

MBE 成長 InN のキャリア濃度と電子移動度の温度依存性

Temperature dependence of carrier concentration and mobility in InN grown by MBE

○児玉 和樹¹, Jan Kuzmik², Alexandros Georgakilas³, 葛原 正明¹

福井大¹, Slovak Academy of Sciences², University of Crete³

K. Kodama¹, J. Kuzmik², A. Georgakilas³, and M. Kuzuhara¹

University of Fukui¹, Slovak Academy of Sciences², University of Crete³

E-mail: k-kodama@u-fukui.ac.jp

はじめに InN は、GaN に比べて小さい電子の有効質量と高い電子速度を有するために、高周波・高速デバイスとしての応用が期待されている[1]。実際に、MBE あるいは MOCVD 法によって成長された InN において、GaN より高いホール電子移動度が得られている。しかしながら、移動度の温度依存性に関する報告は少ない。本研究では、ホール効果を用いたキャリア濃度と電子移動度の温度依存性を測定し、また、測定結果を解析することにより、移動度における支配的な散乱機構を検討した。

実験方法 本研究で用いた InN は、RF プラズマ MBE 装置を用いることにより高抵抗 GaN-on-サファイア基板上に成長された。エピ結晶構造は 300 nm の GaN バッファ層、500 nm の InN バルク層、および 5 nm の GaN キャップ層から成る。ホール効果測定を行うために、成長サンプルを $5 \times 5 \text{ mm}^2$ のサイズに切断した。その後、InSn のオーミック電極を 4 隅に形成した。ホール効果測定において、測定電流は 1 と 10 mA、印加磁場は 0.5 T、温度範囲は 20~300 K である。

結果・考察 図 1 にキャリア濃度の温度依存性を示す。室温でのキャリア濃度は $2.07 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ であった。また、温度依存性は 2 つの異なる傾斜を示した。100 K 以下の温度で、傾きの値は $6.8 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}/\text{K}$ であり、一方、100 K 以上では $1.6 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}/\text{K}$ であった。以上の結果から、浅い準位を有する 2 つの異なるドナーが存在すると考えられる。そこで、キャリア濃度の温度依存性を計算した。計算では、12 meV と -170 meV の準位に、それぞれ、 $2.21 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ と $2.78 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ のドナー濃度を考慮した。ここで、負の符号はドナー準位が伝導帯内にあることを意味する。さらに、補償アクセプタ ($9.8 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$) およびアクセプタ型の転位 ($6.4 \times 10^9 \text{ cm}^{-2}$) を考慮することにより、全温度領域を通して、解析値と実験値の誤差が 1% 以下であった。考慮した 12 meV のドナーは水素に起因すると考えられる[2]。一方、-170 meV のものはシリコンあるいは酸素に由来すると思われる。図 2 に移動度の温度依存性を示す。室温での移動度は $1020 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ であった。また、150 K で最大移動度 $1110 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ が得られた。図 1 で用いた不純物濃度と転位密度を考慮し、Matthiessen's rule に基づいて移動度の温度依存性を計算した結果、誤差は 5% 以下であった。計算結果は、全温度領域で転位散乱が最も支配的な散乱機構であることを示した。

まとめ MBE 成長 InN のホール効果測定を行い、キャリア濃度と移動度の温度依存性を調べた。実験と計算結果を比較することにより、2 つの浅いドナー準位が存在する可能性を見出した。また、移動度は、20K~室温の範囲内で、転位散乱が支配的であることが分かった。

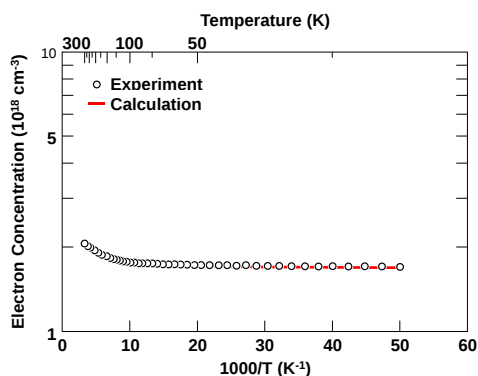


図 1 キャリア濃度の温度依存性

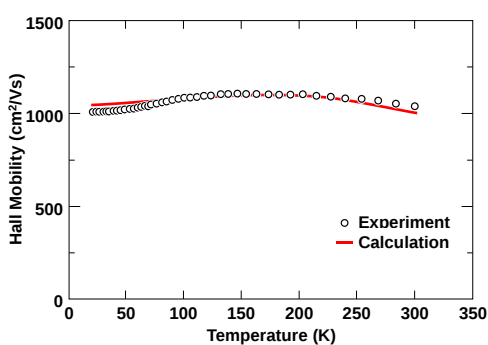


図 2 移動度の温度依存性

参考文献 [1] A. G. Bhuiyan et al., JAP, **94**, 2779-2807 (2003) [2] E. A. Davis et al., APL, **94**, 592-594 (2003)