

ZnO 単結晶の絶対輻射量子効率測定(2)

Measurement of the absolute value of quantum efficiency of radiation in a ZnO single crystal (2)

東北大多元研[°]小島一信、秩父重英

IMRAM-Tohoku Univ.

[°]K. Kojima and S. F. Chichibu

E-mail: kkojima@m.tohoku.ac.jp

ZnO に代表される酸化物半導体を用いて、実用的な性能を持つ紫外発光素子を実現するためには、結晶の品質向上はもちろん、物性評価技術の洗練が肝要である。例えば ZnO の光物性は、未だ非輻射再結合過程に律速されており、その詳細が十分理解されているとは言い難い。したがって結晶の物性評価技術には、結晶の輻射性能を内部量子効率 (IQE) のような定量的な形で測定できることが求められる。我々はこれまで、ZnO における支配的な非輻射再結合中心が Zn 空孔複合体[1](より詳細には Zn 空孔と O 空孔の複空孔[2])であること、また、全方位フォトルミネセンス(ODPL)法[3]による ZnO の IQE 絶対定量について報告した[4]。本発表では、パルス光励起における IQE と発光寿命の関係について述べる。

試料には、水熱合成法にて作製した ZnO 単結晶(貫通転位密度: $< 10^5 \text{ cm}^{-2}$)を用いた。試料の IQE は、積分球を用いた ODPL 法[3]を用いて評価した。PL の励起には、光子エネルギー 4.66 eV のパルスレーザー光を用いた。測定は室温、窒素雰囲気下において実施した。

図 1 は、パルス励起下で測定した ZnO 単結晶におけるバンド端近傍(NBE)発光の IQE である。以前の応用物理学会にて報告した cw 励起下における IQE の振る舞い[4]と同様、パルス光励起においても、IQE は励起光密度が大きくなると単調に増加することが分かった。一方、同じ実験条件下にて NBE 発光の過渡応答を観測したところ、発光寿命は励起が強くなるにつれて単調に長くなることが分かった。このように、ZnO 単結晶における NBE 発光の IQE が発光寿命の増長を伴い増加するという実験事実は、IQE の励起に対する増加機構が、非輻射再結合割合の減少(ここでは、光励起による点欠陥の飽和)によるものであることを示唆しているといえる。

【謝辞】本研究の一部は、ダイナミック・アライアンスと科研費(若手研究(A) 17H04809)により実施された。また、測定の一部は大友友美氏の協力を得た。

【参考文献】 [1] Chichibu, *et al.*, *Semicond. Sci. Technol.* **20**, S67 (2005), [2] Koike, Kojima, Chichibu, *et al.*, *J. Appl. Phys.* in press (2017), [3] Kojima, Chichibu, *et al.*, *J. Appl. Phys.* **120**, 015704 (2016), [4] Kojima, Chichibu, *et al.*, IWZnO2016, MA5 (2016); 小島、秩父ら、第 65 回応用物理学会春季学術講演会、17a-502-6 (2017)。

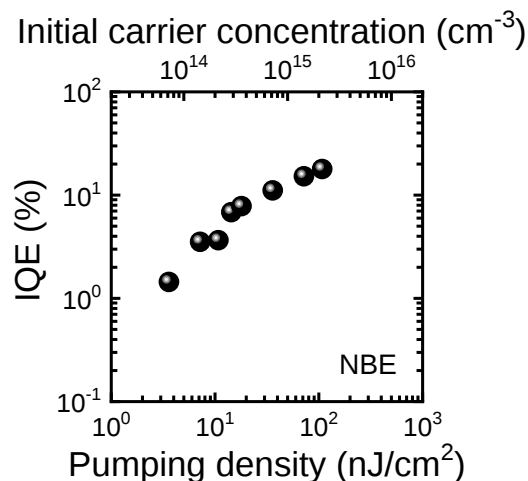


Fig. 1 Internal quantum efficiency of NBE emission in a ZnO single crystal.