InAlN/AlN/GaN HEMT におけるゲートメタル構成の検討(II)

A study of gate metal structure for InAlN/AlN/GaN HEMTs (II)

情報通信研究機構 [1]、住友電工伝送デバイス研 [2] ○山下良美 [1]、吉田智洋 [2]、眞壁勇夫 [2]、渡邊一世 [1]、井上和孝 [2]、笠松 章史 [1]
National Institute of Info. & Com. Tech. (NICT) [1] Transmission Device Laboratory, Sumitomo Electric Ind. [2]
°Y. Yamashita[1], T. Yoshida[2], I. Makabe[2], I. Watanabe[1], K. Inoue[2] and A. Kasamatsu[1] E-mail: yamasi@nict.go.jp

[はじめに] GaN HEMT は高周波パワーデバイスとして期待されており、ミリ波帯(30~300 GHz)で動作する高出力アンプ実現に向けた電流利得遮断周波数(f_T)や最大発振周波数(f_{max})の向上が検討されている[1]。我々は薄膜の InAlN バリア層を用いた InAlN/AlN/GaN HEMT 構造を検討してきた [2, 3]。しかしショットキーゲートである MES 型では大きなゲートリーク電流(I_g)の問題がある。今回、Si 基板上に作製した MES-HEMT の I_g 低減を目的にゲートメタル構成と熱処理プロセスを検討したので報告する。

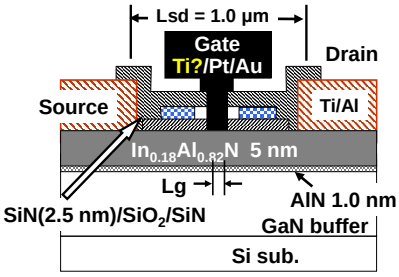

Fig.1 Schematic cross-sectional view of fabricated InAlN/AlN/GaN HEMT

[実験] Fig. 1 に Si 基板上 MES-HEMT 構造の断面模式図を示す。MOCVD 成長した GaN バッファ層、AlN スペーサ層 1 nm および $In_{0.18}Al_{0.82}N$ バリア層 5 nm で構成されている。MES ショットキーゲートは SiN 絶縁層を F 系 RIE で除去した後にセルフアライン形成した Ti/Pt/Au で、Ti(1st-metal)膜厚を 0.5、0.2、0 nm とした。なお、熱処理はゲート電極形成後に N_2 雰囲気中で 400℃まで加熱した。

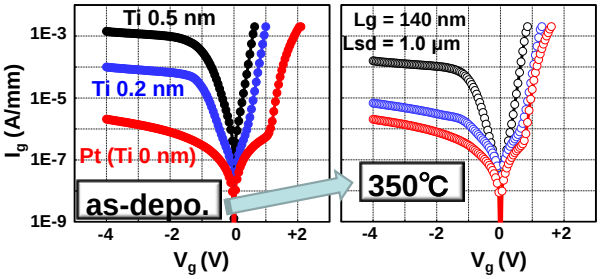

Fig.2 I_g - V_g characteristics of the HEMTs with Ti gate-metal thickness from 0 to 0.5 nm

[結果] Fig. 2 にゲートメタル構成に対する I_g-V_g 特性を示す。Ti 膜厚 0.5 nm では V_g = +0.7 V で I_g = 1.0 mA/mm に達したが、0 nm (Pt/Au ゲート)では V_g = +2.0 V 近くまで耐えた。逆方向は Ti を薄くすることによりリーク電流量が大きく低減され、熱処理でも改善されている。この結果はゲートメタル材料の仕事関数が関係しているものと思われる。試作した MES-HEMT の DC 特性 (Fig. 3)からはゲートメタル構成と熱処理前後の特性に大きな差はないこと、f_T と f_{max} の熱処理温度依存性 (Fig. 4)からは 300～350℃の熱処理で高周波特性を低下させないことが分かる。Pt/Au ゲートの I_g 特性と高周波特性は Ti/Pt/Au より良好で、L_g = 140 nm において f_T = 117 GHz、f_{max} = 210 GHz を、L_g = 45 nm においては f_T = 211 GHz、f_{max} = 287 GHz を得た。

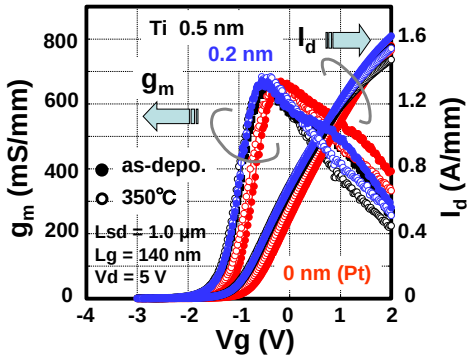

Fig.3 DC characteristics of the HEMTs

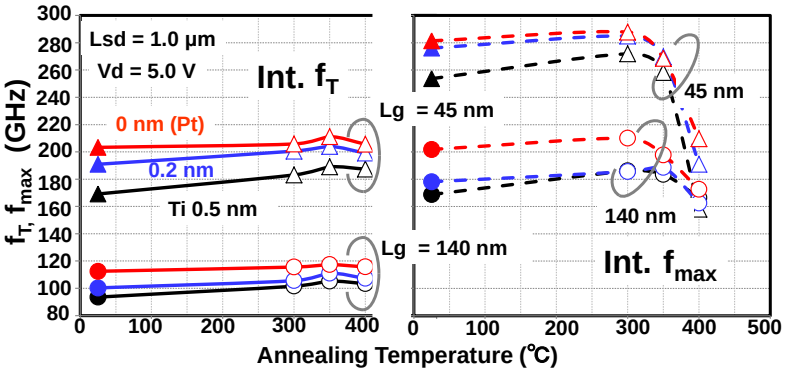

Fig.4 Annealing temperature dependence of f_T and f_{max} for the HEMTs

[参考文献]

[1] Y. Yue *et al.*, IWN2012, SLN-3.

[2] 山下他、第 78 回応用物理秋季学術講演会 7p-S22-9. [3] 吉田他、第 78 回応用物理秋季学術講演会 7p-S22-10.