

LED における光電流を考慮した内部量子効率測定

Accurate internal quantum efficiency measurement method
considering the photocurrent in the LED structure

名大院工, 赤崎記念研究センター ○宇佐美 茂佳, 本田 善央, 天野 浩

Dept. of Electrical Engineering and Computer Science, Akasaki Research Center, Nagoya Univ.

○S. Usami, Y. Honda, H. Amano

E-mail: s_usami@nuee.nagoya-u.ac.jp

研究背景 LED の評価において内部量子効率は重要であり、その計算モデルとして ABC モデルが広く用いられている。しかしながら LED 構造においてはその Build in Potential による発光層からのキャリア漏れやキャリア注入によるバンドの経時変化により再結合過程も変化するため、ABC モデルのような定数表現は適応できないと言われている。本研究では、光電流を測定することにより光電流およびバンド変化を考慮した、より正確な内部量子効率の測定方法の構築を目的とする。

実験方法 サファイア基板上に n 型 GaN 層、総井戸幅 12.5nm の多重量子井戸層、p 型 GaN 層を成長させた中心発光波長 450 nm の LED 試料を用いて電圧印加可能な閉回路を構築した。レーザー(405 nm、50 mW)により試料の井戸層を選択的に励起しキャリア生成の有無による逆方向電圧電流特性を取得、その差分によりバイアス変化時の光電流測定、キャリアの生成レート導出を行った。また光起電力測定よりキャリア注入によるバンドの振舞を推察し、より正確な内部量子効率測定法を検討した。

特色と独創的な点 LED の再結合過程に仮定を交えず実験的に分離導出することを狙う。LED を電流注入ではなく、あえて PL で評価することで注入効率の悪い紫外 LED 等のより正確な評価を可能とする。

研究成果 レーザー励起強度を変化させたときの光電流の変化を Fig.1 に、そのときの PL 強度の推移を Fig.2 に示す。Fig.1 より電圧 -12 V 以降で光電流の飽和が見られる。これは高逆バイアス下において生成されたキャリアの多くが井戸層から流出しているためであり、それに伴う PL 強度の減衰を確認した。ゆえに、この飽和光電流値はレーザーにより毎時生成されるキャリア量といえる。Fig.3 に光起電力の測定結果を示す。強励起では漏れたキャリアが飽和し光起電力も 2.4V にて飽和しているが、弱励起では再結合が支配的となり光起電力の急激な減衰が見られる。開放状態での PL 強度は外部より 2.4V 印加したときの PL 強度と一致する。よって外部より飽和光起電力分の電圧を印加すれば光電流およびバンド変化の影響を排除した内部量子効率の測定が可能と考えられる。

[謝辞] 本研究は JSPS 科研費 25000011 の助成を受けたものである。

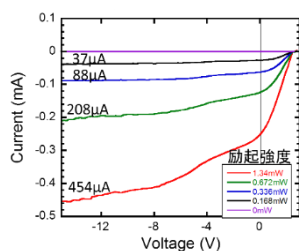


Fig.1 Photocurrent vs Voltage

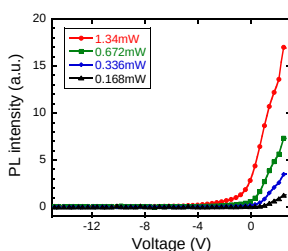


Fig.2 PL intensity vs Voltage

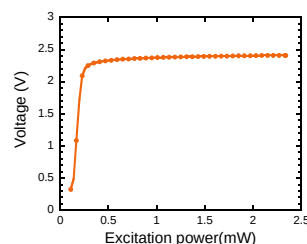


Fig.3 Photovoltage vs Excitation power

参考文献 W. Shockley and W. T. Read, Phys. Rev. 87, 835 (1952) R. N. Hall, Phys. Rev. 87, 387 (1952).

キーワード ABC モデル、光電流、GaN/InGaN 系 LED