

ALE 法で意図的に N 分布を変化させた GaAsN 薄膜の 電気特性の測定温度依存性

Evaluation of Electrical Characteristics of GaAsN Films with Intentional Change of N Distribution

宮崎大学, 河野 将大, 上田 大貴, 峰松 遼, 原口 智宏, 鈴木 秀俊

University of Miyazaki, M. Kawano, D. Ueda, R. Minematsu, T. Haraguchi, H. Suzuki

E-mail: hk12012@student.miyazaki-u.ac.jp

1. はじめに

InGaAsN は、超高効率四接合型太陽電池の材料として期待されている。本材料は、In と N の組成の制御により Ge や GaAs 等の基板に格子整合し、1.0 eV のバンドギャップエネルギー(E_g)の達成が可能である。一方で InGaAs への N の添加は、少数キャリアのライフタイムや移動度の低下を引き起こす。その原因として N 分布の不均一化が考えられている[1]が、実際の膜中の N 分布を観察することは困難である。そこで我々はまず、GaAsN に注目し、成長表面を原子層レベルで制御し成長可能な原子層エピタキシー(ALE)法を用いて N 分布を意図的に制御した GaAsN 薄膜の成長を試みている。ALE 法は 1 原子層単位で成長を制御可能であるため、N 原子を導入する層を制御することで、N 原子の空間分布を意図的に変化させる事が可能である。我々はこれまで N 分布を意図的に変えた GaAsN を作製し電気特性の評価を行った[2]。室温におけるホール効果測定の結果、N 分布の不均一性が増す毎に移動度は減少した。しかし、室温測定だけでは各種散乱機構の分離ができず N 分布の変化がどのように移動度に影響しているのか詳細が不明である。そこで本研究では先の研究と同様に、N 分布を意図的に変化させた GaAsN 薄膜を作製し、電気特性を測定温度を変えて測定することで各散乱機構の分離を試み、N 分布の偏りと電気特性の関係を詳細に評価することを目的とした。

2. 実験方法

SI GaAs 基板上に GaAsN 薄膜成長前に 550°C で 5 分間酸化膜を除去し、成長温度は 480°C で行った。ALE 法を用いた GaAsN 原子層の間に GaAs 層を 3 もしくは 5 原子層を導入した試料を作製した(それぞれ(1:3)、(1:5)とよぶ)。比較のため、GaAsN 層のみを成長させた試料も作製した(1:0)。この時、平均 N 組成を 0.4% に揃え且つ N 分布を変化させるため、(1:3)、(1:5)の GaAsN 原子層 1 層あたりの N 組成をそれぞれ(1:0)の 4 倍、6 倍となるように作製した。作製した 3 つの試料について測定温度を変えてホール効果測定を行った。

3. 結果と考察

N 分布を意図的に変えた GaAsN 薄膜の低温測定の正孔移動度を図 1 に示す。全ての試料でキャリアタイプは p 型を示した。キャリア濃度は全て 10^{18} cm^{-3} 程度で(1:5)は(1:0)の 1.15 倍、(1:3)は(1:0)の 0.64 倍程度となった。正孔移動度は(1:0)、(1:3)では 220 K、(1:5)では 240 K で極大になった。80~140K の範囲ではいずれも同じ傾きで変化しており、イオン化不純物散乱の影響が支配的である。(1:5)のみ移動度が小さいのは、キャリア濃度が多いことと対応している。140~300K の範囲では、(1:0)と(1:3)はほぼ同様の変化をしているが、極大近傍では(1:3)が大きい。一方(1:5)は、この温度範囲で他の試料と変化の傾きが異なっており、支配的なキャリア散乱機構が他と変化した可能性を示している。(1:5)は、もっとも N 分布に偏りが大きい試料であり、N 分布の偏りが各種散乱機構に影響を与え移動度が減少したことを示唆している。

4. 謝辞

この研究は科研費によって行われた。

参考文献

- [1] H. Suzuki et al., Thin Solid Films. 540, 79-83 (2013).
- [2] D. Ueda, et al., 2017 年応用物理学会秋季学術講演会

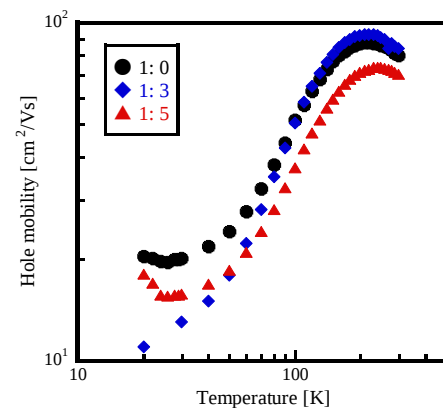


Fig. 1 Relationship between hole mobility and sample temperature with measurement temperature of GaAsN films.