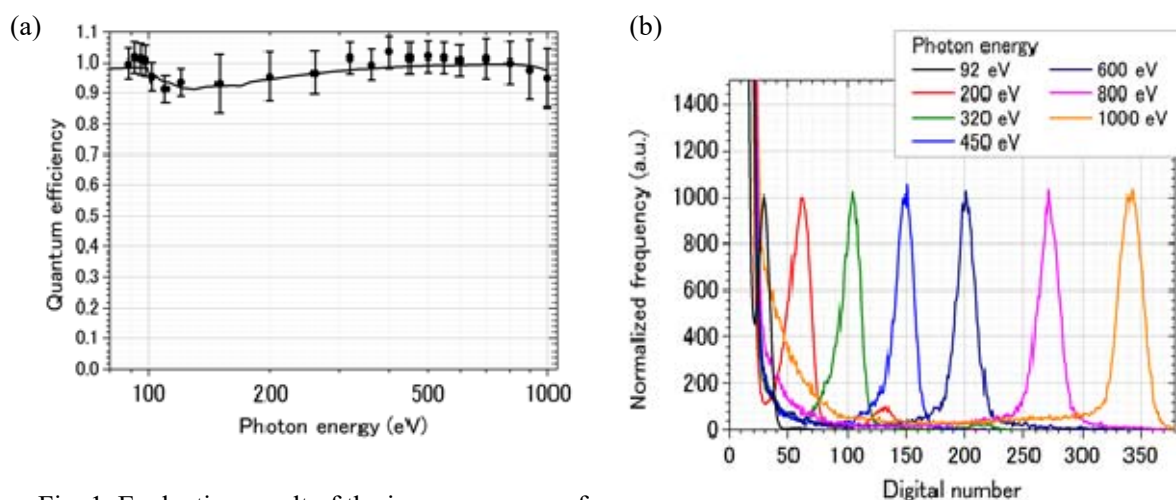


Fig. 1. Evaluation result of the image sensor performance.

(a) quantum efficiency in 80 – 1,000 eV region, and (b) histogram of single event frequency.