

高濃度 Be ドープ GaAsN における Be-N の形成

Be-N in heavily Be-doped GaAsN

○角田 拓優¹, 塚崎 貴司¹, 椎野 直樹¹, 藤田 実樹², 牧本 俊樹¹ (1. 早大理工, 2. 一関高専)

○T. Tsunoda¹, T. Tsukasaki¹, N. Shiino¹, M. Fujita², T. Makimoto¹ (1. Waseda Univ., 2. NIT, Ichinoseki College)

E-mail: takumasa.tsunoda@akane.waseda.jp

はじめに :低い N 組成の GaAsN は、GaAs よりもバンドギャップエネルギー E_g が小さくなるという特性を持つ。したがって、GaAsN を用いることにより、多接合型太陽電池において、より幅広い波長の光を吸収できる。この多接合型太陽電池に GaAsN を用いるためには、p 型層となる Be ドープ GaAsN の物性の解明が必要である。ここで、この Be ドープ GaAsN において、理論計算から Be-N の形成を示唆した先行研究^[1]がある。本研究では、高周波プラズマを用いた分子線エピタキシー(RF-MBE)法を用いて、Be 不純物濃度([Be])を変化させた Be ドープ GaAsN を成長し、実験的に Be-N の存在を検討した。

実験 : RF-MBE 法により、半絶縁性 GaAs(001)基板上に膜厚 500 nm の Be ドープ GaAsN を成長した。[Be]は 1×10^{19} 、 6×10^{19} 、 $3 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ とした。成長温度は 480 °C で固定し、RF プラズマ条件も固定した。したがって、成長層に取り込まれる窒素原子の量は一定であると考えられる。そして、X 線回折測定 (XRD) から格子定数を求め、10 K から 300 K の測定温度でのホール効果測定を行った。

結果と考察 : [Be]を変化させた Be ドープ GaAs における XRD の 2θ - ω スペクトルを Fig. 1 に示す。[Be]の増加に伴って、Be ドープ GaAs の回折ピーク位置が高角側にシフトしていることが確認できる。このことより、GaAs へ Be 不純物をドーピングすることによって、格子定数が小さくなることがわかった。次に、Be ドープ GaAsN における XRD の 2θ - ω スペクトルを Fig. 2 に示す。Fig. 1 の結果から、Be ドープ GaAsN の回折ピークは、Be と N の影響を受けているものと考えられる。そのため、Be 正孔濃度により、この回折ピーク位置を補正することで、As 位置に置換された N の組成([N_{As}])を推定した。その結果、RF プラズマ条件を固定したのにも関わらず、[Be]の増加に伴って、[N_{As}]が 0.83 % から 0.70 % へと減少していることが確認できた。この傾向は、Be ドープ GaAsN における、フォトルミネッセンス測定の傾向^[2]と一致する。このように、[N_{As}]が減少した原因は、Be-N が形成されたためであるものと考えられる。以上の結果より、GaAsN に Be をドーピングすることによって、Be-N が形成される可能性があることを実験的に確かめることができた。

参考文献

[1] H. Komsa et al., Phys. Rev. B, 79 (2009) 115208.

[2] 藤本他, 第 81 回秋季応用物理学会講演会 (2020).

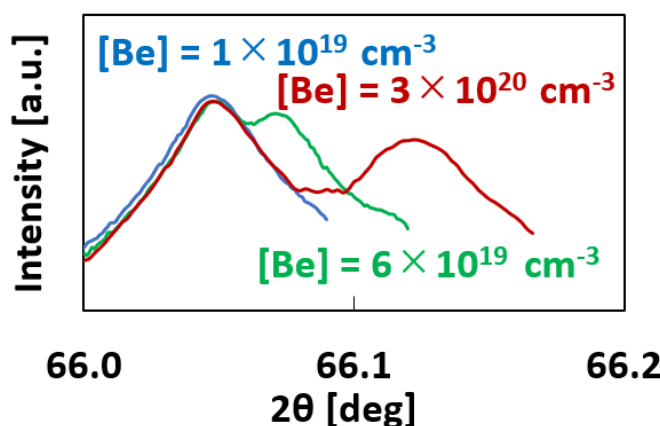


Fig. 1 : XRD 2θ - ω spectra for Be doped GaAs.

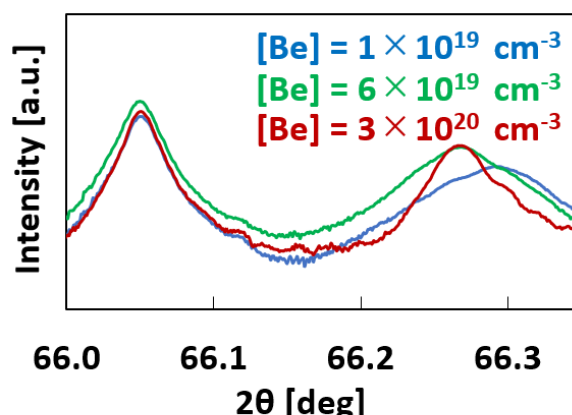


Fig. 2 : XRD 2θ - ω spectra for Be doped GaAsN.