

高濃度 Be ドープ GaAsN のフォトルミネッセンス特性

Photoluminescence characteristics of heavily Be doped GaAsN

○藤本 卓雅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. Fujimoto¹, T. Tsukasaki¹, N. Shiino¹, M. Fujita² and T. Makimoto¹

(1. Waseda Univ., 2. NIT, Ichinoseki College)

E-mail: tfkogo.19971219@fuji.waseda.jp

はじめに：太陽電池の高効率化のために、我々は、GaAs 系超格子太陽電池を用いることによって、室温において安定に存在する励起子を発生させることに成功した^[1]。この励起子吸収を利用すれば、太陽電池の効率を高くすることが期待できる。本研究では、室温での励起子吸収エネルギーを最適化するために、GaAs よりも E_g が小さくなる低い窒素組成[N]の GaAsN に着目した。この GaAsN を太陽電池に応用するためには、p 型 GaAsN における光学特性の解明が必要である。そこで、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、PL 測定を行った。

実験：RF-MBE 法を用いて、半絶縁性 GaAs(001)基板上に 500 nm の Be ドープ GaAsN を成長した。成長温度は 480 °C であり、RF プラズマ条件は固定した。また、[Be]は $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 、 $6 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 、 $3 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ である。そして、測定温度を 7 K から 300 K に変化させて PL 測定を行った。

結果と考察：異なる[Be]の Be ドープ GaAsN の PL ピークエネルギーの測定温度依存性を Fig. 1 に示す。[Be] = $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ の Be ドープ GaAsN では、70 K から 100 K でブルーシフトしており、S-shape 特性^[2]を観測した。ここで、アンドープ GaAsN において N クラスターによる深い準位が形成されること^[3]、そして、温度が上昇することによってキャリア寿命が短くなるために、深い準位にキャリアが落ちにくくなる^[4]という報告がある。これらのことから、温度が上昇するとともに、N クラスター準位にキャリアが落ちにくくなることにより、S-shape 特性が起こるものと考えられる。このような温度による支配的な発光過程の変化を Fig. 2 に示す。また、高濃度 Be ドープ GaAsN では、S-shape 特性が消失した。これは、高濃度 Be ドープ GaAsN ではキャリア寿命が短くなるために、N クラスター準位にキャリアが落ちにくくなることが要因として考えられる。さらに、Be ドープ GaAs では、[Be]が上昇すると PL ピークエネルギーが減少することを考慮すると、高濃度 Be ドープ GaAsN の PL ピークエネルギーから求めた[N]は、低濃度 Be ドープ GaAsN よりも低いことがわかった。この傾向は、X 線回折測定から求めた実験結果^[5]と一致する。この理由として、Be-N クラスターの形成が考えられる。

参考文献

[1] M. Kuramoto *et al.*, JCG 425 (2015) 336.

[2] A. Hamdouni *et al.*, JAP 38 (2007) 221.

[3] W. Okubo *et al.*, pss(A) 752 (2014) 211.

[4] G. H. Gainer *et al.*, APL 73 (1998) 1370.

[5] 角田他、第81回応用物理学会秋季学術講演会 (2020年).

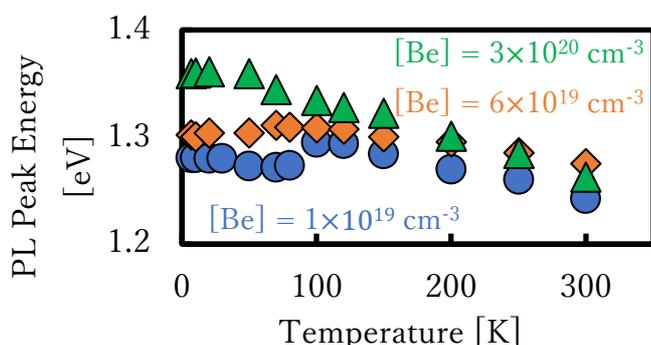


Fig. 1 : Temperature dependence of PL peak energy for Be doped GaAsN.

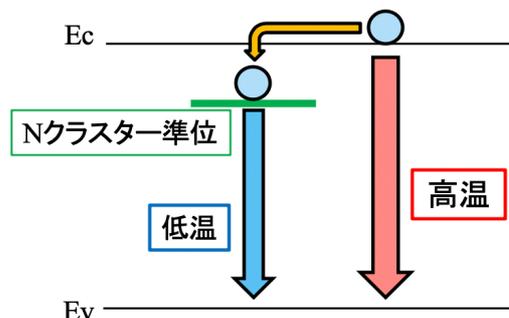


Fig. 2 : PL processes of a Be doped GaAsN with [Be] of $1.0 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$.