

GaInN トンネル接合素子の低抵抗化

Low resistive GaInN tunnel junction devices

名城大・理工¹, 名古屋大・赤崎記念研究センター² ○森田隆敏¹, 加賀 充¹,
桑野侑香¹, 松井健城¹, 渡邊雅大¹, 竹内哲也¹, 上山 智¹, 岩谷素顕¹, 赤崎 勇^{1,2}

Fac. Sci. & Eng, Meijo Univ.¹, Akasaki Research Center, Nagoya Univ.², ○T. Morita¹, M. Kaga¹,
Y. Kuwano¹, K. Matsui¹, M. Watanabe¹, T. Takeuchi¹, S. Kamiyama¹, M. Iwaya¹, I. Akasaki^{1,2}

E-mail: 123434044@c alumni.meijo-u.ac.jp

【はじめに】これまで我々は、青色 LED 層構造上に $p^{++}\text{-GaInN}/n^{++}\text{-GaIn}$ トンネル接合を形成し、高い InN モル分率 (～0.2) と比較的厚い膜厚 (3～7.5nm) を有する $p^{++}\text{-GaInN}$ 層を用いることでトンネル接合の低抵抗化 (50mA 時 0.8V) を報告してきた [1]。さらに、Ga 極性 $n\text{-GaIn}$ テンプレート上に、上記とは逆の積層順である $n^{++}\text{-GaIn}/p^{++}\text{-GaInN}$ トンネル接合および青色 LED を成長させることで、N 極性 LED と同様キャリアオーバーフローが抑制される計算結果を示し、その試作を進めてきた [2]。一方で、この逆に積層したトンネル接合は、上記トンネル接合よりも高い抵抗 (50mA 時 2V 以上) を示すことが判明し、さらなる最適化によって抵抗の低減が可能であると考えられる。本報告では、このトンネル接合だけを GaN テンプレート上に形成したトンネル接合素子を作製し、低抵抗化に向けた検討を行った。

【実験・結果】MOVPE 法を用いて c 面サファイア基板上に GaN テンプレートを形成し、 $n\text{-GaIn}$ 層、トンネル接合、続いて $p\text{-GaIn}$ 層を順次成長させた。今回、トンネル接合部 GaInN の InN モル分率を 0.2、不純物濃度として $\text{Si}: 2 \times 10^{20} \text{cm}^{-3}$ 、 $\text{Mg}: 5 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ と統一する一方、GaInN 層の配置と層厚を図 1 のように変えた 4 種類を用意した。すなわち、各々積層順に、 $3\text{nm } n^{++}\text{-GaIn}/3\text{nm } p^{++}\text{-GaInN}$ (試料 1: 前回発表と同じ GaInN 層配置の構造 [2])、 $3\text{nm } n^{++}\text{-GaInN}/3\text{nm } p^{++}\text{-GaInN}$ (試料 2)、 $1.5\text{nm } n^{++}\text{-GaInN}/1.5\text{nm } p^{++}\text{-GaInN}$ (試料 3)、 $3\text{nm } n^{++}\text{-GaInN}/3\text{nm } p^{++}\text{-GaIn}$ (試料 4) である。これらのウエハを、通常の LED 作製プロセスにより素子形成し、電流電圧特性を測定した。その結果を図 2 に示す。試料 1 は、-50mA 時に 2V 以上の電圧降下を示した。一方、試料 2 と試料 4 の電圧降下は、1.4V と 1.7V であり、より低い電圧降下を示した。今回の実験の範囲では、これまで通り GaInN 層厚が厚い (試料 2) と低抵抗化に効果があることと、新たに n 側に GaInN を配置する (試料 2 および試料 4) と低抵抗化に効果があることが示唆された。今後、さらなる低抵抗化に向けた検討を進める予定である。

$p^{++}\text{-GaIn}$ 10 nm	$p^{++}\text{-GaIn}$ 10 nm	$p^{++}\text{-GaIn}$ 10 nm	$p^{++}\text{-GaIn}$ 10 nm
$p\text{-GaIn}$ 80 nm	$p\text{-GaIn}$ 80 nm	$p\text{-GaIn}$ 80 nm	$p\text{-GaIn}$ 80 nm
$p^{+}\text{-GaIn}$ 20 nm	$p^{+}\text{-GaIn}$ 20 nm	$p^{+}\text{-GaIn}$ 20 nm	$p^{+}\text{-GaIn}$ 20 nm
$p^{++}\text{-Ga}_{0.8}\text{In}_{0.2}\text{N}$ 3nm	$p^{++}\text{-Ga}_{0.8}\text{In}_{0.2}\text{N}$ 3nm	$p^{++}\text{-Ga}_{0.8}\text{In}_{0.2}\text{N}$ 1.5nm	$p^{++}\text{-GaIn}$ 3nm
$n^{++}\text{-GaIn}$ 30nm	$n^{++}\text{-Ga}_{0.8}\text{In}_{0.2}\text{N}$ 3nm	$n^{++}\text{-Ga}_{0.8}\text{In}_{0.2}\text{N}$ 1.5nm	$n^{++}\text{-Ga}_{0.8}\text{In}_{0.2}\text{N}$ 3nm
$n\text{-GaIn}$ 2500nm	$n^{++}\text{-GaIn}$ 27nm	$n^{++}\text{-GaIn}$ 28.5nm	$n^{++}\text{-GaIn}$ 27nm
$n\text{-GaIn}$ 2500nm	$n\text{-GaIn}$ 2500nm	$n\text{-GaIn}$ 2500nm	$n\text{-GaIn}$ 2500nm
試料 1	試料 2	試料 3	試料 4

図 1 各試料の構造

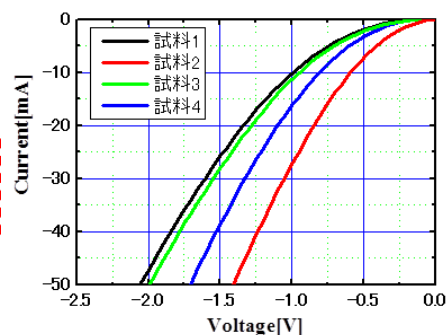


図 2 各試料の VI 特性

【参考文献】 [1] M. Kaga, et al., ICMOVPE-XVI, TuA1-2, Busan,

Korea, May 22, 2012. [2] 森田隆敏 他, 第 73 回応用物理学会学術講演会予稿, 14p-10H-6, 2012.

【謝辞】本報告の一部は、科研費「基盤研究 (C)」(No.23460015)、公益財団法人日比科学技術振興財団、および文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業 (平成 24 年～平成 28 年) の助成を受けた。また、SIMS 測定で便宜を図っていただいた株式会社東レリサーチセンターに感謝致します。