

## 積層構造による Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/GaN MOS 特性の改善

### Improvement of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/GaN MOS Characteristics using Bilayer Structure

曾根原 翔<sup>1</sup>, 上沼 睦典<sup>1</sup>, 藤本 裕太<sup>1</sup>, 石河 泰明<sup>1</sup>, 浦岡 行治<sup>1</sup> (1. 奈良先端大)

Sho Sonehara<sup>1</sup>, Mutsunori Uenuma<sup>1</sup>, Yuta Fujimoto<sup>1</sup>, Yasuaki Ishikawa<sup>1</sup>, Yukiharu Uraoka<sup>1</sup>

(1. NAIST) E-mail: uraoka@ms.naist.jp

#### 1. 背景・目的

GaN MOS 構造のゲート絶縁膜材料の一つとして比誘電率や伝導体不連続の観点より Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が研究されており、堆積手法としては膜厚均一性・制御性に優れる原子層堆積法(Atomic Layer Deposition, ALD)が注目されている[1]. 熱 ALD は高品質な界面の形成が可能だが、低温プロセスのため反応性が乏しく原料由来の炭素不純物の低減が困難である一方で、プラズマ ALD (ダイレクトプラズマ) は高い反応性を持つが基板表面へのプラズマダメージが懸念される. ALD で用いられる酸化剤には H<sub>2</sub>O, O<sub>3</sub>, O ラジカルがあるが、これらと比較して高い酸化力を有する酸化剤として OH ラジカル(OH\*)が存在する[2]. 本研究では、O<sub>3</sub>を用いた熱 ALD と OH\*を用いたダイレクトプラズマ ALD を組み合わせて Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/GaN MOS 特性の向上を目指す.

#### 2. 実験方法

RCA 洗浄を行ったホモエピタキシャル層(Si:5e+16 cm<sup>-3</sup>)を持つ n-GaN 自立基板上に、OH\*を用いたダイレクトプラズマ ALD で Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜を 20 nm 成膜したサンプルで C-V 測定を行い、界面へのプラズマダメージの影響を調べた. その後、同様の GaN 基板に O<sub>3</sub>を用いた熱 ALD で Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜を 40 nm 成膜したサンプルと、O<sub>3</sub>を用いた熱 ALD で Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を 3 nm 成膜後に OH\*を用いたダイレクトプラズマ ALD により Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を 37 nm 成膜した積層膜サンプルを作製した. これらの Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/GaN MOS において C-V 測定, I-V 測定を行った.

#### 3. 結果・考察

Fig.1 と Fig.2 に Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/GaN MOS の C-V 特性, Fig.3 に J-E 特性を示す. C-V 特性から、積層膜サンプルにおいて 界面へのプラズマダメージを抑えつつ V<sub>FB</sub> の正方向シフトが抑制されていることが分かる. これは OH\*を用いたプラズマ ALD により Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜中の固定電荷として働く残留炭素が低減したことに起因すると考えられる. 一方でリーク電流は積層膜において増加していることが分かる. しかし、積層膜は理想的な FN 電流に近い特性が得られていることから、膜中の欠陥が低減している事が示唆される. これらの結果より、熱 ALD とプラズマ ALD の積層膜を用いることで Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜中の残留炭素を低減でき、さらに界面の欠陥も低減されている事が明らかとなった.

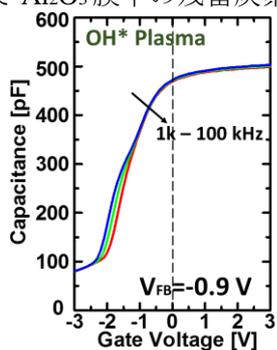


Fig. 1 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/GaN の C-V 特性 (OH\* プラズマ ALD)

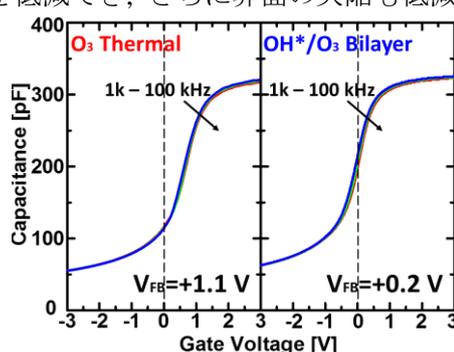


Fig. 2 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/GaN の C-V 特性 (熱 ALD および積層 ALD)

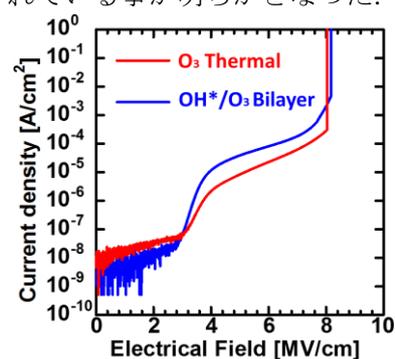


Fig.3 熱 ALD と積層の Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/GaN の J-E 特性

#### 4. 参考文献

- [1] Rathnait D.Long et al., Applied Physics Letters 101, 241606 (2012).  
 [2] M. A. Malik et al., Plasma Sources Sci. & Tech., 10, 82-91 (2001).

#### 5. 謝辞

本研究はトヨタ先端技術共同研究公募プロジェクトの一環として行われています. また、本研究における GaN エピ基板は豊田中央研究所より頂きました.