

耐放射線イメージセンサに向けた 4H-SiC PD, 1 画素デバイス特性

Characteristics of 4H-SiC PD and Single-pixel Device for a Radiation Resistant Image Sensor

広島大ナノデバイス¹, 量研², 産総研³,○(M1)堤将之¹, 目黒達也¹, 河村和也¹, 大島武², 田中保宣³, 黒木伸一郎¹RNBS, Hiroshima Univ.¹, QST², AIST³, °Masayuki Tsutsumi¹, Tatsuya Meguro¹,Kazuya Kawamura¹, Takeshi Ohshima², Yasunori Tanaka³, and Shin-Ichiro kuroki¹

E-mail: {tsutsumi-masayuki, skuroki}@hiroshima-u.ac.jp

【はじめに】現在のエレクトロニクスでは適用が難しい高温、高放射線などの極限環境でも動作可能な半導体デバイスが求められている。特にイメージセンサはそのデバイスの構造的に遮蔽膜での被覆ができないことから、放射線被曝によって故障しやすく、デバイス自体に放射線耐性が求められる。一般的な CMOS イメージセンサの画素は PD(Photodiode)と MOSFET によるアンプによって構成されており、このうちの MOSFET 部分がトータルドーズ効果により劣化することがイメージセンサ故障の原因であると考えられる。一方、ワイドバンドギャップ半導体であるシリコンカーバイドは放射線への耐性が期待でき、実際に先行研究において放射線ドーズ量 1.13 MGy 暴露後での n チャネル MOSFET の動作が確認されている。これを利用してより高い放射線環境応用のためシリコンカーバイドを用いたイメージセンサの研究開発を行う。本研究では 4H-SiC 基板上に PD と 1 画素デバイスを作製し、波長 240 nm までの PD の分光感度特性の評価と 1 画素デバイスの動作確認を行った。

【実験内容】本実験では 4H-SiC 基板上に濃度の異なる n+/n- PD と 1 画素デバイスの作製を行った。まず、p 型エピタキシャル層を 5 μm 形成した 4H-SiC 基板上に 500 °C の高温イオン注入によって、MOSFET S/D 領域、PD 領域、基板コンタクト領域の形成を行う。その後、ゲート酸化膜、Ni/Nb シリサイドでの基板へのオーミックコンタクトを形成する。コンタクト形成後はスパッタ法による Al 堆積と、APCVD 装置での酸化膜堆積によって、3 層のメタル配線を形成した。作製後、単波長 UV 光の照射とともに PD の I-V 特性を測定し、その時の光電流量から PD の分光感度特性を求めた。また、1 画素デバイスの光応答特性を測定した。

【結果】Fig.1 に作製した PD の分光感度特性を示す。n 領域の濃度差による光電流の差はほとんどみられず、波長 280 nm にて最大放射感度 0.16 A/W、量子効率 70% を獲得した。また、Fig.2 に作製した 4H-SiC 1 画素デバイスの出力電圧を示す。入力電圧として 0-10 V, 30 Hz の矩形波をリセット電圧に印加した。リセット電圧をオフにしたタイミングで UV 光に伴う出力電圧低下のスイングが見られたことから、1 画素デバイスとしての動作が確認できた。

【謝辞】本研究の一部は JSPS 科研費 JP20H00252 の支援を受けたものです。

[1] S-I. Kuroki, et al., Mat. Sci. Forum, 858, pp864-867 (2016).

[2] S. G. Sridhara, R. P. Devaty, and W. J. Choyke, "Absorption coefficient of 4H silicon carbide from 3900 to 3250 Å" Journal of Applied Physics 84, 2963 (1998)

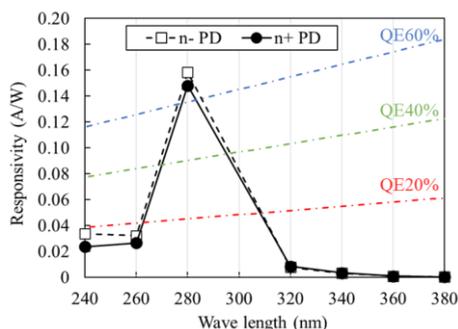


Fig.1 Responsivity of 4H-SiC UV-PDs

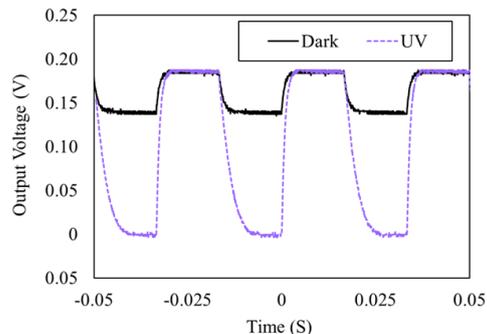


Fig.2 Output Voltage of Single-pixel