

ALDにより成膜した  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  2層絶縁膜を用いた

## AlGaIn/GaN MIS-HEMTの電気特性 II

Electrical properties of AlGaIn/GaN MIS-HEMTs with  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  double insulators fabricated by ALD II

名工大 °横井 駿一, 久保 俊晴, 江川 孝志

Nagoya Inst. of Tech. °Shunichi Yokoi, Toshiharu Kubo, Takashi Egawa

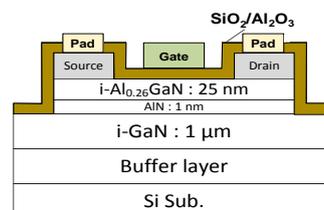
E-mail: s.yokoi.204@stn.nitech.ac.jp

## 1. まえがき

金属/絶縁体/半導体(MIS)型の GaN 系高電子移動度トランジスタ(HEMT)はゲートリーク電流( $I_g$ )を低減し、高いゲート電圧を印加することができるため、次世代のパワーデバイス用途として精力的に研究されている。絶縁体としては、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  や  $\text{SiO}_2$  のようにバンドギャップが大きい酸化物が適しており<sup>[1]</sup>、特に  $\text{Al}_2\text{O}_3$  と  $\text{SiO}_2$  を用いて2層絶縁膜を形成することにより、 $I/S$  の界面特性が良く、 $I_g$  の低い MIS 構造を作製することができると考えられ、これまでに研究報告がなされている<sup>[2,3]</sup>。しかし、 $\text{SiO}_2$  と  $\text{Al}_2\text{O}_3$  の2層を共に原子層堆積(ALD)により作製した報告は十分になされていない。本研究ではデバイス特性の良い MIS-HEMT を作製することを目的とし、ALD を用いて  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{AlGaIn}/\text{GaN}$  MIS-HEMT を作製し、その  $I-V$  特性の評価を行った。さらに、デバイスのノーマリオフ化を図るため、2層絶縁膜を用いて、リセス構造を有する AlGaIn/GaN MIS-HEMT を作製し、その電気特性を評価した。

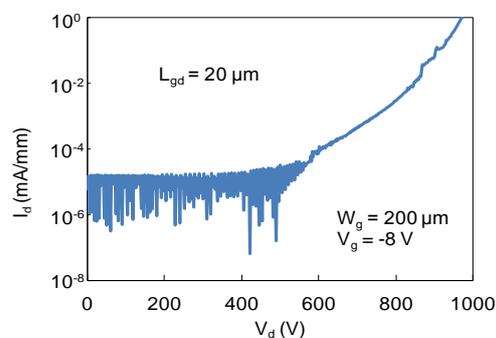
## 2. 実験方法

ALD- $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{AlGaIn}/\text{GaN}$  MIS-HEMT 構造はこれまでの報告と同様にして Si 上 AlGaIn/GaN 構造から作製した<sup>[4]</sup>。ALD による成膜の際、成膜温度および膜厚を  $\text{Al}_2\text{O}_3$  に関して  $300^\circ\text{C}$ 、 $10\text{ nm}$  とした。その後、窒素雰囲気中で1分間、温度を  $750^\circ\text{C}$  で PDA を行い、その後  $\text{SiO}_2$  を  $300^\circ\text{C}$ 、 $10\text{ nm}$  成膜した。 $\text{SiO}_2$  成膜後にゲート部に  $\text{O}_2$  プラズマ処理を行った後ゲートおよびパッド電極を形成し、MIS-HEMT を作製した。構造図を Fig. 1 に示す。また、2層絶縁膜を用いた、リセス構造を有する AlGaIn/GaN MIS-HEMT についても同様のプロセスを用いて作製した。ソースおよびドレイン電極形成後、ゲート部分にドライエッチング処理を行い、リセス構造の形成を行った後、2層絶縁膜およびゲート電極を形成して試料を作製した。試料作製後、耐圧の評価を行った。

Fig.1 The schematic cross-sectional view of the  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{AlGaIn}/\text{GaN}$  MIS-HEMT.

## 3. 結果

前回報告したように<sup>[5]</sup>、リセス構造によって、閾値電圧は  $-6\text{ V}$  から  $-2\text{ V}$  に変化し、 $I_g$  の値は、およそ  $1 \times 10^{-6}\text{ mA/mm}$  であった。次に、MIS-HEMT の耐圧の測定結果を Fig. 2 に示す。 $I_d = 1\text{ mA/mm}$  となるドレイン電圧は  $V_d = 970\text{ V}$  であった。この値は以前報告した  $\text{Al}_2\text{O}_3$  単層膜の場合と同様の値であるが<sup>[6]</sup>、今後リセス後の表面処理等により改善できるものと考えられる。

Fig. 2 Breakdown characteristics of ALD- $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{AlGaIn}/\text{GaN}$  MIS-HEMT.

## 参考文献

- [1] Z. Yatabe, et al., J. Phys. D 49 (2016) 393001.
- [2] H. Kambayashi, et al., Jpn. J. Appl. Phys. 52 (2013) 04CF09.
- [3] D. Kikuta, et al., J. Vac. Sci. Technol. A 35 (2017) 01B122.
- [4] T. Kubo, et al., Semicond. Sci. Technol. 32 (2017) 065012.
- [5] 横井駿一 他, 2020 春応物 14p-B401-7.
- [6] J.J. Freedman, et al, IEEE Trans. Electron Devices 60 (2013) 3079.

## 謝辞

本研究の一部は NEDO の委託により実施された。