

課題番号 : F-21-AT-0013
 利用形態 : 技術補助
 利用課題名(日本語) : 窒化ガリウム縦型 PN 構造を用いた α 粒子検出器
 Program Title (English) : Alpha-particle detectors with GaN PiN homoepitaxial layer
 利用者名(日本語) : 奥村宏典
 Username (English) : H. Okumura
 所属名(日本語) : 筑波大学 数理物質系
 Affiliation (English) : Faculty of Pure and Applied Science, the University of Tsukuba
 キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積、放射線、GaN、PND、縦型デバイス

1. 概要(Summary)

宇宙開発の進展に伴い、高い放射線環境下でも長期利用可能な半導体素子の開発が求められている。原子間結合の強いワイドギャップ半導体は、放射線耐性に優れていると言われている。ワイドギャップ半導体の中でも、GaN は、放射線照射時における電子正孔対の生成が多く、長期動作可能な放射線検出器として期待されている。

今回、産総研 NPF と筑波大学の共用設備を利用して、GaN を用いた PN ダイオードの作製を行い、世界で初めて縦型構造での α 粒子の検出に成功した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

電子ビーム真空蒸着装置
 化合物半導体エッチング装置(ICP-RIE)
 多目的高速加熱ランプ炉(RTA)

【実験方法】

塩素系 RIE により、GaN エピ付き試料のエッチングを行った。GaN 試料構造を Fig. 1(a)に示す。

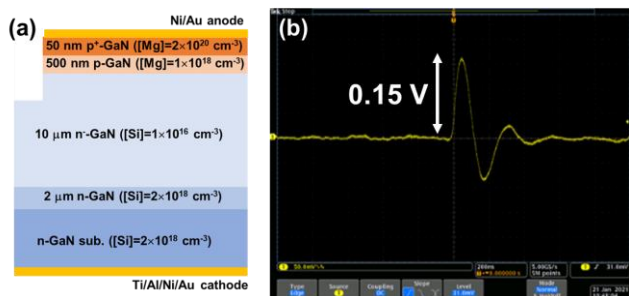


Fig. 1 (a) Schematic cross-section of vertical GaN PiN detectors. (b) Oscilloscope trace of signal from ^{241}Am using GaN PiN diode.

試料裏面全面には、カソード電極として、Ti(20 nm)/Al(100 nm)/Ni(10 nm)/Au(50 nm)を蒸着し、窒素雰囲気中で 800 度 1 分間の熱処理を行った。試料表面には、直径 100~1000 μm サイズの Ni(25 nm)/Au(25 nm)アノード電極を蒸着した。大気中において、作製した GaN

PND の上 1 cm 以内に ^{241}Am を設置した。GaN PND からの信号はオシロスコープで計測した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

得られた信号を Fig. 1(b)に示す。出力電圧 0.15 V のパルスが得られた。 α 粒子が通過時に生成されたキャリアから得られた信号と考えられる。

GaN PND の電流密度-電圧および容量-電圧特性を、Fig. 2(a)と(b)に示す。電極サイズ 200 μm 以下で $\sim 10^5$ の on/off 比が得られ、絶縁破壊電圧は 444 V であった。

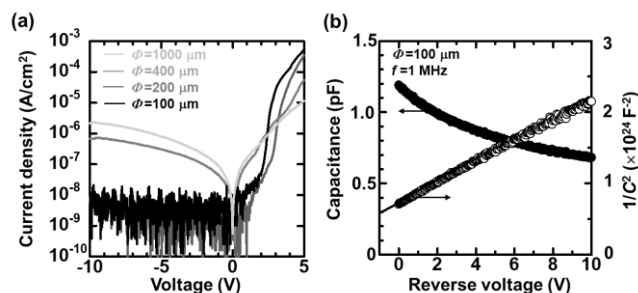


Fig.2 (a) J - V characteristics of GaN PiN diodes. (b) C - V characteristics of GaN PiN rectifier with a diameter of 100 μm at 1 MHz at room temperature.

4. その他・特記事項(Others)

- ・TIA かけはし「高放射線耐性半導体を用いた重粒子線検出器の調査研究」
- ・村田学術振興財団「高放射線耐性 GaN 検出器の開発」
- ・他の機関の利用:筑波大学

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- 1) H. Okumura, Y. Ogawara, M. Togawa, M. Miyahara, J. Nishinaga, M. Imura, and T. Isobe, SSDM2021, D-1-08.

6. 関連特許(Patent)

なし。