

反応性 RF スパッタ法による Zn_3N_2 薄膜の形成における Ga_2O_3 添加の影響

Effects of Ga_2O_3 doping on the formation of Zn_3N_2 films during Reactive RF Sputtering

明大理工 ○岩田 純一, 平野 祐, 佐瀬 宏樹, 勝俣 裕

Meiji Univ. ○Jun-ichi Iwata, Yu Hirano, Hiroki Sase, Hiroshi Katsumata

E-mail: katumata@meiji.ac.jp

【はじめに】 ZnO は 60meV の高い励起子束縛エネルギーを持つワイドバンドギャップ ($E_g = 3.3$ eV) 半導体であり、室温での励起子発光過程を利用した紫外発光素子として期待されている。 ZnO と GaN ($E_g = 3.4$ eV) の金属酸窒化物 $(ZnO)_x(GaN)_{1-x}$ は E_g が緑色を示す 2.29eV (at $x=0.525$) まで減少する計算結果が報告されており [1]、 E_g や発光波長を 3.3eV から 2.29eV まで制御できる可能性がある。しかし、 $(ZnO)_x(GaN)_{1-x}$ 薄膜の形成例は本研究以外では極僅かである [2]。一方、 ZnO と N_2 の化合物である $ZnON$ 薄膜は、 N 含有量に従い E_g が 2.3eV まで減少する報告がある [3]。これまで、我々は主に Ga や N を添加した ZnO 薄膜の XRD、PL 特性について報告してきた [2]。今回は、 $(ZnO)_x(GaN)_{1-x}$ 薄膜の形成とその物性解明を目的として、スパッタ法により Zn_3N_2 薄膜の形成中に Ga_2O_3 を添加し、 Ga_2O_3 添加およびその後の熱処理により、 $(ZnO)_x(GaN)_{1-x}$ 薄膜の形成を試みた。

【実験方法】 Zn ターゲット (純度: 3N、 $\phi 4$ inch \times $t 5$ mm、高純度化学研究所) の上に、0~複数個の Ga_2O_3 タブレット (純度: 3N、 $\phi 10$ mm \times $t 5$ mm、高純度化学研究所) を置き、RF マグネトロンスパッタリング法により N_2 と Ar の混合ガス雰囲気中でガラス基板の上に ZnN 系および $GaZnON$ 系薄膜を成膜した。その後、 N_2 雰囲気中にて $500^\circ C$ で 1 時間の熱処理を行った。薄膜の分析法として PL、XRD、透過スペクトル測定等を用いた。

【結果と考察】図 1 に ZnN 系および $GaZnON$ 系薄膜の光透過スペクトルを示す。図 1 から Ga_2O_3 タブレット数の増加とともに光学バンドギャップが顕著にブルーシフトすることが分かる。図 2 に同試料の XRD パターンを示す。アンドープで Zn_3N_2 の形成が確認できた。また、 Ga_2O_3 を 8 個添加した場合、 Zn_3N_2 と GaN ピークが観測され、 Ga_2O_3 を 16 個添加した場合、 Ga_2O_3 と ZnO ピークが確認された。 Ga_2O_3 の添加により、 Zn_3N_2 が酸化され、 Ga が添加された結果としてバンドギャップが増大していると考えられる。これらの結果から、 Zn_3N_2 への Ga_2O_3 添加により、バンドギャップ制御が可能であることが示唆された。当日、発光特性や電気伝導特性の Ga_2O_3 添加量依存性等についても報告する予定である。

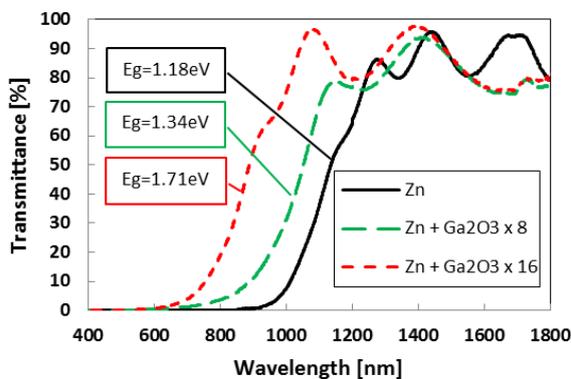


図 1 光透過スペクトル

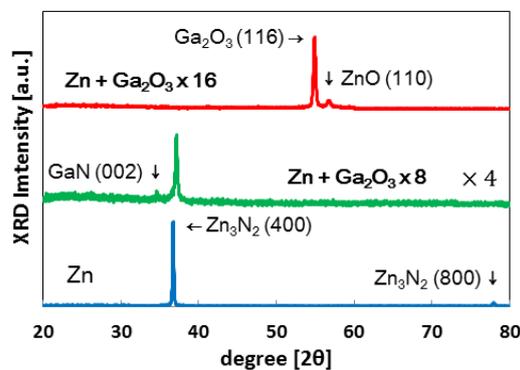


図 2 XRD スペクトル

[1] L. Jensen et al., J. Phys. Chem. C, **112**, 3439 (2008).

[2] Takumi Araki et al., MRS Proceedings, **494**, doi:10.1557/opl.2012.1697 (2013).

[3] M. Futsuhara et al., Thin Solid Films, **317**, 322 (1998).