(Al_xGa_{1-x})₂O₃ バックバリアを用いた横型 Ga₂O₃ MOSFET の高周波特性 RF Characteristics of Lateral Ga₂O₃ MOSFET with (Al_xGa_{1-x})₂O₃ Back Barrier 情通機構¹,大阪公立大院工² 〇大槻 匠¹、上村 崇史¹、東脇 正高^{1,2} NICT¹, Osaka Metropolitan Univ.², ^OT. Ohtsuki¹, T. Kamimura¹, M. Higashiwaki^{1,2} E-mail: ohtsuki@nict.go.jp

【はじめに】 β -Ga₂O₃ は、4.8 eV という大きなバンドギャップを持っていることからパワー半導体 材料として注目されているが、その高い化学的安定性や放射線耐性から、極限環境下での無線通 信機器への応用も期待できる。これまで我々は、サブ 0.1 μ m のゲート長(L_g)を持つ横型高周波 Ga₂O₃ MOSFET の開発を進めてきたが、高周波特性を更に向上させるためには、 L_g の微細化に伴 う短チャネル効果の抑制が課題である [1]。本研究では、短チャネル効果を抑制する目的で、横型 Ga₂O₃ MOSFET に (Al_xGa_{1-x})₂O₃ バックバリア層を導入し、その高周波特性の評価を行った。

【実験】作製した MOSFET の断面模式図を図1に示す。まず始めに、Fe ドープβ-Ga₂O₃ (010) 基板上に、オゾン分子線エピタキシー法によって Ga₂O₃(100 nm)/(Al_xGa_{1-x})₂O₃(100 nm, $x \sim 0.12$) 二層膜を成長した。次に、深さ 60 nm のボックスプロファイルになるように Ga₂O₃ 層へ Si イオン注入を行い、チャネル層ならびにオーミックコンタクト領域を形成した。その後、Ti/Au オーミック電極(図中 S、D)、Al₂O₃ ゲート絶縁膜(20 nm)、Ti/Pt/Au T 型ゲート電極(図中 G)を形成した。 【結果と考察】図2に L_g が 150 nm、ソース・ドレイン間距離(L_{sd})が2 µm である Ga₂O₃ MOSFET の DC 電流-電圧出力特性を示す。約 230 mA/mm という高いオン電流が得られ、良好な FET 動作が確認できた。また、横型 MOSFET においては、エピタキシャル層と基板との界面に蓄積した Si に起因するリークパスがしばしば問題となるが、今回作製した複数の試料においては界面でのリーク電流は充分小さく、バックバリア層の導入に付随する利点と考えられる。図3には、 $L_{sd} = 2$ µm の Ga₂O₃ MOSFET に対して測定した、電流利得遮断周波数(f_T)と最大発振周波数(f_{max})の L_g 依存性を示す。 f_T 、 f_{max} ともに、(Al_xGa_{1-x})₂O₃ バックバリア層がない場合[1]と比べて遜色のない値が得られた。そして、これらの値が最大となるのは、バックバリア層がない場合は $L_g \sim 200$ nm であったのに対し、今回は $L_g = 120-150$ nm と短ゲート長側にきており、バックバリア層の導入は短チャネル効果の抑制に関して一定の効果があったと考えられる。

【謝辞】本研究の一部は、総務省「次世代省エネ型デバイス関連技術の開発・実証事業」(JPMI00316) からの委託によって実施されました。

[1] T. Kamimura, Y. Nakata, and M. Higashiwaki, Appl. Phys. Lett. 117, 253501 (2020).



Fig 1: Cross-sectional schematic of the Ga₂O₃ MOSFET.



Fig 2: DC I_d - V_d output characteristics of the MOSFET.



Fig 3: L_g dependence of f_T (blue) and f_{max} (red) of the MOSFET.