

Fe ナノドットへの SiH₄ 照射によるβ-FeSi₂ ナノドットの高密度形成 Formation of β-FeSi₂ NDs by SiH₄-Exposure to Fe-NDs

名大院工 °斎藤 陽斗, 牧原 克典, 王子璐, 田岡 紀之, 大田 晃生, 宮崎 誠一

Nagoya Univ., °Haruto Saito, Katsunori Makihara, Wang Zilu, Noriyuki Taoka,
Akio Ohta, and Seiichi Miyazaki

E-mail: makihara@nuee.nagoya-u.ac.jp

序> SiO₂ 熱酸化膜上にリモート H₂ プラズマ支援により高密度・一括形成した Fe ナノドット (~10¹¹cm⁻²) に基板温度 400 °C で SiH₄ 照射を行った場合、Fe シリサイドナノドットが形成でき、0.79eV 付近に室温フォトルミネセンス (PL) が認められることを報告した[1]。本研究では、SiH₄ 照射時におけるガス圧力および照射時間が Fe ナノドットのシリサイド化反応に及ぼす影響を評価した。

実験> p-Si(100) 基板上に形成した SiO₂ 熱酸化膜(膜厚~300 nm)上に、電子線蒸着により膜厚~1.0 nm の Fe 薄膜を堆積した後、同一チャンバ内にて基板温度 400 °C で H₂-RP 処理(60MHz-ICP: 500 W, 10 Pa)を行って Fe ナノドット形成後、引き続き pure SiH₄ 照射を行った。照射時間は 1~30 分、照射時のガス圧力は 1~10Pa で変化させた。

結果および考察> SiH₄ 照射前後の AFM 表面形状像測定から、SiH₄ 照射条件を変化させた場合においてもドットの面密度およびサイズに顕著な変化は認められない(Inset in Fig. 1)。これらのナノドットの室温 PL 測定を行った結果、いずれの照射量においても 0.7~0.85 eV にブロードな信号が認められるものの、PL 発光強度に明瞭な変化が認められた(Fig. 1)。PL 積分強度を SiH₄ 照射量 (照射時間×圧力) に対してまとめた結果、照射量の増加に伴い発光強度が増強するものの、照射量 600 Pa·sec で最大となった後、顕著に減少した(Fig. 2)。600 および 1800 Pa·sec で SiH₄ 照射したナノドットを XPS 分析した結果、600 Pa·sec で照射した試料では Si-Fe の信号が認められるものの、1800 Pa·sec で照射した試料では Si-Fe の信号とともに、Si-Si に起因する低エネルギー側のピークが認められた(Inset in Fig. 2)。この結果は、Fe ナノドットのシリサイド化によりβ-FeSi₂ 相が形成した後、ナノドット表面に Si 層が堆積したことを示している。Si の価電子帯上端がβ-FeSi₂ に比べ僅かに浅い[2]ことを考慮すると、光励起により生成した正孔の一部が Si 層に移動することで、β-FeSi₂ ナノドットでの電子-正孔再結合効率が低下した結果で解釈できる。

結論> Fe ナノドットへの SiH₄ 照射によるシリサイドナノドット形成において、β-FeSi₂ 相形成後、ナノドット表面に Si が堆積することで発光強度が低減することがわかった。

文献> [1] H. Furuhashi et al., Appl. Phys. Exp. 15, 055503 (2022).

[2] H. Al-Allak et al., Phys. Rev. 63, 033311(2001)

謝辞> 本研究の一部は、科研費基盤研究(A) 19H00762、21H04559 の支援を受けて行われた。

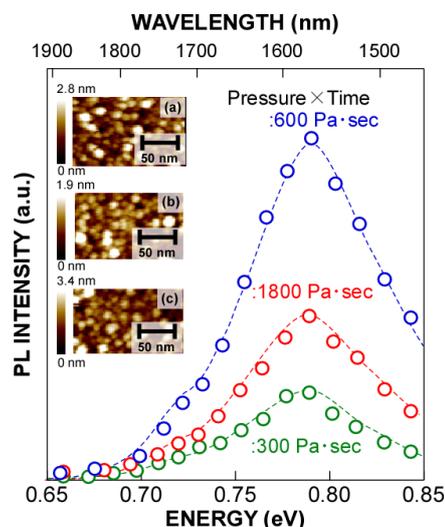


Fig. 1 Room temperature PL spectra of Fe-NDs taken after SiH₄-exposure at doses of 300(a), 600(b), and 1800 Pa·sec (c). Corresponding AFM images are also shown in the inset.

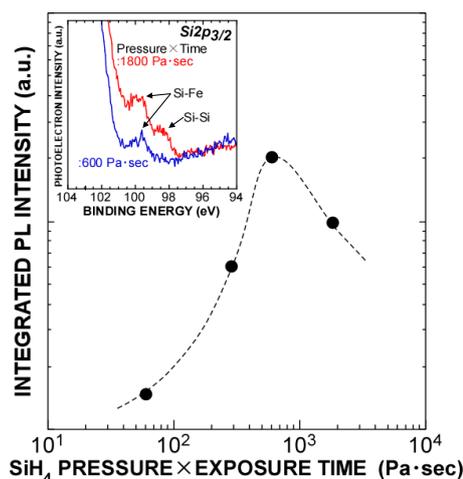


Fig. 2 Integrated PL intensities as a function of the dose of SiH₄-exposure. XPS spectra of the NDs exposed at SiH₄ doses of 600 and 1800 Pa·sec are also shown in the inset.