

レーザー光照射下で作製したポーラスシリコン層の強い発光異方性

Strong Anisotropy in Photoluminescence Polarization Observed in Porous Silicon Layers Made under the Irradiation of Linearly Polarized Laser Light

小山 英樹¹⁾
(兵庫教育大¹⁾)

Abstract: Luminescent porous silicon (PSi) layers have been prepared by electrochemical anodization in HF solutions under the irradiation of polarized laser light. These PSi samples show visible photoluminescence with a remarkable anisotropy in the degree of linear polarization. This is interpreted as a result of the photochemical etching reactions preferentially occurred in quasi-one-dimensional Si nanostructures oriented parallel to the polarization direction of the etching laser light.

【はじめに】ポーラスシリコンは Si 基板をフッ化水素酸溶液中で陽極化成することにより得られるもので、ナノ構造を有し、高効率の可視発光を示す。この陽極化成の際に直線偏光を照射すると、フォトルミネッセンス (PL) の直線偏光度 [1-4] や屈折率 [5] に異方性を示すようになることが知られている。今回、比較的高強度の近赤外レーザーを光源に用いることにより、非常に強い直線偏光度異方性を示す PL を観測したので、その結果を報告する。

【実験方法】面方位が (100) の n 形 Si 基板 (比抵抗 0.05~0.5 Ωcm) を 55% HF: C₂H₅OH = 1:3 の溶液中、直線偏光照射のもと、20mA/cm² で 30 分間陽極化成を行った。照射光源は半導体レーザー励起 Nd:YAGレーザー (波長 1.06μm, 光子エネルギー1.17eV) で、ビームエキスパンダーを使用し、基板表面に均一に照射を行った。照射光強度は 97mW/cm²である。陽極化成後、試料を 50℃の H₂SO₄水溶液 (0.1M) に 10 分間浸して表面を酸化し、発光の安定化を図った。PLの測定は、波長 410nm (3.02eV) の半導体レーザーを励起光源に用い、大気中、室温で行った。PLの直線偏光度 P は、励起光と同方向に偏光した発光成分の強度 I_{\parallel} と、それと直角方向に偏光した発光成分の強度 I_{\perp} とを測定し、 $P = (I_{\parallel} - I_{\perp}) / (I_{\parallel} + I_{\perp})$ により求めた。

【結果と考察】Fig.1 に PL スペクトル、Fig. 2 に直線偏光度 P の異方性の測定結果をそれぞれ示す。直線偏光度は、光子エネルギーが 1.5 eV および 1.7 eV の発光に対して、極座標で示している。偏角は陽極化成中の照射光の偏光方向 (E_{etch}) を基準にしたときの PL の励起光の偏光方向を示している。Fig. 2 の結果から、 E_{etch} と平行な方向に偏光した光で励起したときはほぼ無偏光の PL を示し、 E_{etch} と垂直な方向に偏光した光で励起したときに最も高い直線偏光度を示すことがわかる。これは照射光強度が高いために、電気化学エッチングの効果よりも光化学エッチングの効果が顕著に現れたためと考えられる [4]。すなわち、 E_{etch} と平行な方向に存在する Si 擬 1 次元構造が選択的に光化学溶解反応を起こした結果と解釈できる。ここで得られた異方性は Polisski らの報告 [1,2] と方向に関しては一致するが、これほど大きな直線偏光度の違いはこれまで報告されていない。

【謝辞】本研究は科研費 (No.16510087) の援助を受けて行われた。

【参考文献】 [1] G. Polisski *et al.*, Thin Solid Films **276**, 235 (1996). [2] G. Polisski *et al.*, Appl. Phys. Lett. **70**, 1116 (1997). [3] H. Koyama, Appl. Phys. Lett. **80**, 965 (2002). [4] H. Koyama, J. Appl. Phys. **93**, 2410 (2003). [5] H. Koyama, J. Appl. Phys. **96**, 3716 (2004).

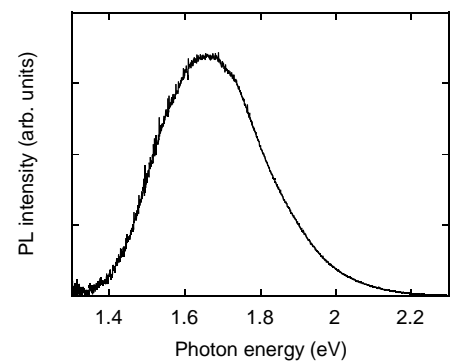


Fig. 1. PL spectrum

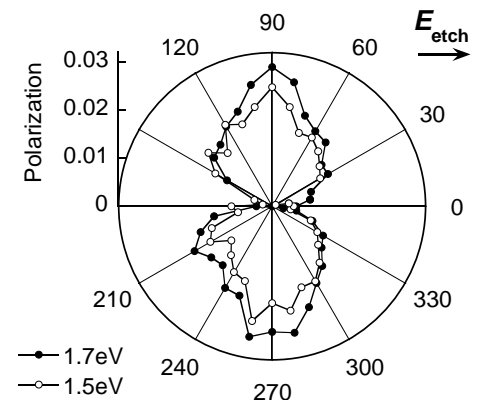


Fig. 2. Degree of PL linear polarization as a function of the angle between the polarization direction of PL excitation light and that of etching light.

¹⁾ Hideki Koyama: Hyogo University of Teacher Education, Yashiro, Hyogo 673-1494