

課題番号 : F-20-TT-0011  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : GaNなどの化合物半導体デバイスの研究開発  
 Program Title (English) : Development of compound semiconductor devices  
 利用者名(日本語) : Yuwei Zhang<sup>1)</sup>, Maria Emma Villamin<sup>1)</sup>, 尾川弘明<sup>1)</sup>, 上谷竜司<sup>1)</sup>, 川田宗一郎<sup>1)</sup>, 浅賀圭太<sup>1)</sup>, 一ノ瀬貴仁<sup>1)</sup>, 近藤ひなの<sup>1)</sup>, 豊原真由<sup>1)</sup>  
 Username (English) : Yuwei Zhang<sup>1)</sup>, Maria Emma Villamin<sup>1)</sup>, H. Ogawa<sup>1)</sup>, R. Kamiya<sup>1)</sup>, S. Kawata<sup>1)</sup>, K. Asaka<sup>1)</sup>, T. Ichinose<sup>1)</sup>, H. Kondo<sup>1)</sup>, M. Toyohara<sup>1)</sup>  
 所属名(日本語) : 1) 豊田工業大学 電子デバイス研究室  
 Affiliation (English) : 1) Toyota Technological Institute, Advanced Electron Devices Laboratory.  
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置, 成膜・膜堆積, パワーデバイス, 化合物半導体

### 1. 概要(Summary)

電子正孔チャンネルを有するAlGaAs/GaAs/AlGaAsヘテロ構造のスーパー接合(SJ)は、高耐圧で低オン抵抗なパワーデバイスに好適である[4-1]。我々は、豊田工業大学共同クリーンルームに設置されたナノテク支援プラットフォームの装置を利用して、ドナーとアクセプターをGaAsチャンネルにドーピングしたヘテロ構造SJデバイスの研究を進めた。今年度は、さらなる低オン抵抗化に向け、AlGaAsバリアに不純物をドーピングする変調ドープ構造に加え、伝導特性の優れたInGaAsをチャンネルとするシュードモルフィック(PM)構造の適用を検討した[4-2]。

### 2. 実験(Experimental)

#### 【利用した主な装置】

原子層堆積装置, スパッタ(金属、絶縁体)蒸着装置, マスクアライナ装置, 洗浄ドラフト一式, 表面形状測定器(段差計)

#### 【実験方法】

InGaAs/AlGaAs/InGaAsのSJ構造は、有機金属気相成長法によりGaAs基板上に形成した。AlGaAsバリア層の上面にドーピングしたアクセプター濃度は $1.7 \times 10^{12} \text{cm}^{-2}$ であり、下面のドナー濃度は $1.65 \times 10^{12} \text{cm}^{-2}$ である。

トランジスタの作製方法を以下に記す。まず、原子層堆積装置にSiO<sub>2</sub>膜を成膜した。次にマスクアライナ装置を用いてパターンの転写を行い、フッ酸緩衝液によってSiO<sub>2</sub>膜を除去した。そして、H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>系エッチャントによる素子分離を行った。最後に、蒸着装置を用いて、p型オーミック電極によりゲートを、n型オーミック電極によりソースとドレインを形成した。チャンネル長(L<sub>ch</sub>)は64μm、ゲートドレイン間距離であるドリフト領域長(L<sub>D</sub>)は23μmである。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig.1に、作製したInGaAsチャンネルトランジスタの静特性の結果を、GaAsチャンネルトランジスタの結果も含めて示す。InGaAsチャンネルでのオン抵抗(R<sub>on</sub>)と飽和ドレイン電流(I<sub>Dsat</sub>)は、104Ω・mmと49mA/mmであり、GaAsチャンネルよりも良好な伝導特性を示した。これは、キャリア濃度と移動度の向上による。さらに、耐圧特性を評価したところ、両者ともに、400Vの高い降伏電圧を示した。PM変調ドープSJ構造は、低オン抵抗と高耐圧の両立が可能である。

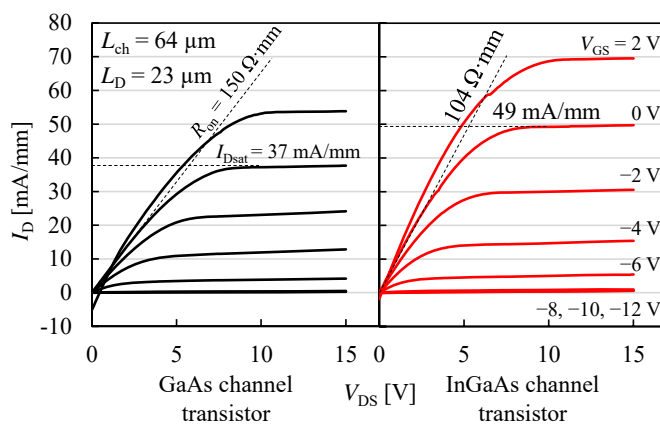


Fig.1 I<sub>D</sub>-V<sub>DS</sub> characteristics of fabricated transistors.

### 4. その他・特記事項(Others)

[4-1] H. Ogawa *et al.*, Ext. Abstr. SSDM2020, p. 221.

[4-2] 尾川弘明 他, 春季応物学会, 19p-Z25-8(2021)

上記研究に加えて、GaN基板上AlGaN/GaN高電子移動度トランジスタや、p-GaNゲートを有するAlGaIn/GaNダイオード、MgドープGaNのレーザー照射によるp型活性化の研究成果を、JJAPでの論文発表、応物学術講演会やSSDM2020, ISPlasma2021などで発表した。加えて、修士1名と学部4名の卒業研究に貢献した。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation) なし。

6. 関連特許(Patent) なし。