

化学溶解中におけるポーラスシリコンのフォトルミネセンス特性

Photoluminescence of Porous Silicon under Chemical Dissolution

山梨大¹, 名古屋大理², °田倉 直人¹, 坂田 創輝¹, 金 蓮花¹, ジェロース ベルナル²

Univ. of Yamanashi¹, Nagoya Univ.², °Naoto Takura¹, Souki Sakata¹, Lianhua Jin¹, and Bernard Gelloz²

E-mail: g20tj011@yamanashi.ac.jp

【はじめに】 シリコンはバルク状態では発光をせず、ポーラスシリコン (PSi) などのナノ結晶状態では、フォトルミネッセンス (PL) やエレクトロルミネッセンス (EL) などの発光特性を有する。これらの発光特性より PSi は、オプトエレクトロニクス、医療、センシングなど様々な分野への応用が期待されている。PL をもつ PSi は、多孔率が高い程、ナノシリコン結晶の大きさが小さくなり、PL のピーク波長が短くなる。PSi に対して HF を使用した化学溶解を行うことで、より高い多孔率が得られる[1]。ここでは、p, p⁺, n⁺型 PSi の化学溶解中に生じる PL 特性について調べたので、その結果について報告する。

【実験と結果】 p, p⁺, および n⁺型 Si ウェハ (0.002 - 4 Ω・m) を HF (10 - 27.5 wt.%) 溶液中で陽極酸化処理 (電流密度: 20 - 50 mA/cm², 処理時間: 125 - 600 s) し、膜厚が 5 μm の PSi 層 (多孔率 68 - 90%) を得た。n⁺型 PSi の作成時は、電気化学反応に必要なキャリア (ホール) 不足を補うため、コールドライトを用いた光照射 (16000 lux) によるキャリア注入を行った。これらの PSi 層に対し、HF 溶液 (15, 10 wt.%) 中で化学溶解を行った。化学溶解中の PL その場観測では、波長 405 nm の半導体レーザを励起光源に用いた。

図 1 (a), (b), (c) はそれぞれ, p, p⁺, n⁺型 PSi の化学溶解中における PL の時間変化 (それぞれ 0 秒 ~ 7600 秒, 9600 秒 ~ 16500 秒, 0 秒 ~ 3300 秒) および PL のピーク波長と強度—時間の関係を示す。p と p⁺型 PSi (図 1 (a), (b)) では、化学溶解開始から一定時間後 PL 強度が増加しはじめ、最大に達した後、減少した。それに対し、n⁺型 PSi (図 1 (c)) では、化学溶解開始時から終了まで、PL 強度が減少した。すべての試料において、化学溶解終了までに、PL のピーク波長は 520 - 550 nm まで遷移した。

【考察と結論】 p と p⁺型 PSi における PL 強度の増加は、化学溶解による多孔率の増加とともに、発光するナノ結晶の数が増加したためである。発光するナノ結晶の数は、最多に達した後、化学溶解の進行によりその数が減少し、従って試料の PL 強度が減少する。n⁺型 PSi では、化学溶解開始時に発

光するナノ結晶の数が最多に達していたと考えられる。

化学溶解の進行とともに、試料のナノシリコン結晶の大きさは最小に達し、最終的に PSi 層全体がなくなる。これらの実験から、大きさが最小のナノシリコン結晶における PL の最短ピーク波長は、約 520 nm で (励起波長 405 nm) あると考えられる。

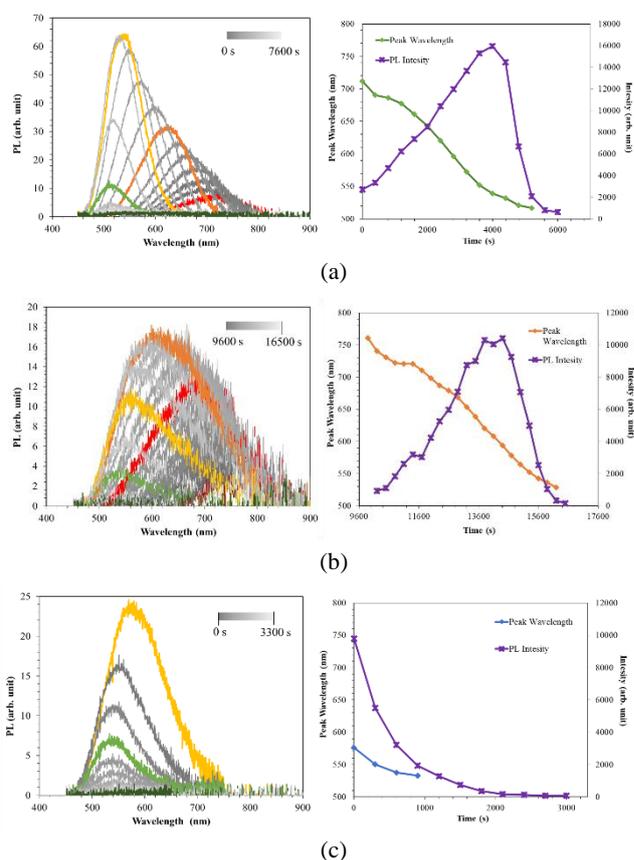


図 1 (a) p, (b) p⁺, (c) n⁺型 PSi の化学溶解中における (左) PL の時間変化 (それぞれ 0 秒 ~ 7600 秒, 9600 秒 ~ 16500 秒, 0 秒 ~ 3300 秒) および (右) PL のピーク波長と強度—時間の関係

【文献】

1. B. Gelloz, K. Ichimura, H. Fuwa, E. Kondoh and L. Jin, ECS J Solid State Sci. Technol., 6 (1), R1-R6 (2017)