

変調ドーピングによる電子正孔がGaAsまたはInGaAsチャネルに形成されたヘテロ接合デバイスの特性

Performance of heterojunction transistor consisting of GaAs or InGaAs channel with electrons and holes induced by modulation doping

豊田工業大学, °(M2) 尾川 弘明, 豊原 真由, 浅賀 圭太, 岩田 直高

Toyota Tech. Inst., °(M2) H. Ogawa, M. Toyohara, K. Asaka, N. Iwata

E-mail: sd19412@toyota-ti.ac.jp

一対の電子正孔チャネルを有するGaAsヘテロ構造スーパー接合(SJ)は、高耐圧と低オン抵抗が要求されるパワーデバイスに好適である。我々は、AlGaAs/GaAs/AlGaAsダイオードにて、GaAsに添加されるアクセプタとドナーの濃度を揃えることで高耐圧を獲得した[1]。課題の低抵抗化には、添加濃度を高くする方法がある。しかし、GaAsチャネルへの添加では、イオン化散乱による移動度の低下が懸念される。そこで、AlGaAsバリア層に不純物を添加する変調ドーピングを検討した。本研究の目的は、さらなる低抵抗と高耐圧特性の両立である。

Fig.1にヘテロ接合トランジスタの(a)断面図と(b)写真を示す。エピタキシャル層は、有機金属気相成長法により半絶縁性GaAs基板上に形成した。ヘテロ接合は、Al_{0.22}GaAs層を15nm厚のGaAsまたはIn_{0.2}GaAsチャネルに挟んだ構造である。正孔および電子チャネル形成のため、Al_{0.22}GaAsバリア層の上側3nm厚に $1.7 \times 10^{12} \text{cm}^{-2}$ のCアクセプタを、下側3nm厚に $1.65 \times 10^{12} \text{cm}^{-2}$ のSiドナーを添加した。

Fig.2に電子チャネルのホール効果測定の結果を示す。GaAsチャネル素子は、 $3000 \text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ を超える移動度を示した。さらに、InGaAsチャネル素子ではGaAsチャネル素子と比較して、濃度は10%、移動度は40%も向上した。

Fig. 3に、トランジスタ静特性を示す。InGaAsチャネルでのオン抵抗(R_{on})と飽和ドレイン電流(I_{Dsat})は、それぞれ $104 \Omega\cdot\text{mm}$ と $49 \text{mA}/\text{mm}$ であり、GaAsチャネルよりも良好な伝導特性を示した。これは、Fig.2の濃度と移動度の向上と符合する。さらに、耐圧特性を評価したところ、

両者ともに、400Vの高い降伏電圧を示した。

以上より、InGaAsチャネルを有する変調ドーピングSJ構造トランジスタは、チャネルドーピング構造の特性を凌駕する、低オン抵抗と高耐圧特性を示した。

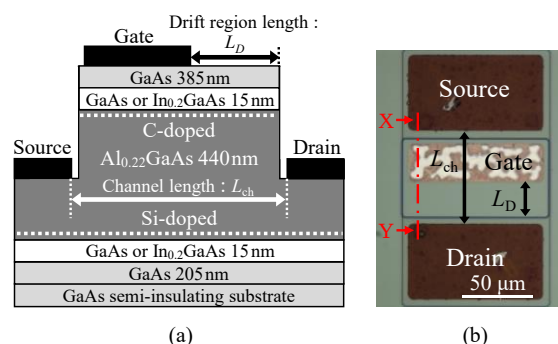


Fig.1 Fabricated heterojunction transistor. (a) schematic cross-section of X-Y in (b), and (b) optical image.

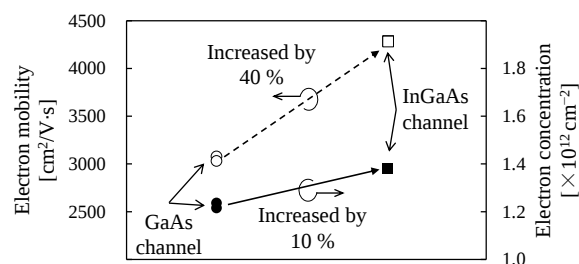


Fig.2 Electron concentrations and mobilities of the epitaxial wafers.

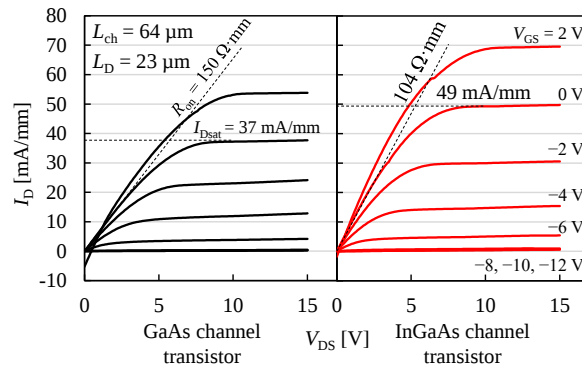


Fig.3 I_D - V_{DS} characteristics of the heterojunction transistors.

[1] H. Ogawa *et al.*, Ext Abstr. SSDM2020, p. 221.