

非晶質・ナノ結晶 SiC 含有シリコン酸化膜の光学特性の Si, C 添加量及び熱処理温度依存性

Effects of Si and C additive amount and post-annealing temperature on the optical properties of amorphous and nanocrystalline SiC embedded in silicon oxide films

明大理工 ○(M2)成松 伶, 勝俣 裕

Meiji Univ. °Rei Narimatsu and Hiroshi Katsumata

E-mail: ce181051@meiji.ac.jp, katumata@meiji.ac.jp

【はじめに】

Si 系可視発光デバイスの開発が進められている。Si はナノサイズ化すると量子サイズ効果により可視発光を示すようになるが、短波長領域での発光強度が弱い、母体材料との界面状態により光物性が大きく左右される等の課題がある[1]。Si および SiC のボーア半径 (r_h) は、各々、4.3 nm [2], 0.7-2.0 nm [3]であるが、SiC のバンドギャップは Si の 2-3 倍あり、SiC のナノサイズ化により r_h 以上の粒径でも量子閉じ込め効果によりバルク SiC に比べて可視発光強度の増大が期待できる。前回、Si, C 共添加あるいは SiC 添加シリコン酸化膜を形成し、Si 単体の添加に比べて発光波長が顕著にブルーシフトし、500 nm 付近に 4H-SiC ウェハの 60 倍以上の発光強度を示す PL ピークを観測した[4]。今回は、より短波長での発光を目指し、Si, C 共添加量および SiC 添加量依存性を評価した。

【実験方法】

SiO₂ ターゲット(5N, ϕ 4inch)上に、1) Si 及び C チップ、2) SiC チップのみを置き、c 面サファイア基板上に RF マグネトロン共スパッタリング法により SiO_xC_y 膜(厚さ: 300–400 nm)を成膜した。Si および C チップ共添加の場合[(Si,C)], SiO₂ ターゲットに対する Si および C チップの面積比(Si/SiO₂, C/SiO₂)を(0.08, 0.08), (0.11, 0.11), (0.08, 0.14)と変えた。SiC チップ添加の場合[(SiC)], SiO₂ ターゲットに対する SiC チップの面積比(SiC/SiO₂)を 0.02, 0.03, 0.05 と変えた。その後、成膜した試料を Ar 雰囲気中で 1000°C, 1200°C で、各々、1 h 熱処理し Si 系ナノ結晶の形成を試みた。試料評価には XRD, 光透過・反射, PL($\lambda_{ex}=325$ nm) 法等を用いた。

【結果および考察】

図 1 に 1000°C の熱処理後の SiO_xC_y 膜の室温 PL スペクトルの SiC チップ面積比依存性を示す。SiC 添加量の減少に伴い PL 発光ピークはブルーシフトし、(SiC) =(0.02)で 440nm にピークが観測された。さらに、(SiC) =(0.03)の発光強度は 4H-SiC ウェハに比べて 96 倍増加した。また、光学バンドギャップは SiC 添加量減少に伴い、4.12 eV, 4.29 eV, 4.36 eV と増大した。これらの結果から、SiC 添加量の減少に伴い、SiC ナノ結晶粒径が縮小し、それによって光学バンドギャップが増大しブルーシフトが観測されたと考えられる。

[1] K. Hirata, et al., Can. J. Phys., **92**, 732 (2014).

[2] A. D. Yoffe, Adv. Phys., **51**, 799 (2002).

[3] Jiyang Fan et al., Appl. Phys. Lett., **101**, 131906 (2012)

[4]成松伶他, 第 66 回応用物理学会春季学術講演会, 11p-S223-15 (2019).

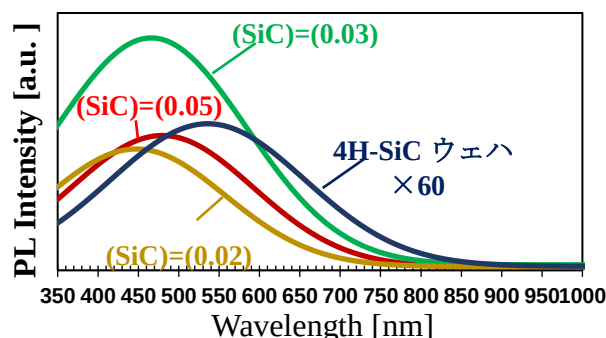


図 1 1000°C の熱処理後の SiO_xC_y 膜の室温 PL スペクトルの SiC チップ面積比依存性