

## $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> MOSフォトダイオードの内部電界評価

Estimation of electric field in  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-based MOS photodiodes

○橋川 誠<sup>1</sup>, 富澤 三世<sup>1</sup>, 佐々木 公平<sup>2</sup>, 倉又 朗人<sup>2</sup>, 大石 敏之<sup>1</sup>, 大島 孝仁<sup>1</sup>

○M. Hashikawa<sup>1</sup>, S. Tomizawa<sup>1</sup>, K. Sasaki<sup>2</sup>, A. Kuramata<sup>2</sup>, T. Oishi<sup>1</sup>, T. Oshima<sup>1</sup>

<sup>1</sup>佐賀大学, <sup>2</sup>タムラ製作所&ノベルクリスタルテクノロジー

<sup>1</sup>Saga Univ., <sup>2</sup>Tamura Corp. & NCT, Inc.,

E-mail: 18576018@edu.cc.saga-u.ac.jp

【背景】バンド吸収端が270 nmの $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は、太陽光ブラインド受光素子、例えば炎センサーに応用可能である[1]。しかしながら、単純なSchottky Barrier Diode (SBD) をベースとした受光素子では、逆方向電圧印加時に大きな漏れ電流が生じるため、微弱光の検出に有効なアバランシェ増幅を実現できない。そこで、我々は、金属絶縁体半導体 (MOS) の概念を導入したMOSフォトダイオードにより、アバランシェ増幅に必要な高電界を印加可能な素子の試作・評価した。結果、Fig. 1 に示すように、SBDでは-50 Vであった破壊電圧が、HfO<sub>2</sub>を挿入したMOS構造の導入により-400Vへと大きく改善された[2]。今回は、そのダイオードの内部電界をシミュレーションにより推定したので報告する。

【実験】SBD (Au 10 nm) とMOSフォトダイオード(Au 10 nm, HfO<sub>2</sub> 50 nm) に対して、電界分布をSILVACOによってシミュレーションした。なお、シミュレーションに必要な有効イオン化ドナー濃度、HfO<sub>2</sub>の比誘電率は容量電圧特性から求め、 $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の比誘電率は文献値の10に設定した。

【結果と考察】容量電圧測定結果の解析により、有効イオン化ドナー濃度はSBDで $2.2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 、MOSフォトダイオードで $1.1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ となり、HfO<sub>2</sub>の比誘電率は23.2と決定できた。これらのパラメータを用いて、破壊電圧での電界分布をシミュレーションした (Fig. 2)。電極端を除き、 $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>上端の電界は、SBDでは2.2 MV/cm、MOSフォトダイオードでは4.2 MV/cmであった。一方、電極端付近の場合は、SBDでは3.4 MV/cm、MOSフォトダイオードでは物性限界[3]に近い9.2 MV/cmであった。これらの結果は、 $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> MOS構造がフォトダイオードの破壊電界向上に極めて有用であることを示し、pn接合を用いないアバランシェフォトダイオードの1つの解になりえることを示唆している。

【謝辞】HfO<sub>2</sub>堆積いただいた東工大ナノテクプラットフォームと研究助成いただいた旭硝子財団に感謝します。

[1] JJAP. **48**, (2009). [2]秋季応用物理学会 7p-C17-14 (2017) [3] APL. **100**, 013504 (2012)

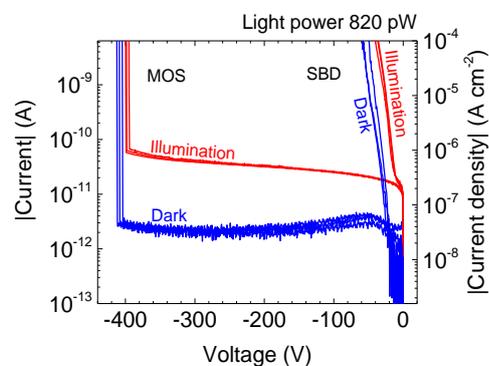


Fig.1. Reverse  $I$ - $V$  characteristics of the SBD and MOS photodiodes in the dark and under illumination

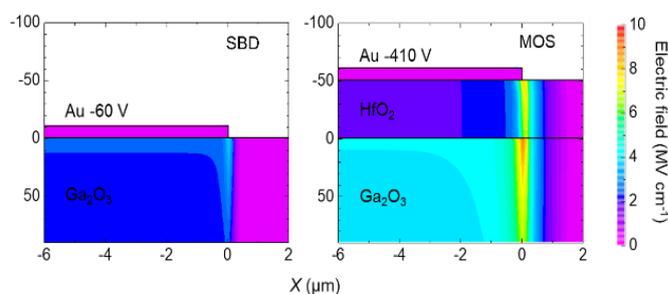


Fig. 2. Electric field distribution in the SBD and MOS photodiodes.