

# ミスト CVD 法による 4-nm Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ゲート絶縁膜を用いた AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> MIS-HEMT の電気特性

AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> MIS-HEMTs using 4-nm-thick Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Dielectric Deposited by Mist Chemical Vapor Deposition

福井大院工 <sup>○</sup>Low Rui Shan、河端 晋作、Joel T. Asubar、徳田 博邦、葛原 正明

Graduate School of Engineering, University of Fukui

<sup>○</sup>Low Rui Shan, Shinsaku Kawabata, Joel T. Asubar, Hirokuni Tokuda, Masaaki Kuzuhara

熊大院自 谷田部 然治、内藤 健太、西村 和樹、中村 有水

Graduate School of Science and Technology, Kumamoto University

Zenji Yatabe, Kenta Naito, Kazuki Nishimura, Yusui Nakamura

E-mail: shannylr@yahoo.com, joel@u-fukui.ac.jp, yatabe@cs.kumamoto-u.ac.jp

**はじめに** AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> HEMT は低損失、高耐圧特性を有するため次世代パワー半導体として期待されている [1]。AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> HEMT においてゲートリーク電流抑制のためには金属-絶縁体-半導体(MIS)構造は必須である。近年、ミスト CVD 法により ALD 法と同等の膜質を有する Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> アモルファス薄膜を形成することに成功している [2]。本研究ではミスト CVD 法を用いた 4-nm Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ゲート絶縁膜を有する AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> MIS キャパシタと AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> MIS-HEMT を試作し、容量-電圧(*C-V*)特性、伝達特性と出力特性について評価したので報告する。

**実験** SiC 基板上に成長した AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> ヘテロ構造(AlGa<sub>N</sub> 膜厚 25 nm)を用いた。オーミックアニール時の表面保護膜として SiN 膜を AlGa<sub>N</sub> 表面に堆積し、870 °C、30 秒間アニールをし、オーミック電極を形成し、その後 SiN 表面保護膜を除去した。ゲート絶縁膜はミスト CVD 法により 4 nm の Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を堆積し、最後にゲート電極を形成した。

**結果** 図 1 にミスト CVD 法により堆積した Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を有する AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> MIS キャパシタの *C-V* 特性、キャリア濃度と Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 表面からの距離 *d* との関係を示す。図 2 と 3 に AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> MIS-HEMT の伝達特性と出力特性をそれぞれ示す。*C-V* 特性の順バイアス領域において容量値の立ち上がりが見られることから、良好な Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/AlGa<sub>N</sub> 界面特性を有していると考えられる。また AlGa<sub>N</sub> と Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の直列容量値、及びキャリア濃度と Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 表面からの距離 *d* との関係より、堆積した Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 膜厚は 4 nm であることを確認した。伝達特性より *V*<sub>GS</sub> = +3V で最大飽和ドレイン電流は約 800 mA/mm、最大相互コンダクタンス *g*<sub>m</sub> は 136 mS/mm であった。図 3 に示すように出力特性も良好な特性を示した。

**まとめ** ミスト CVD 法により堆積した Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 絶縁膜を有する AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> MIS キャパシタと AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> MIS-HEMT を試作し、*C-V* 特性、伝達特性と出力特性について評価した。*C-V* 特性より良好な Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/AlGa<sub>N</sub> 界面を有していることが示唆され、伝達特性と出力特性も良好であった。

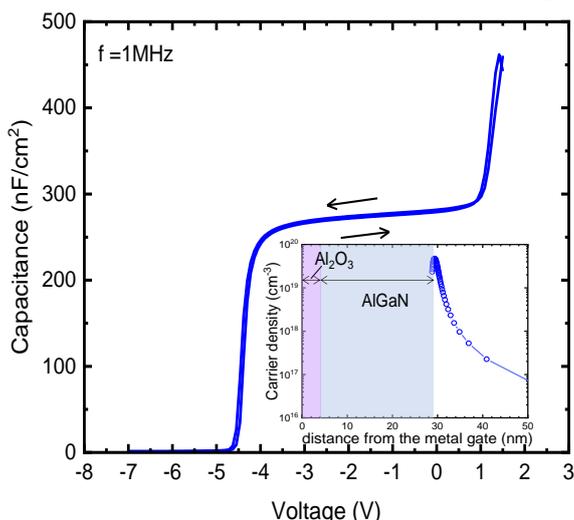


図 1. AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> MIS キャパシタの *C-V* 特性、キャリア濃度と Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 表面からの距離 *d* との関係

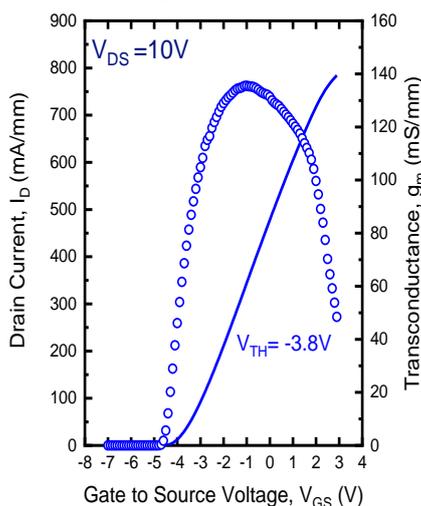


図 2. AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> MIS-HEMT の伝達特性

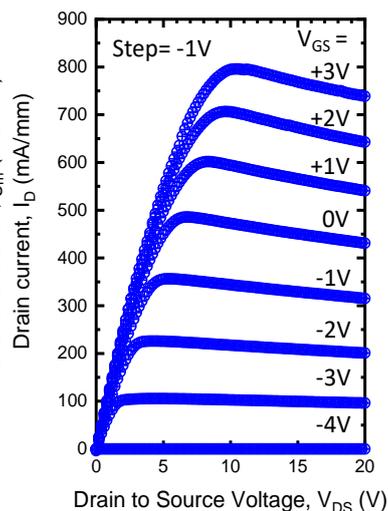


図 3. AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> MIS-HEMT の出力特性

## 参考文献

[1] M. Kuzuhara et al., Jpn. J. Appl. Phys. **55**, 070101 (2016). [2] Z. Yatabe et al., Jpn. J. Appl. Phys. **58**, 070905, (2019).