スパッタリング併用有機金属気相堆積法と希土類添加 ZnO への応用

Sputtering-Assisted Metalorganic Chemical Vapor Deposition and Its Application to Rare-Earth Doped ZnO

○藤原 康文（阪大院工）
°Yasufumi Fujiwara (Osaka Univ.)
E-mail: fujiwara@mat.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】 酸化亜鉛（ZnO）は、バンドギャップが 3.3 eV の直接遷移型であることに加えて、大きな励起子束縛エネルギー（60 meV）を有することから、短波長の発光デバイス用材料として注目されている。その薄膜作製には主にレーザーアブレーション法が用いられているが、応用展開に不可欠な大面積化を考慮すると化学気相堆積（CVD）法は必須の要素技術である。本講演では、当研究室で独自に開発したスパッタリング併用有機金属気相堆積（SA-MOCVD）法[1]と、その希土類添加 ZnO 薄膜作製への応用について報告する。

【スパッタリング併用有機金属気相堆積法】 SA-MOCVD 法では、MOCVD 法による高品質半導体薄膜の成長と同時に、基板上部に設置されたターゲットのスパッタリングにより不純物添加を行うことが可能である。ZnO 薄膜成長においては、原料としてジエチルジンク（DEZn）と O_2 を用い、加熱したサファイア基板上に Ar をキャリアガスとして供給した。一方、希土類添加においては、希土類酸化物ターゲットを用い、ターゲット／基板間距離や印加する rf 電力により、希土類添加濃度を制御した。Fig. 1 に Eu 添加 ZnO 薄膜作製の概要を例として示す。

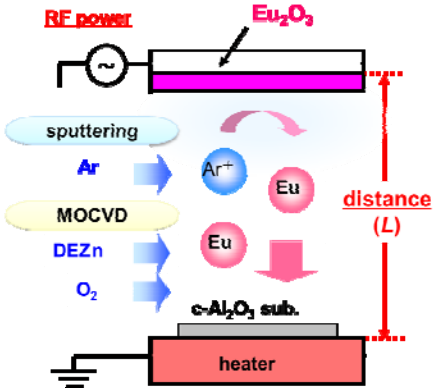

Fig. 1 Growth of Eu-doped ZnO by SA-MOCVD

【希土類添加 ZnO 薄膜の作製と発光特性】 さまざまな機能を有する希土類元素を半導体へ添加することにより、希土類元素に特徴的な機能を、半導体を母体として実現することは極めて魅力的である。我々はこれまで、SA-MOCVD 法により Eu [2]、Sm [3]、Yb [4]、Tm 添加 ZnO [5]を作製し、その発光機能について調べている。成膜後に異なる雰囲気中でアニール処理を行った Eu 添加 ZnO の室温 PL スペクトルを Fig. 2 に示す。Eu 添加にあたり、Eu_2O_3 ターゲットを用いた。また、アニール条件は 600 °C、30 分とした。真空中アニール試料では、380 nm に強い ZnO のバンド端発光が観測された。一方、酸素中でアニール処理を行うと、バンド端発光と共に、Eu^{3+}イオンの $^5D_0$-$^7F_2$、$^5D_0$-$^7F_3$ 遷移に起因するシャープな発光が観測された。このことは、高温での酸素アニール処理により Eu^{3+}発光中心が形成されることを示唆している。

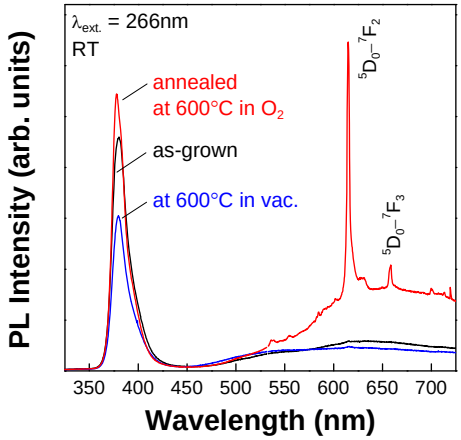

Fig. 2 Room-temperature PL spectra in ZnO:Eu as-grown and annealed in O_2 or vacuum at 600ºC.

【参考文献】 [1] Y. Terai, Y. Fujiwara *et al.*, Physica E **42**, 2846 (2010). [2] たとえば、T. Tsuji, Y. Fujiwara *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **52**, 111101 (2013). [3] T. Tsuji, Y. Fujiwara *et al.*, J. Non-Cryst. Solids **358**, 2443 (2012). [4] R. Okada, Y. Fujiwara *et al.*, Physica Status Solidi C **11**, 1292 (2014). [5] S. Takano, Y. Fujiwara *et al.*, IUMRS-ICAM2015, III-1Tu3B2-5 (2015).

© 2016年 応用物理学会