

## AlN/Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>N ヘテロ界面へのスパッタ再成長高濃度縮退 n<sup>+</sup>-GaN

### オーミックコンタクトの形成

#### Fabrication of sputtering-regrown highly degenerate n<sup>+</sup>-GaN ohmic contacts on AlN/Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>N heterostructure

東京大学生産技術研究所 °前田亮太, 西川祐人, 上野耕平, 小林篤, 藤岡洋

IIS, UTokyo, °Ryota Maeda, Yuto Nishikawa, Kohei Ueno, Atsushi Kobayashi, Hiroshi Fujioka

E-mail: rmaeda@iis.u-tokyo.ac.jp

**【背景】** AlGa<sub>N</sub> 混晶に誘起される二次元電子ガス(2DEG)を利用した高電子移動度トランジスタ (AlGa<sub>N</sub> HEMT)は次世代高耐圧高周波デバイスへの応用が期待されている[1-3]。特に AlN をバリア層に用いた AlGa<sub>N</sub> HEMT では、2DEG 密度の増大、高耐圧化が期待される。しかしながら、AlN バリア層は熱的・化学的安定性が高いため金属アロイオーミックコンタクトの形成が困難である。また AlGa<sub>N</sub> チャネル層の Al 組成が増加すると電子親和力が減少し、2DEG への良好なオーミック接触の形成が本質的に困難となる[3]。このような課題に対して、我々は、電子親和力の小さい高濃度縮退 n 型 GaN (degenerate GaN: d-GaN) 薄膜を AlGa<sub>N</sub> HEMT のソース・ドレイン領域にスパッタエピ成長することで接触抵抗の低減に取り組んできた。[4] 今回、スパッタ法により形成した d-GaN 再成長コンタクトを用いると Al 組成の比較的高い AlN/Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>N HEMT 構造に対しても、十分に低い接触抵抗を実現できることをみいだしたので、その詳細について報告する。

**【実験方法】** スパッタ法により AlN テンプレート基板に AlN をホモエピタキシャル成長した後、チャネル層として Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>N 層を 130 nm、また、バリア層として AlN を 25 nm 堆積した。その後、フォトリソグラフィにより TLM 測定用のパターンを描画し、オーミック電極領域の AlN バリア層を ICP ドライエッチングにより除去した。露出した Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>N 上に SiO<sub>2</sub> マスクを用いたエピ・ポリ同時成長によりシート抵抗が 15 Ω/□、電子濃度が 2.6×10<sup>20</sup> cm<sup>-3</sup> の n<sup>+</sup>-GaN 領域を形成した。最後に EB 蒸着によりオーミック電極として Ti/Al/Ti/Au を堆積した。

**【結果と考察】** 再成長コンタクトの接触抵抗は、図 1 に示すように n<sup>+</sup>-GaN と Ti/Al/Ti/Au 電極界面の接触抵抗( $R_1$ )、n<sup>+</sup>-GaN の抵抗( $R_2$ )、n<sup>+</sup>-GaN と 2DEG の接触抵抗( $R_3$ )の 3 種類に分けられる。2 種類の TLM パターンを用いて、 $R_1=0.12\ \Omega\text{mm}$ 、 $R_1+R_2+R_3=0.43\ \Omega\text{mm}$  と決定した。 $R_2$  は n<sup>+</sup>-GaN のシート抵抗をもとに 0.09 Ωmm と計算した。これらの結果から n<sup>+</sup>-GaN と 2DEG との接触抵抗は  $R_3=0.22\ \Omega\text{mm}$  の値が得られた。これは AlGa<sub>N</sub> HEMT としては極めて低い接触抵抗であり、スパッタ法により形成した d-GaN 再成長コンタクトは、AlGa<sub>N</sub> を用いた高耐圧高周波電子デバイスの低抵抗化に有望であることが分かった。当日は d-GaN 再成長コンタクトの接触抵抗の温度依存性についても報告する。

**【謝辞】** 本研究の一部は JST A-STEP(JPMJTR201D)および JSPS 科研費 (JP19K05292) の助成を受けて行われたものである。

**【参考文献】** [1] T. Nanjo *et al.*, Appl. Phys. Lett. **92**, 263502 (2008). [2] S. Hashimoto *et al.*, Phys. Stat. Sol. (a) **209**, 501 (2012). [3] A. G. Baca *et al.*, Appl. Phys. Lett. **109**, 033509 (2016). [4] 前田他、第 13 回 ナノ構造・エピタキシャル成長講演会 2020 年 12 月 Fr-P08

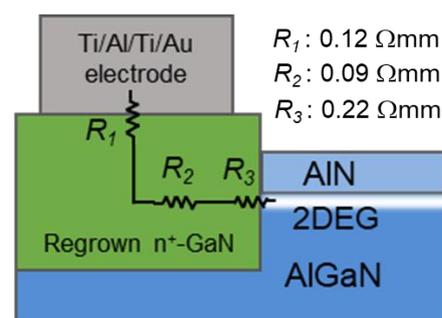


Fig.1 Schematic of the sputtering-regrown contact on AlN/AlGa<sub>N</sub> HEMT