ミクロンサイズ酸化亜鉛微結晶の強光励起下における発光挙動

Photoluminescence properties of micrometer-sized ZnO crystals under high-density optical excitation

松崎 涼介，福岡 加奈江，相馬 遥香，°内野 隆司

Kobe Univ. , Rhosuke Matsubara, Kanae Fukuoka, Haruka Soma, and °Takashi Uchino

E-mail: uchino@kobe-u

【緒言】酸化亜鉛（ZnO）は，約 60 meV と高い励起子結合エネルギーを有することから，励起子ー励起子散乱過程などを活用した光励起レーザー発振現象が数多く報告されている。これまで，酸化亜鉛の光励起レーザー発振は，ナノ微粒子，ナノワイヤーなどの数~数十ナノメートルの大きさのナノ結晶について数多く研究がなされてきた。その結果，レーザー発振閾値や発光寿命，発光エネルギーなどの物性値が，酸化亜鉛の形状や作製過程に強く依存することが明らかとなった。しかし，1 μm 以上の粒径を持つ比較的大きな酸化亜鉛結晶の強光励起下での発光挙動について，系統的に研究された例はない。そこで，本研究では，粒径が 1 ~5 μm の酸化亜鉛微粒子の発光スペクトルを，0.01–42 mJ/cm^2 の励起フルエンスで測定したので，その結果について報告する。

【実験】純度 99.999%の市販の酸化亜鉛粉末（粒径約 1 μm），および同粉末を，アルゴン（95%）/水素（5%）混合ガス中で 1000℃，1 h 加熱処理を施した試料を用いて実験を行った。励起源には，ナノ秒パルスレーザーである，Q スイッチ Nd:YAG レーザーの第三高調波（波長 355 nm）を用いた。試料温度は，He または N_2 クライオスタットを用いて 3～300 K の温度域で変化させた。

【結果】

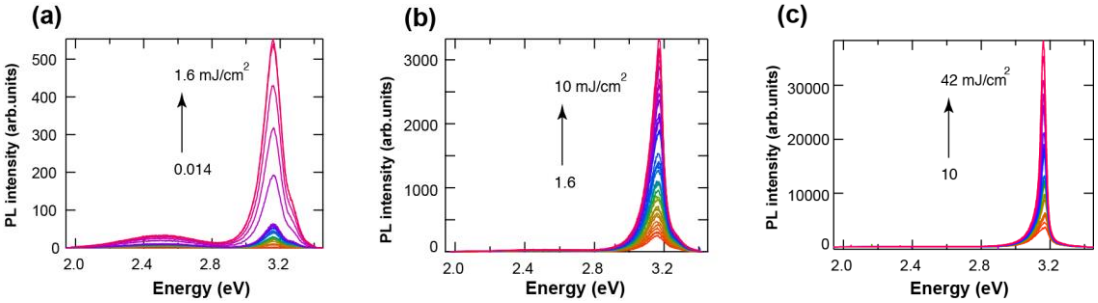

Fig. 1. Fluence dependence of the PL spectra of the Ar/H_2-treated ZnO sample at room temperature under excitation with the third harmonic (355 nm) of a pulsed Nd:YAG laser.

図 1 に，アルゴン（95%）/水素（5%）混合ガス中で 1000℃，1 h 加熱処理を施した酸化亜鉛粉末（粒径約 3 μm）の室温での発光スペクトルの励起フルエンス依存性を示す。励起フルエンスの上昇と共に，3.2 eV 付近の紫外発光の発光バンド幅が狭くなり，発光強度も非線形に上昇することがわかった。図 2 に，励起フルエンス 26 mJ/cm^2 で測定した紫外発光バンドのピーク位置の温度依存性を示す。ピーク位置は 150 K 以上の温度域で，温度に対して線形に変化している。この結果は，このバンドの発光過程が，励起子ー電子散乱過程であることを示唆している。励起子ー電子散乱過程は，酸化亜鉛ナノ結晶では観察されないことから，この発光過程は，ミクロンサイズの酸化亜鉛に特有の発光過程であると推察される。

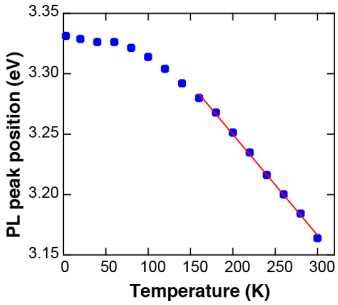

Fig. 2. Temperature dependence of peak position of the near band emission under the constant excitation fluence of 26 mJ/cm^2.

© 2016年 応用物理学会