触媒反応支援 CVD 法により堆積した非極性 ZnO 膜の偏光特性

Polarized luminescence property of non-polar ZnO thin films deposited by a catalytic reaction-assisted CVD method

長岡技科大　(M2)田島諒一，(M1)池田宗謙，(B)安達雄大，加藤有行，安井寛治*
Nagaoka Univ. Technol., R. Tajima, M. Ikeda, Y. Adachi, A. Kato, K. Yasui*
E-mail: *kyasui@vos.nagaokaut.ac.jp

1. はじめに

酸化亜鉛(ZnO)は, 直接遷移型のワイドバンドギャップ半導体で約 60 meV の大きな励起子エネルギーを有しているため，紫外発光デバイスへの応用が期待され研究が展開されている[1~2]. 将来の紫外発光デバイスの実用化を見据えたとき，装置構造が単純で大面積基板への適用が容易な CVD 法による高品質結晶膜の成長技術が望まれる．我々は触媒反応により生成した高エネルギーH_2O ビームを用いた CVD 法を開発し, a 面サファイア基板上において高品質な c 面 ZnO 膜の成長に成功した[3]. しかし極性面である c 面 ZnO 膜は成長軸に沿って内部電界が発生するため，量子井戸構造のデバイスにおいて，発光効率が低下することが懸念される[4]. 一方, r 面サファイア上には非極性の a 面 ZnO 結晶が成長する[4]．本研究では触媒反応支援 CVD 法により r 面サファイア基板上に a 面 ZnO 膜を成長させ，その発光特性を調べたところバンド端発光において強い偏光特性を示したので報告する.

2. 実験方法

CVD 装置の構造は以前報告したものと同じである[3]．真空チャンバー内の触媒反応容器に白金(Pt)触媒を表面に担持したジルコニア粒子を充填し，そこへ高純度水素及び酸素を供給し生成した高エネルギー水分子を真空チャンバー内にビーム状に噴出した．この高エネルギー水分子とジメチル亜鉛(DMZn)ガスを気相中で反応させ，生成された ZnO プリカーサを r 面サファイア基板に供給し 60 分間成長させた．基板温度は 400 ºC - 600 ºC である. 得られた結晶膜は原子間力顕微鏡 (HITACHI HIGH-TECH, AFM5100N), X 線回折 (RIGAKU, SmartLab), PL 測定(He-Cd レーザ, 325nm, IK3202R-D, KIMMON KOHA)で評価した．また PL 測定において偏光特性を評価するために試料と分光器の間に偏光板を挿入した.

3. 実験結果及び考察

得られた ZnO 膜は X 線回折パターンより a 軸成長していることが分かっており, 面内で[1-100]軸方向に短く c 軸方向に長いストライプ状のドメインを有している. Fig. 1 は PL 測定において偏光板の角度を変化させて得られたバンド端発光強度の偏光角依存性である．このグラフより ZnO 膜の[1-100]軸方向でバンド端発光が最大になり, [0001]軸方向で発光強度が最小になっていることが分かる．これは ZnO の価電子帯を構成する A バンド，B バンド，C バンド由来の発光において偏光軸が異なるためである[5]．これら 3 つのバンドへの遷移は結晶軸に対して確率が異なっており, [1-100]軸方向では伝導体から A, B バンドへの遷移が, [0001]軸方向では C バンドへの遷移が支配的になるためと考えられる[5]．一方，深い準位に由来する緑色発光は，偏光角依存性が 90º ずれており，c 軸方向で最大となった.

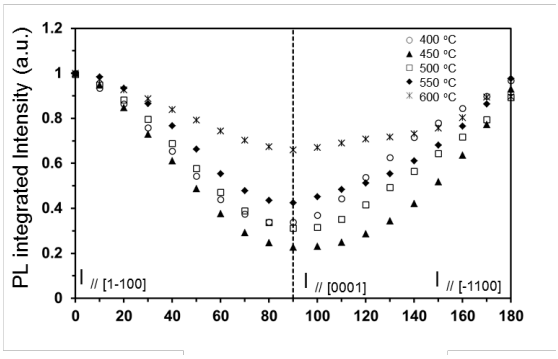

Fig. 1 Polarization angle dependence of band-edge emission

謝辞

本研究の一部は(独)日本学術振興会科学研究費基盤研究(No. 16H03869)の助成を受けて行われた。

参考文献

[1] B. K. Meyer et al., phy. stat. sol., (b) **241** (2004) 231-260.
[2] A. Tsukazaki et al., Nature Materials, **4** (2005) 42-46.
[3] K. Yasui et al., J. Vac. Sci. Technol. A, **32** (2014) 021502.
[4] J.–M. Chauveau et al., J. Appl. Phys., **104** (2008) 073535.
[5] D. C. Reynolds et al., Phys. Rev. B **60** (1999) 340-2344.

© 2017年 応用物理学会