

1 対の電子チャネルと正孔チャネルを内蔵した AlGaAs/GaAs/AlGaAs ダブルヘテロ構造における特性評価

Characterization of AlGaAs/GaAs/AlGaAs Double Heterostructure with a Pair of Electron and Hole Channels

豊田工業大学¹, トヨタ自動車株式会社²

○(M1) 大保 嵩博¹, 櫛田 知義^{1,2}, Teuku Muhammad Roffi¹, 岩田 直高¹

¹Toyota Tech. Inst., ²Toyota Motor Corp.,

○T. Obo¹, T. Kushida^{1,2}, T. M. Roffi¹, N. Iwata¹

E-mail: sd17413@toyota-ti.ac.jp

ヘテロ接合を用いたスーパージャンクション (H-SJ) 構造は、低損失かつ高出力のパワーデバイスの実現に好適である。しかしながら、H-SJ トランジスタの潜在能力を最大限発揮して利用するためには、2次元の電子および正孔チャネルを制御し、ともに空乏化させる必要がある^[1]。今回我々は、1対の電子チャネルと正孔チャネルを内蔵したAlGaAs/GaAs/AlGaAsダブルヘテロ構造を有する4端子テストデバイスを作製した。電子および正孔チャネルの特性を個別に測定することにより、一方のチャネルによってもう一方のチャネルを制御し、空乏化できることを確認したので報告する。

作製したAlGaAs/GaAs/AlGaAs H-SJ トランジスタ構造と電子チャネルにソースドレイン、正孔チャネルをゲートとする測定回路を併せてFig.1に示す。エピタキシャルウエハは、有機金属気相成長法を用いて作製した。GaAs基板上にAlGaAs/GaAs/AlGaAsのダブルヘテロ構造を有する。GaAs層の上界面にCをドーピングすることにより正孔チャネルが形成される。GaAs層の下界面にSiドーピングにより電子チャネルが形成される。CおよびSiドーピング濃度はともに約 $2 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ である。

トランジスタ作製においては、ウエハ上にSiO₂膜を成膜した後、H₂SO₄系エッチャントによる素子分離を2回行った。次にAuZn/Ni構造を用いたn型電極を、AuGe/Ni構造でp型電極を形成した。

測定方法は2通りある。1つ目は電子チャネル特性を測定する方法である。Fig.1に示すように、電子チャネルの両端にソースドレインを設け、正孔チャネルをゲートとする。2つ目は正孔チャネル特性の測定方法であり、正孔チャネルの両端をソースドレイン、電子チャネルをゲートとする。

正孔チャネルのゲートで電子チャネルを変調したH-SJ トランジスタの静特性をFig.2.(a)に示す。

良好な変調特性を示し、しきい値電圧($V_{DS} = 1\text{V}$, $V_{GS} = 0\text{V}$ 時の電流を1/10にする電圧)は-16Vであった。次に、電子チャネルのゲートで正孔チャネルを変調したH-SJ トランジスタの静特性をFig.2.(b)に示す。同様に、良好な変調特性としきい値電圧16Vを得た。

本研究により一対の電子チャネルと正孔チャネルを内蔵したH-SJ トランジスタは、一方のチャネルに印加した電圧により、もう一方のチャネル電流を制御し、同じしきい値電圧値でチャネル電流がオフすることを確認した。これは、2次元の電子および正孔チャネルを制御し、同時に空乏化できることを示している。

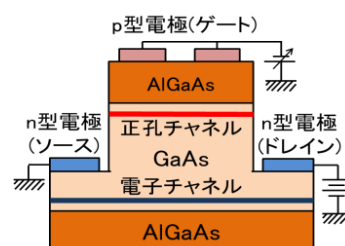


Fig.1. Structure of the fabricated AlGaAs/GaAs/AlGaAs H-SJ transistor with a measurement circuit expressing an electron channel as source-drain and a hole channel as gate.

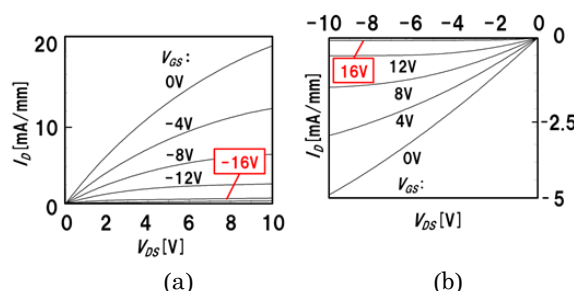


Fig.2. $I_D - V_{DS}$ characteristics of the fabricated H-SJ transistors. (a) Electron current characteristics with the hole channel as gate. (b) Hole current characteristics with the electron channel as gate.

- [1] T. Kushida, *et al.*, IEEE Trans.on Elec. Dev., 62 (11), pp. 3619-3625, 2015.