

Negative thermal quenching of photoluminescence in ZnO

M. Watanabea, S. Nikib 他

Department of Functional Materials Science, Faculty of Engineering, Saitama University

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

TOKYO DENPA Co. Ltd.

Physica B 376–377 (2006) 711–714

内容

この論文では、単結晶 ZnO 薄膜の PL に関して深く勉強をしている。

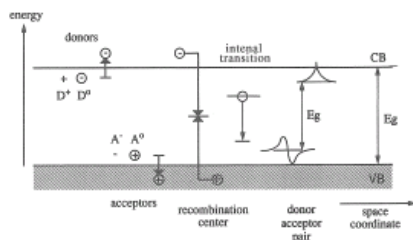


図 1 バンドギャップと発光の由来の模式図

極低温下で材料を励起させ発光させるとその発光由来が確認できる。つまり、不純物や欠陥などによって電子の軌道が変化するためであり、その因子によって特定の変化を示す。しかし、本来その輝線は非常に近接しあっており、重なり合っどどの由来からの発光かを特定することは不可能である。一方で、測定温度や励起強度を変化させると、その発光強度や発光波長

が推移する。これもその因子によって特有の変動を示す。1 点では決定できなかった発光由来も、多数のデータから特定することが可能となる。

そのフィッティングは negative thermal quenching (NTQ)¹⁾ といわれ、式(1)で与えられる。

$$I(T) = I(0) \frac{1 + \sum_q^w D_q \exp\left(\frac{E'_q}{kT}\right)}{1 + \sum_j^m C_j \exp\left(\frac{E_j}{kT}\right)} \quad (1)$$

この式中の C, D は重みで、E は活性化エネルギーである。重みとは影響力や割合、量を表し、活性化エネルギーは不純物による軌道の変化を示す。

フィッティングした例が図 2 である。

各種基板や成長膜を測定した結果、それぞれの発光由来が E' の値に伴い大きく 3 種に分けられることが判明。

- ① 1~2 meV : 酸素欠陥や構造欠陥、格子欠陥
- ② 6~13 meV : 程度の中間子
- ③ 30 meV ~ : 不純物

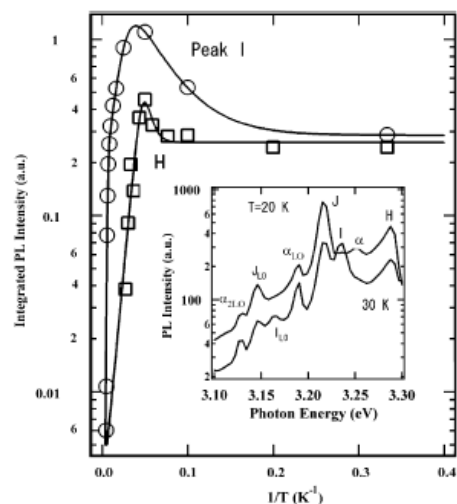


図 2 バルク ZnO 基板の低温における発光と温特による各ピーク発光強度の推移

まとめ

この方法を用いて不純物や欠陥等を特定することが可能である。

参考文献 1) H. Shibata, Jpn. J. Appl. Phys. 37 (1998) 550. NTQ について。

c.f. NTQ 以外にもフィッティング式は各種有り、様々報告されている。Physica B 273-274 (1999) 778-780 etc