Al_2O_3 ゲート絶縁膜を持つ N 極性 GaN HEMT

N-polar GaN HEMT with Al_2O_3 gate insulator

東工大工 [1]，住友電気工業 [2]，°早坂 明泰 [1]，青沼 遼介 [1]，堀田 航史 [1]，
眞壁 勇夫 [2]，吉田 成輝 [2]，宮本 恭幸 [1]
Tokyo Tech [1]， Sumitomo Electric Industries, Ltd [2]， °A. Hayasaka[1], R. Aonuma[1], K. Hotta[1],
I. Makabe[2], S. Yoshida[2], Y. Miyamoto[1]
E-mail: hayasaka.a.aa@m.titech.ac.jp

1. はじめに

SiやGaAsを用いた電子デバイスでは、バンドギャップに起因する物性限界のため、高出力、高周波動作ができない。そのため、GaNのようなワイドバンドギャップ材料が用いられている。高性能化が期待される構造として，N極性GaN HEMT[1]がある。N極性GaN HEMTは，抵抗が高いAlGaN（電子供給層）を介さずに2DEGへのコンタクトを取れ、電子供給層の厚みを任意に設計できるので、低抵抗化、高電子濃度化に有効である。一方、ゲートとチャネルの間に絶縁膜を入れる必要がある。将来の高速化の為の薄膜化を考えるとALDによるGaNへの直接成膜[2]を試みる必要があると考え、ALDによりAl_2O_3ゲート絶縁膜を持つN極性GaN HEMTの製作、測定を行った。

2. HEMT の製作

N 極性 GaN HEMT を以下の手順で製作した。EB 用アライメントマークを形成した後、Ti/Al/Ti/Au ソース、ドレイン電極を形成し、アニールを行った[3]。ICP-RIE によりアイソレーションを行った後、ゲート絶縁膜として ALD により Al_2O_3 を 17nm 堆積した。続いて Pd/Au ゲート電極を形成した。製作した HEMT の構造を Fig.1 に示す。

また、同一基板上に CTLM を形成し、CTLM 法を用いてコンタクト抵抗率とシート抵抗の測定を行った。

3. 結果

ゲート長 300 nm,ソースドレイン間距離 900 nm の HEMT の I_D-V_D, I_D-V_G, G_m-V_G 特性を Fig.2 に示す。オン電流（$V_{DS} = 5\mathrm{V}, V_{GS} = 0\mathrm{V}$）は 170 mA/mm，オフ電流（$V_{DS} = 5\mathrm{V}, V_{GS} = -12\mathrm{V}$）は 2.39×10^{-6} mA/mm，オンオフ比は7.1×10^{7}，相互コンダクタンスの最大値は 28.7 mS/mm であった。また、デバイス完成後のコンタクト抵抗率とシート抵抗はそれぞれ、3.5×10^{-5} $\Omega\mathrm{cm}^2$, 6700 Ω/□であった。一方で、CTLM のみを製作した場合、コンタクト抵抗率とシート抵抗はそれぞれ、7.7×10^{-6} $\Omega\mathrm{cm}^2$, 800 Ω/□であった。

HEMT のオン電流と相互コンダクタンスが小さい理由は、シート抵抗が高いからだと考えられる。シート抵抗増大の原因として、チャネルのパッシベーションを行わなかったことや、Al_2O_3 の成膜条件の影響などが考えられる。

4. まとめ

Al_2O_3 ゲート絶縁膜を持つ N 極性 GaN HEMT の製作を行った。シート抵抗が大きいことから、チャネルのパッシベーションや、絶縁膜の最適化が必要であると考えられる。

謝辞

この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（ＮＥＤＯ）の委託業務の結果得られたものです。

参考文献

[1] M H. Wong et al., Semicond. Sci. Technol. 28, (2013) 074009.
[2] T. Hashizume et al., Appl. Phys.Exp. 11, (2018) 124102.
[3] K.Hotta et al., IWN, ED12-2, 2018.

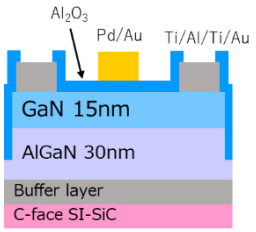

Fig.1 Schematic of N-polar GaN HEMT.

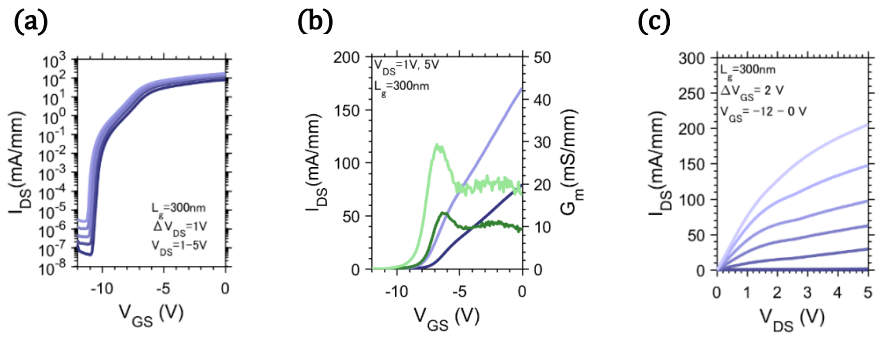

Fig.2 I-V characteristics. (a) I_{DS}-V_{GS}, G_m-V_{GS}, (b) I_{DS}-V_{GS}（log）(c) I_{DS}-V_{DS}.

© 2019年 応用物理学会