

触媒反応支援 CVD 法により堆積した非極性 ZnO 膜の発光特性

Optical emission property of the non-polar ZnO films deposited by a catalytic reaction assisted CVD method

長岡技科大,[○](M1)池田宗謙, (M2)田島諒一, (B)安達雄大, 加藤有行, 玉山泰宏, 安井寛治

Nagaoka Univ. Technol., [○]M. Ikeda, R. Tajima, Y. Adachi, A. Kato, Y. Tamayama, *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に、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H₂O 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蔵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一である[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 面サファイア基板上に供給し 60 分間成長させた。基板温度は 500°C, 600°C, 650°C, 700°C である。得られた結晶膜は a 軸成長しており、面内で[1-100]軸方向に短く c 軸方向に非常に長いストライプ状のドメインからなっていることが分かった。そこでフォトルミネッセンスの測定において試料と分光器の間に偏光板を挿入し様々な角度でスペクトルを測定した。励起光源は He-Cd レーザ 325nm である。

3. 実験結果及び考察

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直線偏光依存性である。図より成膜温度が低温のサンプルにおいて角度依存性が大きく相対強度は約 4 であった。成長温度が上昇するとともに偏光角依存性は小さくなり 700°C で約 2 となった。ZnO 膜表面のストライプ構造の短軸方向の幅は 500°C において 0.1µm 以下であるのに対し成膜温度の上昇とともに増大し 700°C では約 0.5µm となっていることから、ストライプ幅が増大することによって O 2p 軌道の異方性が低下し、その結果、遷移の選択性が低下しているのではないかと考えている。

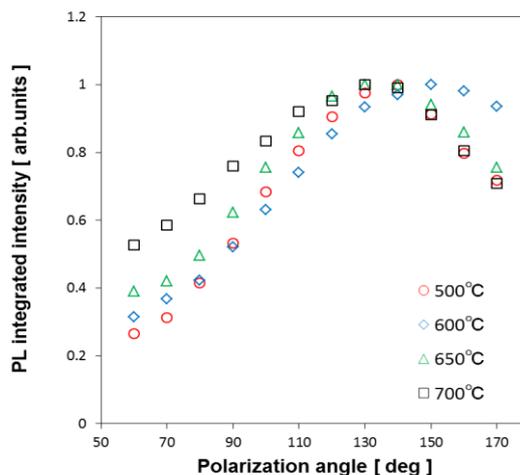


Fig. 1 Dependence of the band-edge emission intensity on the polarization angle

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.