

GaSb pMOSFET の Metal Source/Drain に向けた Ni-GaSb/GaSb ショットキー接合の低温における形成 Low temperature formation of Ni-GaSb alloy Schottky junction for metal source/drain of GaSb pMOSFET

東京大学¹, 日本電信電話株式会社 NTT フォトニクス研究所²

西康一¹, 金相賢¹, 横山正史¹, 横山春喜², 竹中充¹, 高木信一¹

The University of Tokyo, NTT Photonics Laboratories, NTT Corporation

K. Nishi, S. H. Kim, M. Yokoyama, H. Yokoyama, M. Takenaka, and S. Takagi

E-mail: nishi@mosfet.t.u-tokyo.ac.jp

【はじめに】高い移動度を有する III-V 族化合物半導体は LSI ロジックトランジスタにおいて、Si に代わるチャンネル材料として期待されている[1]。近年、InGaAs を利用した III-V nMOSFET の研究が盛んである[2]-[4]。一方、GaSb や InGaSb などの Sb 系 III-V 族化合物半導体は高い正孔移動度を有するため、pMOSFET として期待されている[5]-[7]。しかし、GaSb は熱耐性が低く、また、固溶限が低い[8]、イオン注入による低抵抗かつ低温での Source/Drain (S/D) 形成が困難である。そこで、低温プロセスで、かつ、低抵抗化が可能な合金化に依る S/D 形成手法が有効である[9]。本研究では、GaSb pMOSFET に応用可能な Ni-GaSb 合金の形成条件を調べ、形成した Ni-GaSb/GaSb ショットキー接合の電気特性を調べた。

【研究内容】n 型 GaSb (001) 基板を塩酸で前処理して自然酸化膜を除去した後、30 nm の Ni をスパッタ法により成膜した。その後、Rapid Thermal Annealing (RTA) により、Ni/GaSb を 250 - 450 °C で 1 分間熱処理した。熱処理した試料を X-ray diffraction (XRD) 測定により、Ni-GaSb 合金層が形成されているかを調べた。図 1 に、XRD 測定結果の RTA 温度依存性を示す。2θ = 29° の GaSb(002) のピークの高角側にピークが確認された。この 2θ = 31.5° に見られるピークは Ni-GaSb であると考えられる[10]。この結果から 250 °C 以上で RTA することで Ni-GaSb が形成されることがわかった。

次に、同様の熱処理条件で Ni-GaSb/GaSb ショットキー接合ダイオードを作製し、ダイオード特性を測定した。図 2 にダイオードプロセスフローを示す。塩酸で前処理した後、表面保護膜として Al₂O₃ を 10 nm 成膜した。パターニング後、BHF で Al₂O₃ を除去、塩酸処理を加え、Ni を 30 nm 成膜した後、裏面電極として Al を 200 nm 蒸着した。その後、RTA 処理を行い、Ni-GaSb を形成した。比較のために pn 接合ダイオードと Ni/GaSb ショットキーダイオードを作製した。ここで、pn 接合ダイオードは、Be を 5 keV、1x10¹⁴ cm⁻² の条件でイオン注入し、350 °C で活性化熱処理を行ない作製した。図 3 に、これらのダイオードの室温における I-V 特性を示す。Ni-GaSb/GaSb ショットキーダイオードは、オン電流が 14 A/cm²、オフ電流が 2.5x10⁻³ A/cm²、オンオフ比が 6x10³ であった。一方、pn 接合ダイオードはオン電流が 3.7 A/cm²、オフ電流が 4.5x10⁻³ A/cm²、オンオフ比が 1x10³ であり、Ni-GaSb/GaSb ショットキーダイオードの方が良好な特性を示した。さらに、Ni-GaSb/GaSb 接合は 250 °C の低温で形成できるため、GaSb pMOSFET プロセスの低温化が可能であることが示唆された。

【謝辞】本研究は、NEDO「省エネルギー革新技術開発事業・極低消費電力 III-V 族化合物半導体 CMOS の研究開発」の委託により実施した。

【参考文献】

- [1] S. Takagi *et al.*: SSE 51(2007) 526 [2] M. Yokoyama *et al.*: APL 96 (2010) 142106 [3] M. Yokoyama *et al.*: APEX2 (2009) 124501 [4] Y. Xuan *et al.*: IEDM Tech. Dig (2007) 637 [5] Zota, C. B *et al.*: APEX2 (2012) 071201 [6] A. Nainani *et al.*: IEDM, p6.4.1 (2010) [7] X. Min *et al.*: EDL, vol32, no7, p883 (2011) [8] P. S. Dutta *et al.*: JAP 81, 5821 (1997) [9] S. H. Kim *et al.*: IEDM, p26.6.1 (2010) [10] A. Guivarc'h *et al.*: JAP 75, 5061 (1964)

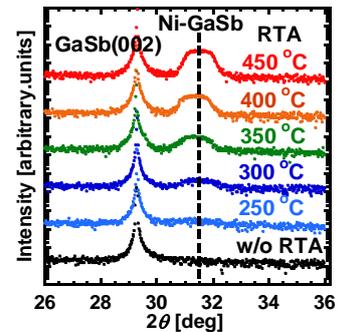


Fig.1 XRD spectra of Ni/GaSb annealed at 250 (blue), 300 (blue), 350 (green), 400 (brown), and 450 (red) °C by RTA. The black colored curve shows the XRD spectra of Ni/GaSb without RTA.

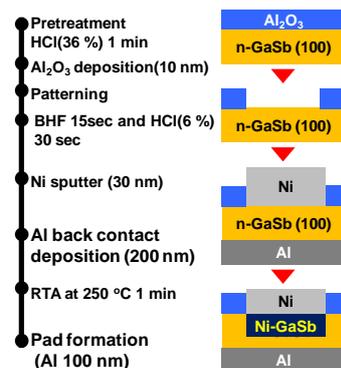


Fig.2 Fabrication process flow of Ni-GaSb/GaSb Schottky diode

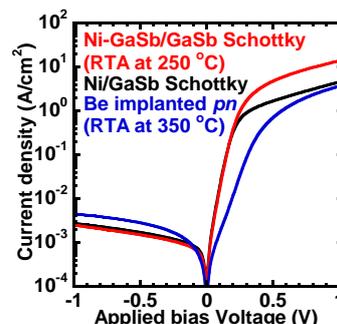


Fig.3 I-V characteristics of Be implanted PN junction (blue), Ni/GaSb Schottky junction (black), and Ni-GaSb/GaSb Schottky junction (red).