

注入深さ・極性面の異なる Mg イオン注入 GaN のフォトルミネッセンス

Photoluminescence studies on various Mg ion-implanted GaN

東北大多元研¹, 名大未来研², 北大量エレ研³, 豊田中央研究所⁴, 筑波大数物⁵

○秩父重英^{1,2,3}, 嶋 紘平¹, 井口紘子⁴, 成田哲生⁴, 片岡恵太⁴, 小島一信¹, 上殿明良⁵

Tohoku Univ.¹, Nagoya Univ.², Hokkaido Univ.³, Toyota Central R&D Labs.⁴, Univ. of Tsukuba⁵

○S. F. Chichibu^{1,2,3}, K. Shima¹, H. Iguchi⁴, T. Narita⁴, K. Kataoka⁴, K. Kojima¹, A. Uedono⁵

E-mail: chichibulab@yahoo.co.jp

縦型 GaN パワーデバイスの実現には、チャンネルやコンタクト層等に用いる p 型 GaN:Mg を任意の場所にイオン注入(I/I)により形成する事が望ましく、I/I 誘起欠陥を注入後のアニール(PIA)により低減することが必須となる。我々は、GaN 基板上にエピ成長や I/I により形成された GaN:Mg のフォトルミネッセンス(PL)評価を行ってきた[1-3]。本講演では、箱型プロファイルの深さや極性面の異なる I/I-GaN:Mg [4,5]の PL および時間分解 PL (TRPL) 特性[3]を比較する。

ハイドライド気相エピタキシャル成長 n 型自立 GaN 基板の Ga ないしは N 極性面に、Mg, H イオンを順次注入した後 PIA を施し、PL および TRPL 評価を行った。Mg と H の箱型プロファイル部分の濃度は各々[Mg]= 10^{19} cm⁻³ 台、[H]= 10^{20} cm⁻³ 台とし、深さは 100 nm と 710 nm の 2 種類とした。いずれの試料も保護層をつけず N₂ 雰囲気中で 30 秒間の PIA を行った。

アニール温度 $T_a=1230$ °C で PIA を行った、深さ 710 nm の Ga, N 極性 I/I-GaN:Mg および深さ 100 nm の Ga, N 極性 I/I-GaN:Mg の PL スペクトルを各々図 1(a),(b),(c),(d)に示す。深い注入の場合、低温では Mg_{Ga} アクセプタに起因する紫外線発光(UVL)帯も観測されるが I/I GaN:Mg に特徴的[1,5]な窒素空孔(V_N)に起因する緑色発光(GL)帯が支配的であり、UVL 強度は同 Mg 濃度のエピ膜に比べ 3 桁低い。室温でバンド端(NBE)発光が観測されないことを考えると、大量の非輻射再結合中心(NRC)が存在する事は確実である。一方、浅い注入では中性 Mg_{Ga} アクセプタ束縛励起子(ABE)や UVL が支配的となり、室温で UVL や NBE 発光が観測される。つまり、I/I エネルギーが低く回数も少ない浅い注入の方が NRC 濃度が低い。図 1(c)と(d)の差は、当該 T_a における I/I 層表面の耐熱分解特性を反映して

いるようであり、保護層無し的高温 PIA では N 極性面が有利にみえる。講演では、点欠陥種[6]と濃度、少数キャリアの捕獲断面積[2,3]について知見をまとめる。

本研究は、CSTI -SIP/NEDO、NEXT-GaN, Five-star Alliance, 科研費 16H06427, 17H04809 / MEXT 等の援助を受けた。[1]小島,秩父他 APEX **10**, 061002 (2017). [2]秩父他 APL **112**, 211901 (2018). [3]嶋,秩父他 APL **113**, 191901 (2018). [4]成田他 APEX **10**, 016501 (2017). [5]片岡他 PSS(B) **255**, 1700379 (2018). [6]上殿他 PSS(B) **252**, 2794 (2015).

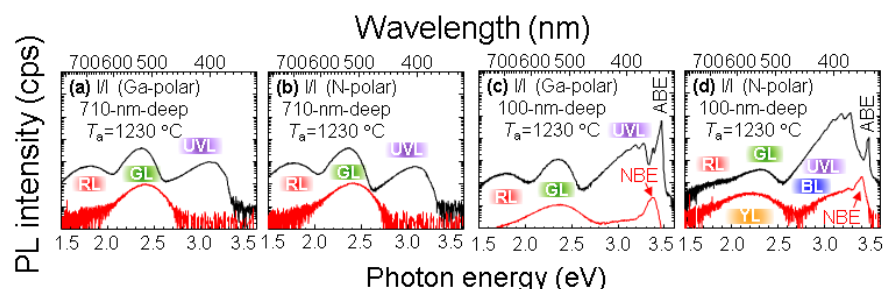


Fig. 1. PL spectra at 10 K (top) and 300 K (bottom) of I/I-GaN:Mg. The I/I depths and surface polarities are described in the main text. (After Ref.3).