

課題番号 : F-20-AT-0003
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 酸化ガリウムを用いた共鳴トンネルダイオードの作製
 Program Title (English) : Fabrication of $(\text{AlGa})_2\text{O}_3/\text{Ga}_2\text{O}_3/(\text{AlGa})_2\text{O}_3$ resonant tunneling diodes
 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 : 膜加工・エッチング、 Ga_2O_3 、共鳴トンネルダイオード、塩素系 RIE

1. 概要(Summary)

テラヘルツ波は、高速無線通信やセキュリティ、生体への応用が期待されている。室温で動作可能なテラヘルツ素子として、共鳴トンネルダイオード(RTD)が挙げられる。これまでのRTDは、砒化ガリウムや窒化ガリウムを中心に開発が進められてきた。今回、新規材料として、酸化ガリウム(Ga_2O_3)を用いる。 Ga_2O_3 は、約 5 eV のバンドギャップと 8 MV/cm の絶縁破壊電界強度を有する半導体であり、 Al_2O_3 との混晶により、伝導帯エネルギー差を最大 3.2 eV とることができる。 $(\text{AlGa})_2\text{O}_3/\text{Ga}_2\text{O}_3$ 系でRTDを実現できれば、低価格での高温テラヘルツ発振が期待できる。

今回、産総研 NPF と筑波大学の共用設備を利用して、 Ga_2O_3 -RTD の作製を行った。

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)

【実験方法】

試料は、 β 型 $\text{Ga}_2\text{O}_3(010)$ 基板上に結晶成長した $(\text{AlGa})_2\text{O}_3/\text{Ga}_2\text{O}_3/(\text{AlGa})_2\text{O}_3$ 2重障壁構造を用いた。作製した素子構造を Fig. 1 に示す。

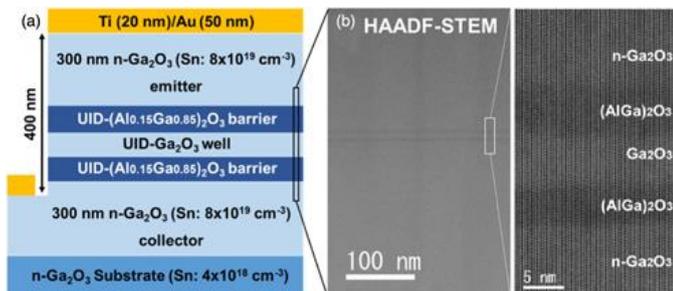


Fig. 1 (a) Schematic structure and (b) STEM image of diode with double-barrier $(\text{AlGa})_2\text{O}_3/\text{Ga}_2\text{O}_3/(\text{AlGa})_2\text{O}_3$ structure.

カソード電極を形成するため、70-nm Ni をハードマスクとして使い、塩素系 RIE により $(\text{AlGa})_2\text{O}_3$ 層および Ga_2O_3 層を計 400 nm エッチングした。エッチング条件は、ICP 出力 300 W、エッチングガス(Cl_2 : 10 sccm, BCl_3 : 10 sccm)、エッチング時間 3 分間とした。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

2重障壁構造を有する Ga_2O_3 ダイオードの電流密度-電圧(J - V)特性を Fig. 2 に示す。室温において、2.2 V 付近の電圧で、明瞭な負性抵抗が得られた。

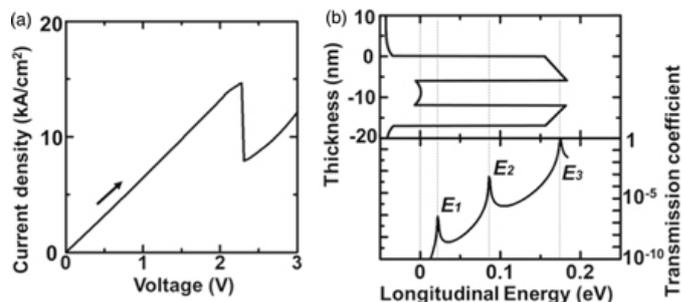


Fig. 2 (a) Current-voltage characteristics of diode and (b) Energy band diagram of Ga_2O_3 RTDs.

4. その他・特記事項(Others)

- ・共同研究者:ローム株式会社
- ・新学術領域研究(JSPS)「陽電子消滅による結晶特異構造のキャリア捕獲・散乱ダイナミックスの評価」
- ・カシオ科学振興財団・第 36 回研究助成「酸化ガリウム共鳴トンネルダイオードの試作」
- ・他の機関の利用:筑波大学

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- 1) H. Okumura, Jpn. J. Appl. Phys 59, 075503 (2020).

6. 関連特許(Patent)

なし。