20a-D8-3

Si イオン注入を用いて作製したディプレッションモード Ga_2O_3 MOSFET

Depletion-mode Ga_2O_3 metal-oxide-semiconductor field-effect transistors (MOSFETs) fabricated by using Si-ion implantation

情報通信研究機構 [1], タムラ製作所 [2], 光波 [3]

○東脇 正高 [1], 佐々木 公平 [2,1], ワン マンホイ[1], 上村 崇史 [1], ダイワシガマニ キルシナムルティ [1],

倉又 朗人 [2], 増井 建和 [3], 山腰 茂伸 [2]

NICT [1], Tamura Corp.[2], Koha Co., Ltd. [3]

°Masataka Higashiwaki[1], Kohei Sasaki[2,1], Man Hoi Wong[1], Takafumi Kamimura[1], Daivasigamani Krishnamurthy[1], Akito Kuramata[2], Takekazu Masui[3], and Shigenobu Yamakoshi[2]

E-mail: mhigashi@nict.go.jp

酸化ガリウム(Ga_2O_3)は、そのワイドギャップに起因する物性、および単結晶基板の量産性などから、次世代パワーデバイス用途に非常に魅力的な新半導体材料である。我々は現在、世界に先駆けて Ga_2O_3 パワーデバイスの研究開発に取り組んでいる。前回、ディプレッションモード Ga_2O_3 MOSFET の作製に成功したことについて報告した [1]。今回、更なる Ga_2O_3 トランジスタの性能および実用性の向上のために、Si イオン注入技術をソース・ドレインオーミック電極作製だけでなく、*n*-Ga_2O_3 チャネル層の形成にも利用したディプレッションモード Ga_2O_3 MOSFET を試作し、そのデバイス特性を評価したので報告する [2]。

Fig. 1に、今回作製したGa_2O_3 MOSFETの断面模式図を示す。最初に、分子線エピタキシー法で成長した厚さ300 nmのアンドープGa_2O_3膜へSiイオン注入ドーピングを行った。注入したSi濃度は、チャネル層およびソース・ドレイン領域に対してそれぞれ3×10^{17} cm^{-3}および5×10^{19} cm^{-3}である。また、チャネル層は厚さ300 nm、ソース・ドレイン領域は表面から深さ150 nmのボックスプロファイルとしている。注入したSi原子の活性化プロセスは、赤外線加熱炉内で基板温度925°C、窒素ガス雰囲気中で30分間アニールすることで行った。その後、ソース・ドレイン電極としてTi/Auを蒸着、リフトオフ後、再度基板温度470°Cで1分間電極アニールを行った。続いて、Al_2O_3ゲート絶縁膜兼パッシベーション膜を、プラズマ原子層エピタキシーにより基板温度250°CにてGa_2O_3膜表面上に堆積し、続いてTi/Pt/Auを蒸着、リフトオフすることで絶縁ゲート構造を作製した。ゲート長およびソース・ドレイン電極下のSi注入領域間の距離は、それぞれ4 μmおよび20 μmである。

Fig. 2(a)に、Ga_2O_3 MOSFETのDC出力特性を示す。ドレイン電流はゲート電圧により効果的に変調されており、飽和・ピンチオフ両特性も良好であった。最大ドレイン電流密度は、ゲート電圧+6 Vにおいて65 mA/mmが得られた。また、三端子オフ状態ドレイン耐圧は415 Vと非常に大きい。更に、オフリーク電流は測定装置限界値以下と非常に小さく、その結果ドレイン電流オン/オフ比は10桁以上と非常に高い値が得られている [Fig. 2 (b)]。今回報告するGa_2O_3 MOSFETのデバイス特性は、Ga_2O_3パワーデバイスの高い将来性および潜在能力を十分に示唆する結果であった。

本研究の一部は、NEDO 委託研究「省エネルギー革新技術開発事業/挑戦研究」として実施した。

[1] M. Higashiwaki et al., Appl. Phys. Lett. 103, 123511 (2013).　[2] M. Higashiwaki et al., IEDM Tech. Dig., 707 (2013).

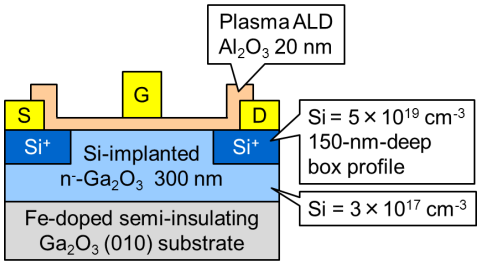

Fig. 1　Schematic cross section of Ga_2O_3 MOSFET.

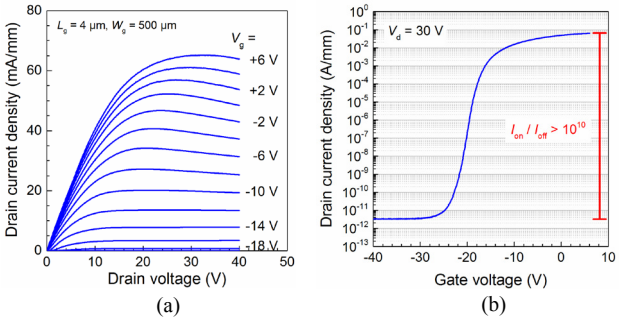

Fig. 2　(a) Output and (b) transfer characteristics of Ga_2O_3 MOSFET.

© 2014 年　応用物理学会