

SLS 回数と成長温度の最適化による InSb-HEMT 構造の電気的特性向上 Electrical characteristic improvement of the InSb-HEMT structure by the optimization of SLS number of times and growth temperature

東理大院基礎工, °加藤三四郎, 宮下愛理, 藤川紗千恵, 藤代博記
Tokyo University of Science, °S.Kato, A.Miyashita, S.Fujikawa, H.I.Fujishiro
E-mail: fujisiro@te.noda.tus.ac.jp

【背景・目的】 InSb は III-V 族化合物半導体の中で最も有効質量が小さい。そのため、InSb をチャネル材料に用いた高電子移動度トランジスタ(High Electron Mobility Transistor : HEMT)は、高周波・低消費電力デバイスとして期待されている。基板に用いている半絶縁性 GaAs 基板と InSb は 14.6%の大きな格子定数差のため、貫通転位等の欠陥が問題となる。本研究では、InSb HEMT 構造の電気特性向上を目的に、バッファ層に SLS 導入と成長温度の最適化を行ったので報告する。

【実験】 図1は、MBE法を用いて作製した InSb-HEMT 構造を示す。バッファ層には、AlSb から $\text{Al}_{0.15}\text{In}_{0.85}\text{Sb}$ 層までのグレーデッドバッファ(GB)層と $\text{Al}_{0.25}\text{In}_{0.75}\text{Sb}$ 層を導入した。これにより InSb チャネル層は、 $\text{Al}_{0.15}\text{In}_{0.85}\text{Sb}$ に格子緩和することで有効質量が小さくなると同時に、電子濃度を確保する特徴がある^[1]。GaAs 基板上 AlSb 層から $\text{Al}_{0.15}\text{In}_{0.85}\text{Sb}$ 層までの間の $\text{Al}_x\text{In}_{1-x}\text{Sb}$ GB 層の成長温度は、580~455°Cへと変化させた。 $\text{Al}_x\text{In}_{1-x}\text{Sb}$ GB 層は Al 組成が低くなるのに伴い、成長温度を徐々に下げて試料を作製した。また、 $\text{Al}_{0.15}\text{In}_{0.85}\text{Sb}$ 層中に InSb/ $\text{Al}_{0.15}\text{In}_{0.85}\text{Sb}$ (2.5 nm / 2.5 nm) の SLS を 0~35 回導入した。これらの試料は、ホール効果測定により電子移動度(μ)とシートキャリア濃度(N_s)を評価した。

【結果・考察】 図2は、GB 層の $\text{Al}_{0.4}\text{In}_{0.6}\text{Sb}$ 層の時の成長温度と μ 、 N_s の関係を示す。成長温度が 505 °C の時、 μ と N_s の増加を確認した。これは結晶性が向上し欠陥が抑制されたためだと考えられる。図3は、SLS の回数と μ 、 N_s の関係を示す。結果、 $\text{Al}_{0.4}\text{In}_{0.6}\text{Sb}$ 層の成長温度が 455°C の時では、0 から 21 回に増加とともに μ の増加を確認した。しかし、27 回に増加すると μ が低下した。一方、505°C の時は 35 回に増加させると μ が大幅に向上した。その時、 $\mu = 21.742 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、 $N_s = 1.01 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ であった。これは、GB の成長温度上昇による結晶性向上と SLS 導入による貫通転位減少により、チャネル層への転位の影響が抑制できたことが μ の向上に繋がったと考えられる。以上のことから、上記の2つの手法を取り入れることは、 μ 向上に有用であることがわかった。

[1] Sachie Fujikawa, *et al.*, Journal of Crystal Growth, 425, 64 (2015).

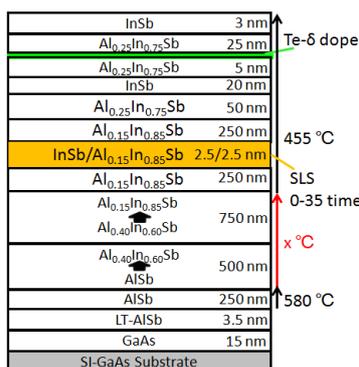


Fig1. Schematic structure of InSb-HEMT

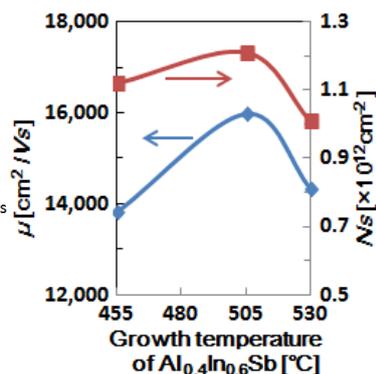


Fig2. Dependence of μ and N_s on growth temperature.

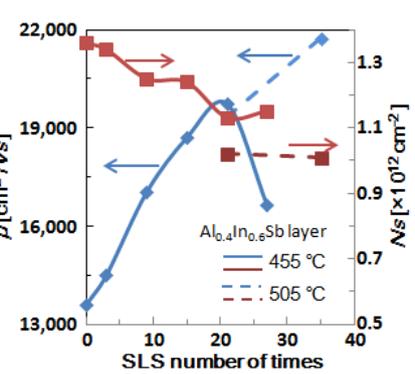


Fig3. Dependence of μ and N_s on SLS number of times.