

リモート水素プラズマ支援による Fe シリサイドナノドットの高密度形成

High Density Formation of Fe-Silicide Nanodots on SiO₂ Induced by Remote H₂ Plasma¹名大院工, ²名大 VBL, ³広大院先端研 ^{○1}張 海, ¹牧原 克典, ²大田 晃生, ³池田 弥央,
¹宮崎 誠一¹Nagoya Univ., ²Nagoya Univ. VBL, ³Hiroshima Univ., ^{○1}Hai Zhang, ¹Katsunori Makihara,
²Akio Ohta, ³Mitsuhisa Ikeda and ¹Seiichi Miyazaki

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

序 前回、シリコン熱酸化(SiO₂)膜上の極薄 Fe 膜に外部非加熱でリモート H₂ プラズマ(H₂-RP)処理を施し、Fe 原子の表面マイグレーションと凝集を促進することで、面密度 $\sim 10^{11} \text{cm}^{-2}$ の高密度 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、Si 系発光材料の一つである β -FeSi₂に着目し、非晶質 Si 膜(a-Si)を極薄 Fe 膜で挟んだ極薄積層膜に H₂-RP 処理を施すことで、Fe シリサイドナノドットの高密度一括形成を試みた。

実験 p-Si(100)基板を 1000°C、2%O₂ 中で酸化して形成した膜厚 5.0 nm の SiO₂ 膜上に、電子線蒸着により膜厚 $\sim 1.8 \text{nm}$ の Fe 膜を堆積した後、膜厚 $\sim 1.0 \text{nm}$ の a-Si 薄膜、引き続き、膜厚 $\sim 1.8 \text{nm}$ の Fe 薄膜を形成した。その後、外部非加熱で、H₂ ガスのリモートプラズマ処理(60MHz-ICP: 500W, 13.3Pa)を行った。比較として、a-Si および Fe 極薄単層膜においても同様の処理を施した。

結果及び考察 SiO₂上に形成したa-SiおよびFe単層膜についてH₂-RP処理前後で測定したAFM表面形状像をFig. 1に示す。H₂-RP処理前の単層膜の表面平均粗さ(RMS)は(a-Si: $\sim 0.33 \text{ nm}$, Fe: $\sim 0.28 \text{ nm}$)、下地SiO₂のRMS($\sim 0.3 \text{ nm}$)と同程度であることから、均一な膜堆積が確認できる。また、H₂-RP処理後には、極薄Fe膜ではナノドット(平均ドット高さ $\sim 3 \text{ nm}$ 、面密度 $\sim 3.6 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$)の形成が認められるのに対し、a-Si膜では変化が認められなかった。一方、Fe/a-Si/Fe極薄積層膜では、H₂-RP処理によって、ドットの形成が認められ、面密度はFe単層膜を処理して形成したFeナノドットと同程度であったが、ドット高さはFeナノドットに比べ ~ 2 倍であった。極薄積層膜をH₂-RP処理して作成したナノドットのラマン散乱スペクトルを測定した結果(Fig. 2)、 246 cm^{-1} および 335 cm^{-1} に明瞭な β -FeSi₂からの信号が認められた[2]。これらの結果から、Fe/a-Si/Fe極薄積層膜における表面形状変化は、Fe極薄膜表面で原子状水素の再結合が高効率に生じる際に発生する生成熱により上層Fe原子の表面マイグレーション・凝集と共に下地a-Siとの合金化反応が進行し、Feシリサイドドットが形成したとして解釈できる。

結論 Fe/a-Si/Fe 極薄膜スタック構造への H₂-RP 照射によって、電氣的に絶縁分離された β -FeSi₂ ナノドットを面密度 $\sim 4.3 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ で形成できた。

謝辞 試料作成は、名古屋大学 VBL の設備を利用して行った。本研究の一部は、ナノテクノロジープラットフォーム試行的利用事業の支援を受けて行われた。

文献 [1] H. Zhang et al., Advanced Materials Research Vols. 750-752, 2013, pp. 1011-1015. [2] D. Gong et al., Appl. Surf. Sci. 254 (2008) 4875.

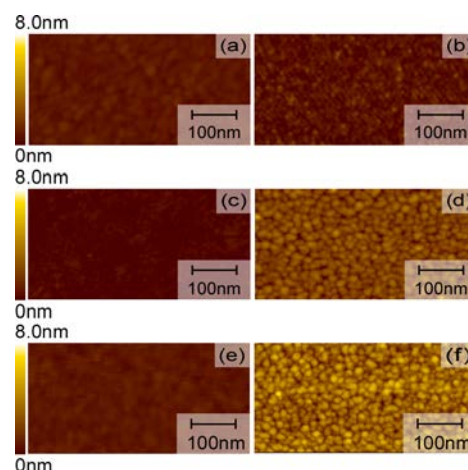


Fig. 1 Topographic images of a-Si ((a), (b)), Fe ((c), (d)), and Fe/a-Si/Fe ((e), (f)) ultrathin multi-layer, taken before ((a), (c), (e)) and after H₂-RP exposure ((b), (d), (f)), respectively.

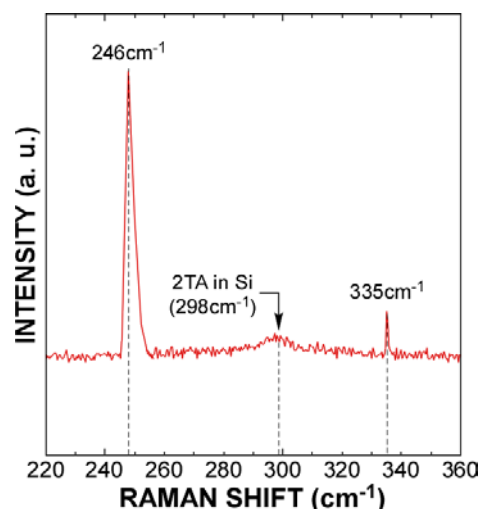


Fig. 2 Raman scattering spectrum taken after H₂-RP exposure of Fe/Si/Fe ultrathin multi-layer formed on SiO₂.