

リモート H₂ プラズマ支援による高密度 Fe 系シリサイドナノドットの 高密度一括形成

High Density Formation of Fe-based Silicide Nanodots Induced by Remote H₂ Plasma

名大院工¹, Inner Mongolia University of Technology² 何 智雪¹, 〇武 嘉麟¹, 牧原 克典¹,
張 海², 古幡 裕志¹, 田岡 紀之¹, 大田 晃生¹, 宮崎 誠一¹

Nagoya Univ.¹, Inner Mongolia Univ. of Tech.² Zhixue He¹, Jialin Wu¹, Katsunori Makihara¹,
Hai Zhang², Hiroshi Furuhashi¹, Noriyuki Taoka¹, Akio Ohta¹ and Seiichi Miyazaki¹

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

序＞これまでに、SiH₄の減圧化学気相成長法(LPCVD)を用いて自己組織化形成した Si ナノドット上に極薄 Fe 膜を蒸着形成した構造にリモート H₂ プラズマ(H₂-RP)照射することで、Fe₃Si 合金ナノドット(面密度: $\sim 10^{11} \text{ cm}^{-2}$)が一括形成できることを報告した[1]。本研究では、Fe 薄膜の膜厚がシリサイド化反応に及ぼす影響を評価した。

実験＞n-Si(100)基板をRCA洗浄後、1000°Cで $\sim 3 \text{ nm}$ の熱酸化膜を形成し、pure SiH₄ガスのLPCVDによりSi量子ドット(面密度: $\sim 3 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ 、平均ドット高さ: $\sim 5.1 \text{ nm}$)を自己組織化形成した。その後、化学量論組成比がFe:Si=1:2になるように、電子線蒸着法により膜厚 $\sim 0.6 \text{ nm}$ のFe薄膜をSi量子ドット上に形成した。Fe薄膜形成後、同一チャンバ内にて、60 MHz高周波電力の誘導結合により励起・生成した高密度水素プラズマを用いて、外部非加熱でH₂-RP処理した。尚、比較として、Fe膜厚 $\sim 1.2 \text{ nm}$ (化学量論組成比Fe:Si=1:1)の試料も作成した。

結果及び考察＞Fe 膜形成前後における表面ラフネス(RMS: $\sim 1.4 \text{ nm}$)およびドット面密度・平均高さに顕著な差は認められないことから、均一な Fe 膜の形成が確認できる。また、H₂-RP 処理を行った場合、ナノドットの面密度に変化は認められないものの、平均ドット高さが僅かに増大する(Fig. 1)。H₂-RP 処理前後のナノドットの室温 PL 測定をした結果、処理前の試料では発光ピークが確認されないが、H₂-RP 処理後のナノドットでは0.65 $\sim$ 0.87eV のブロードな信号が僅かに認められた。バルク β -FeSi₂ のバンドギャップが $\sim 0.7 \text{ eV}$ (Indirect) [2]であることから、H₂-RP 処理による β -FeSi₂ ナノドットの形成が示唆され、サイズ効果により離散的なエネルギー準位を反映した発光が顕在化したことが考えられる。尚、Fe 膜厚が $\sim 1.2 \text{ nm}$ の場合においても表面形状に顕著な変化は認められず、PL 信号も検出されないことから、FeSi 相の形成が示唆される。これらの結果から、Fe 膜厚の精密制御により、Fe シリサイドナノドットの相制御が可能であると考えられる。

結論＞ $\sim 0.6 \text{ nm}$ -Fe 薄膜/Si ナノドット(平均ドット高さ: $\sim 5.5 \text{ nm}$)を外部非加熱で H₂-RP 処理することで、 β -FeSi₂ ナノドットが高密度(面密度: $\sim 3 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$)形成できることが分った。

文献＞[1] J. Wu et al., ECS Trans. 98, 493-498 (2020).
[2] H. Udono et al., Thin Solid Films 461, 182-187 (2004).

謝辞＞本研究の一部は、科研費 基盤研究(A)の支援により行われた。

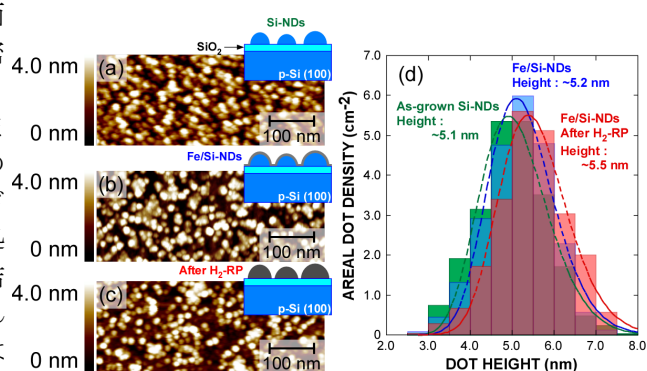


Fig.1 Topographic images of Si-NDs (a) and $\sim 0.6 \text{ nm}$ -thick Fe film/Si-NDs before (b) and after H₂-RP exposure (c). Dot height distributions evaluated from the AFM images are shown in (d).

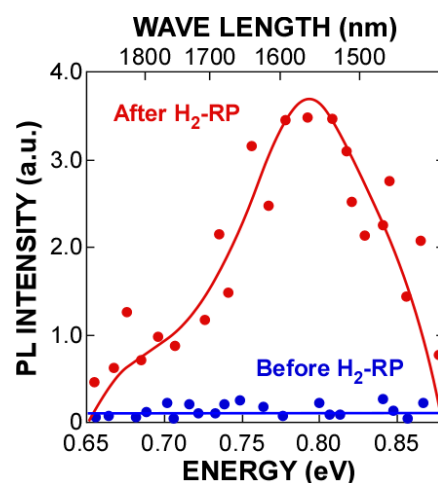


Fig. 2 Room temperature PL spectra taken before and after H₂-RP exposure of $\sim 0.6 \text{ nm}$ -thick Fe film/Si-NDs.