

高パワー密度励起における GaAs のフォトルミネッセンス強度低下

Degradation of Photoluminescence Intensity of GaAs

under High Power Density Excitation

埼玉大¹, Hajee Mohammad Danesh Science and Technology Univ.²

高岡 祥平¹, Md. Zamil Sultan^{1,2}, [○]高宮 健吾¹, 八木 修平¹, 矢口 裕之¹

Saitama Univ.¹, Hajee Mohammad Danesh Science and Technology Univ.²

Shohei Takaoka¹, Md. Zamil Sultan^{1,2}, [○]Kengo Takamiya¹, Shuhei Yagi¹, Hiroyuki Yaguchi¹

E-mail: takamiya@mail.saitama-u.ac.jp

[はじめに] 強い光励起下での GaAs からのフォトルミネッセンス(PL)強度低下は、光励起で生成されたキャリアの非発光再結合による欠陥の増殖[1]などが原因であるとされ、半導体デバイスの信頼性の観点から、その評価は重要である。本研究では、市販の GaAs 基板に対して、数 100 kW cm^{-2} 程度の高パワー密度励起下での測定を行い、PL 強度の低下について調べた。

[実験] 試料には、市販されている複数の GaAs 基板を用いた。高パワー密度で励起するために顕微 PL 測定を行なった。励起光源に DPSS レーザー(波長 532 nm)を用いた。様々なレーザーパワー密度に対して、PL スペクトルの時間変化を CCD によって室温で測定した。

[結果] 半絶縁性 GaAs(001)基板に対してレーザーパワー密度 319 kW cm^{-2} で測定した PL スペクトルの時間変化を Fig. 1(a)に、PL 強度の時間変化のレーザーパワー密度依存性を Fig. 1(b)に示す。Fig. 1(b)に示した実線は、式(1)で示される関数[2]を用いたフィッティングによって得られた結果である。

$$I(t) = I(0) \left\{ 1 - A e^{-\left(\frac{t}{\tau}\right)^\beta} \right\} \quad (1)$$

ここで、 τ および β はそれぞれ拡張指数関数における特徴的時定数および拡張指数である。 β の値はいずれのレーザーパワー密度においても 0.2 程度である一方、 τ はレーザーパワー密度増加にしたがって、0.6 秒から 3×10^{-3} 秒まで減少した。

Fig. 2(a)および(b)はそれぞれ、N型 GaAs(001)基板($n = 2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$)に対して、レーザーパワー密度 311 kW cm^{-2} で測定した PL スペクトルの時間変化および PL 強度の時間変化のレー

ザーパワー密度依存性を示す。 894 kW cm^{-2} という高パワー密度励起においても PL 強度の低下は見られない。N型基板と比べて、半絶縁性基板のレーザー照射直後における PL 積分強度は2桁程度低いことから、元々より多く存在していた非発光再結合過程が高パワー密度励起による PL 強度低下につながる事がわかる。

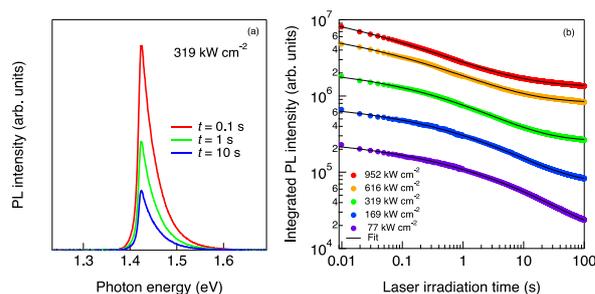


Fig. 1 (a) Time evolution of PL spectra and (b) laser power density dependence of the PL intensity degradation of semi-insulating GaAs.

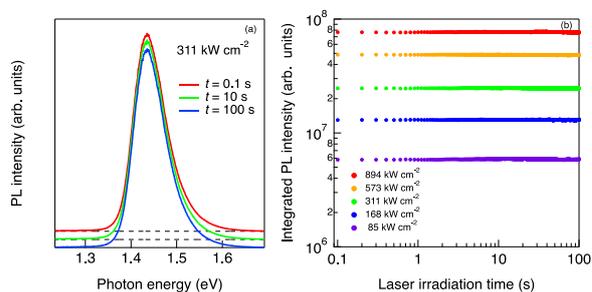


Fig. 2 (a) Time evolution of PL spectra and (b) laser power density dependence of the PL intensity degradation of N-type GaAs.

[1] D. Guidotti, E. Hasan, H. J. Hovel, and M. Albert, Appl. Phys. Lett. **50**, 912 (1987).

[2] Md. Z. Sultan, A. Shirama, S.Yagi, K. Takamiya, and H. Yaguchi, AIP Advances **10**, 095302 (2020).