

シリコン酸化膜中の非晶質・ナノ結晶 SiC の形成と光物性評価

Formation of amorphous and nanocrystalline SiC in silicon oxide films
and evaluation of their optical properties

明大理工 ○(M1)成松 伶, 川村 寿栄, 森本 一総, 勝俣 裕

Meiji Univ. ○Rei Narimatsu, Toshiei Kawamura, Kazusa Morimoto, 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[1]等の課題がある。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。本研究では、共スパッタ法によりシリコン酸化膜中のナノ結晶 SiC [2]の形成を試み、量子閉じ込め効果による発光強度増大と可視短波長領域での発光波長制御について検討した。

【実験方法】

SiO₂ ターゲット(5N, ϕ 4inch)上に 1) Si チップのみ, 2) Si 及び C チップ, 3) 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_x 膜および SiO_xC_y 膜を成膜した。Si チップのみの場合[(Si)], SiO₂ ターゲットに対する Si チップの面積比 (Si/SiO₂)を 0.10 一定とした。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(0.11,0.11), (0.08,0.08)と変えた。また, SiC チップ添加の場合[(SiC)], 面積比(SiC/SiO₂)を 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。試料評価方法として, XRD, 光透過・反射, PL(λ_{ex} =325 nm) 測定等を用いた。比較のためにバルク 4H-SiC 基板の評価も行った。

【結果および考察】

図 1 に 1000°C の熱処理後の SiO_x 膜および SiO_xC_y 膜の室温 PL スペクトルの添加チップ種依存性を示す。C 添加により, PL ピーク強度の増大 (10 倍〜) とブルーシフトが確認された。また, これら C 添加試料からの PL ピーク強度は, バルク 4H-SiC 基板からの PL ピーク (533 nm) 強度に比べても 10 倍以上増大した。光吸収スペクトルの Tauc プロットにより導出したバンドギャップは, Si チップのみ, Si,C チップ共添加, SiC チップのみの順にバンドギャップが, 1.96 eV, 2.95 eV, 4.54 eV と増大し, 各 PL ピークの起源は各々ナノ結晶 Si/SiO₂ 界面準位[1], 非晶質 SiC およびナノ結晶 SiC のバンド間遷移に起因することが示唆された。

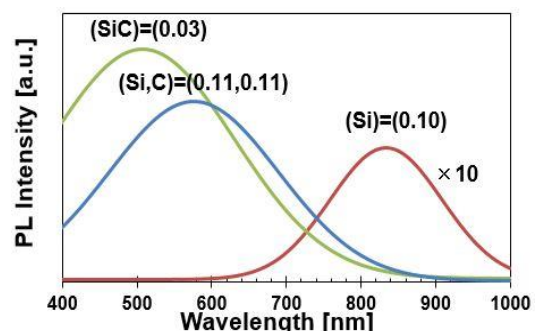
[1] K. Hirata, et al., Can. J. Phys., **92**, 732 (2014).|[2] A. D. Yoffe, Adv. Phys., **51**, 799 (2002).[3] Jiyang Fan et al., Appl. Phys. Lett., **101**, 131906 (2012).[4] Jianguang Wang and Peter Kroll, J. Nano Res., **18-19**, 77 (2012).

図 1 1000°C の熱処理後の SiO_x 及び SiO_xC_y 膜の室温 PL スペクトルの添加チップ種依存性