

高密度 Fe ナノドットへの SiH₄ 照射によるシリサイド化反応制御

Study on Silicidation Reaction of Fe-NDs with SiH₄

名大院工, °古幡 裕志, 牧原 克典, 大田 晃生, 田岡 紀之, 宮崎 誠一

Nagoya Univ., °Hiroshi Furuhashi, Katsunori Makihara, Akio Ohta, Noriyuki Taoka,

and Seiichi Miyazaki

E-mail: furuhata.hiroshi@f.mbox.nagoya-u.ac.jp

序 これまでに、Si 熱酸化膜(SiO₂)上の極薄 Fe 膜に外部非加熱でリモート H₂ プラズマ(H₂-RP)を照射することで、面密度 $\sim 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ の Fe ナノドットが形成されることを報告した[1]。本研究では、H₂-RP 支援により形成した Fe ナノドットへの SiH₄ 照射により Fe シリサイドナノドットの形成を試みた。

実験 p-Si(100)基板上に形成した SiO₂ 熱酸化膜(膜厚 $\sim 300 \text{ nm}$)に、電子線蒸着により膜厚 $\sim 1.0 \text{ nm}$ の Fe 薄膜を堆積した後、同一チャンバ内にて、外部非加熱で H₂-RP 処理(60MHz-ICP: 500 W, 10 Pa)を行った。引き続き、基板温度をパラメータに、室温、200 °C、400 °C で pure SiH₄ 照射(ガス圧力 100 Pa, 30 分間)を行った。

結果および考察 SiO₂ 上に形成した極薄 Fe 膜の H₂-RP 照射前後の表面形状像から、Fe ナノドットの高密度・一括形成が確認できる(Figs. 1(a), (b))。Fe ナノドット形成後、SiH₄ を基板温度 400 °C で照射した結果、ドット面密度に顕著な変化は認められないものの(Fig. 1(c))、平均ドット高さが僅かに増加することから(Fig. 1(d))、Fe ナノドットのシリサイド化が示唆される。SiH₄ 照射後のナノドットの室温フォトルミネッセンス測定した結果、0.65~0.87 eV に明瞭な信号が認められた(Fig. 2)。尚、200 °C での SiH₄ 照射においても強度は低減するものの PL 信号が認められるが、室温 SiH₄ 照射では PL 信号は認められない。これらの結果は、バルク β -FeSi₂ のバンドギャップ($E_{g, \text{Indirect}}$)が $\sim 0.7 \text{ eV}$ [2]であることから、Fe ナノドットを SiH₄ 照射することで β -FeSi₂ ナノドットが形成できており、サイズ効果による離散的なエネルギー準位を反映した発光が顕在化したと解釈できる。

結論 SiO₂ 上に予め形成した Fe ナノドットに基板温度 400 °C で SiH₄ 照射することで、 β -FeSi₂ が高密度($\sim 10^{11} \text{ cm}^{-2}$)・一括形成でき、室温において明瞭な PL 発光が認められた。

文献 [1] H. Zhang et al., Adv. Mater. Res. 750–752, 101 (2013). [2] H. Uono et al., Thin Solid Films 461, 182–187 (2004).

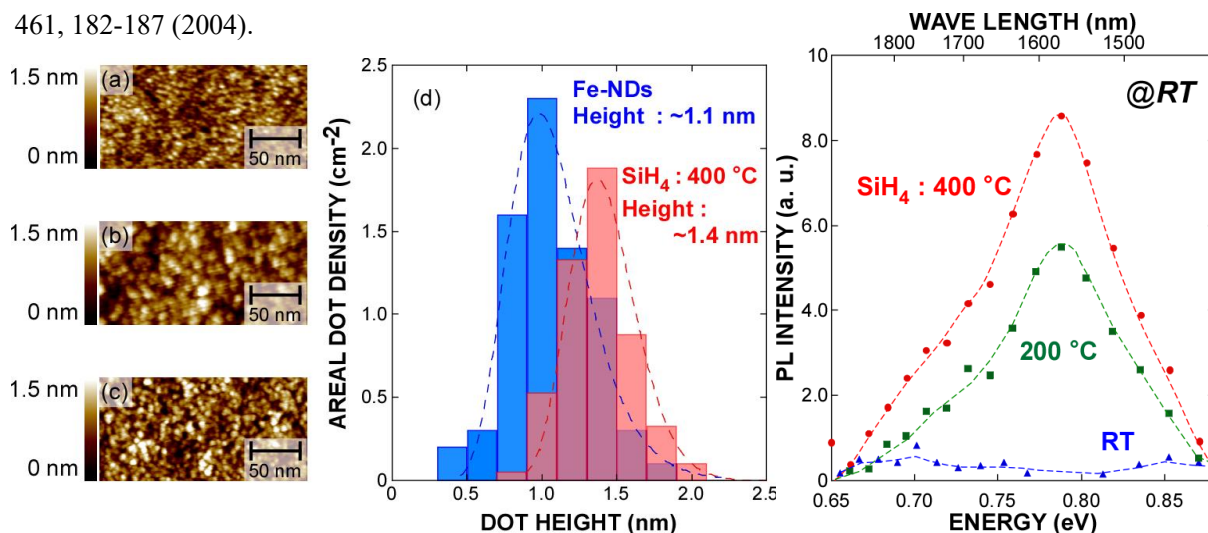


Fig. 1 AFM topographic images taken after $\sim 1.0 \text{ nm}$ -thick Fe film deposited on SiO₂ (a) before and (b) after H₂-RP, and (c) subsequent SiH₄ exposure at 400 °C. Dot height distributions before and after SiH₄ exposure evaluated from the AFM images are shown in (d).

Fig. 2 Room temperature PL spectra of Fe-NDs after SiH₄ exposure at RT, 200, and 400 °C.