

電荷増倍機能を有する結晶セレン膜積層型 8K 撮像デバイスの 暗電流低減に向けた電子ブロッキング層の導入

Effects of an electron blocking layer on the dark current reduction in the carrier multiplication-type c-Se-stacked 8K CMOS image sensors

NHK 放送技術研究所¹, 東京理科大学² ○為村 成亨¹, 峰尾 圭忠¹, 新井 俊希¹, 渡部 俊久¹,
宮川 和典¹, 久保田 節¹, 西本 啓介², 杉山 睦², 難波 正和¹

NHK Science & Technology Research Laboratories¹, Tokyo University of Science²

○Shigeyuki Imura¹, Keitada Mineo¹, Toshiki Arai¹, Toshihisa Watabe¹, Kazunori Miyakawa¹,
Misao Kubota¹, Keisuke Nishimoto², Mutsumi Sugiyama², Masakazu Nanba¹

E-mail: imura.s-la@nhk.or.jp

【背景と目的】

近年、撮像デバイスの画素の微細化が急速に進み、1画素あたりの入射光量の減少に伴う感度低下が課題とされている。この課題を解決するために我々は、従来のシリコンよりも高効率な光電変換膜材料として、電荷増倍機能を有する結晶セレン(crystalline selenium: c-Se)を回路上に積層した高感度な撮像デバイスの開発を進めている[1]。これまでに Se 中の結晶欠陥を抑制し、膜内で発生する暗電流を低減できる見通しを得たことについて報告した[2]。一方、外部電極からの電子注入に起因した暗電流の増加は依然として課題であった。今回、電子ブロッキング層として p 型ワイドギャップ半導体である酸化ニッケル(nickel oxide: NiO)を導入した 8K 撮像デバイスを作製した。NiO の導入により、増倍時の暗電流が 1/30 以下に低減し、明瞭な増倍画像を得ることができたので報告する。

【デバイス作製】

8K 信号読み出し回路上に RF スパッタ法により膜厚 20 nm の NiO を成膜した後、蒸着法により結晶核であるテルル、続いて膜厚 300 nm のアモルファス Se を成膜し、大気中で加熱し c-Se を作製した。その後、RF スパッタ法により正孔ブロッキング層として膜厚 20 nm の酸化ガリウムを成膜し、最後に DC スパッタ法により透明導電膜として ITO を成膜した。高い電子ブロッキング性能を実現するため、NiO は酸素分圧を 3% として高抵抗な成膜条件で形成した[3]。作製した撮像デバイスは、画素数は 3,300 万($7,472 \times 4,320$)、1画素のサイズは $3.2 \mu\text{m}$ である。

【実験結果】

Fig. 1(a)に、NiO を導入した撮像デバイスにおける膜電圧と膜の光電流の関係を示す。電圧の増加とともに飽和した光電流が 17 V 付近より電荷増倍により再び増加し、23 V で飽和電流に対して約 1.4 倍の電流値を得た。また、Fig. 1(b)に、NiO を導入した場合、導入しない場合における膜電圧と膜の暗電流の関係、および暗時の画像を示す。光電流の増倍率 1.4 倍が得られた電圧で比較すると、NiO を導入することで暗電流を 1/30 以下に低減することに成功し、また、高電圧印加時の白キズの発生を大幅に抑制することができた。Fig. 2 に、増倍時および非増倍時の撮影画像を比較した。電荷増倍により、暗部のノイズレベルは目立たず、感度が向上する様子を確認することができた。

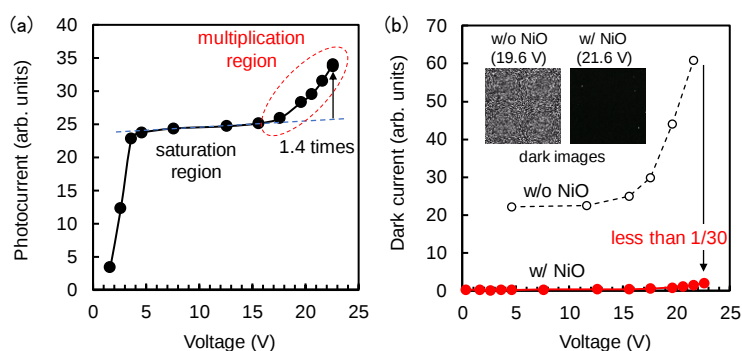


Fig. 1(a) The photocurrent-voltage and (b) the dark current-voltage characteristic of the 8K image sensors.

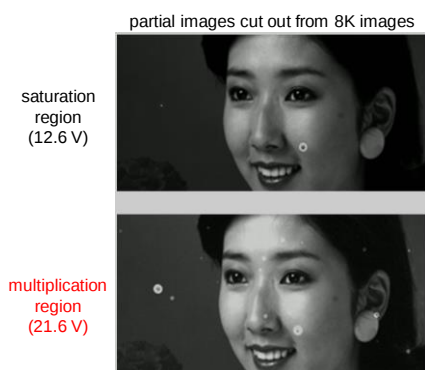


Fig. 2 The captured images of the 8K image sensors with a NiO blocking layer.

- [1] S. Imura et al., IEEE Trans. Electron Devices, **63**, 86 (2016)
- [2] 為村 他, 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会 19a-PA3-10 (2019)
- [3] M. Sugiyama et al., Jpn. J. Appl. Phys., **55**, 088003 (2016)