

ALE 法で意図的に N 分布を変化させた GaAsN 薄膜の アニール処理による N 分布と電気特性への影響

Effects of Annealing Treatment on N Distribution and Electrical Characteristics of GaAsN Films with Different N Distribution Grown by Atomic Layer Epitaxy

宮崎大学工, °中島 凌, 河野 将大, 峰松 遼, 原口 智宏, 鈴木 秀俊

University of Miyazaki, °R. Nakajima, M. Kawano, R. Minematsu, T. Haraguchi, H. Suzuki

E-mail: hk16030@student.miyazaki-u.ac.jp

1. はじめに

高効率四接合型太陽電池の材料として、InGaAsN が注目されている。しかし、N 添加による電気特性の悪化が報告されている。この原因として、N 分布の不均一化が考えられている^[1]。そこで我々は GaAsN に注目し、1 原子層単位で成長制御が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 薄膜の成長と、その電気特性の評価を行っている^[2]。これまでに、N 分布制御に成功し、意図的に N 分布に偏りのある試料で移動度の減少を見出している。移動度に対する各種散乱機構の寄与の分離を行ったところ、N 分布が異なる GaAsN で合金散乱の寄与の変化が見出された。また、アニール処理により、N 分布が偏った GaAsN 薄膜の移動度が、通常の GaAsN 薄膜と等しくなった。しかし、アニールが N 分布とそれぞれの各種散乱機構の寄与に対して与えた影響は不明である。

そこで本研究では、N 分布を意図的に変化させた GaAsN 薄膜に対して、温度を変化させたアニール処理を行い、XRD 測定により N 分布の変化を超格子回折の変化として捉えながら、ホール効果測定により電気特性を測定することで、N 分布の変化が電気特性に与える影響を評価することを目的とした。なお、紙面の関係上、本予稿ではアニール処理が電気特性に与える影響のみを記述する。

2. 実験方法

本研究では、SI GaAs 基板上に ALE 法を用いて GaAsN 層のみを積層させたものと GaAsN 層の間に 3 もしくは 5 原子層を導入したもの^[2](それぞれ(1:0), (1:3), (1:5)と呼ぶ)の評価を行なった。作製した薄膜は全て p 型であった。アニール処理は、N₂ 雰囲気下で 550~900°C まで 50°C 刻みで 1 分間行った。各アニール後に 80~300K の範囲でホール効果測定を行い、移動度及びキャリア濃度の温度依存性を測定した。移動度に対する各種散乱機構の寄与を分離して比較するために、音響フォノン散乱、イオン化不純物散乱及び合金散乱を考慮して、Matthiessen 則を仮定して、各種散乱機構の寄与を分離した。ここで、N 起因散乱は、合金散乱と温度依存性が等しいため^[1]、合金散乱の変化として評価した。音響フォノン散乱は GaAs

と等しいと仮定し、イオン化不純物散乱及び合金散乱はそれぞれ、 $C_{II}T^{3/2}$ 、 $C_{Al}T^{-1/2}$ として、比例係数(C_{II} と C_{Al})をパラメータとしてフィッティングを行った。

3. 研究結果と考察

試料(1:5)に関して、移動度の測定温度依存性のアニールによる変化を Fig.1 に示す。移動度はアニール温度の上昇に伴って増加し、特にイオン化不純物の影響が大きい 180K 以下の低温領域の向上が大きい。800°C までのアニールでは、イオン化不純物散乱体の数 C_{II}^{-1} は減少傾向であったが、正孔濃度は増加した。 C_{II}^{-1} はイオン化不純物濃度に比例する。そのため、この結果は、アニールによるドナー性の欠陥の消滅を示唆する。一方、850°C では正孔濃度は減少し、 C_{II}^{-1} は減少した。この温度範囲では、アクセプタ性の欠陥が消滅していると考えられる。他の N 分布の異なる GaAsN 薄膜においても、 C_{II}^{-1} の値の変化は同程度であったことから、イオン化不純物散乱の観点では N 分布の影響は少ないことが示唆された。次に、合金散乱体の数 C_{Al}^{-1} はアニール温度の上昇に伴って減少傾向であったが、N 分布に関わらず、成長時とアニール後の C_{Al}^{-1} の差は小さく、今回のアニール条件では、合金散乱への影響は小さいと考えられる。

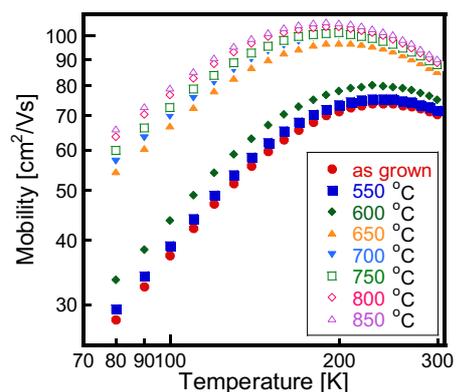


Fig.1 Hole Mobility as function of Temperature for (1:5).

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.*, Jpn. Appl. Phys. **49**, 04DP08(2010).
- [2] M.Kawano, *et al.*, The 66th JSAP Spring Meeting, 11a-S422-6, (2019).