

## リモート水素プラズマ支援による SiO<sub>2</sub> 上への Fe シリサイド ナノドットの高密度形成

### Formation of High Density Fe-Silicide Nanodots on SiO<sub>2</sub> Induced by Remote H<sub>2</sub> Plasma

<sup>1</sup>名大院工, <sup>2</sup>名大 VBL, <sup>3</sup>広大院先端研 <sup>○</sup><sup>1</sup>張海, <sup>1</sup>牧原克典, <sup>2</sup>大田晃生, <sup>3</sup>池田弥央,  
<sup>1</sup>宮崎誠一

<sup>1</sup>Nagoya Univ., <sup>2</sup>Nagoya Univ. VBL, <sup>3</sup>Hiroshima Univ., <sup>○</sup><sup>1</sup>Hai Zhang, <sup>1</sup>Katsunori Makihara,  
<sup>2</sup>Akio Ohta, <sup>3</sup>Mitsuhsa Ikeda and <sup>1</sup>Seiichi Miyazaki

E-mail: z\_hai@nuee.nagoya-u.ac.jp

**研究背景**これまで、SiO<sub>2</sub> 膜上に堆積した極薄 Fe 膜に外部非加熱でリモート H<sub>2</sub> プラズマ(H<sub>2</sub>-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~10<sup>11</sup>cm<sup>-2</sup> 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-FeSi<sub>2</sub> 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 H<sub>2</sub>-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。

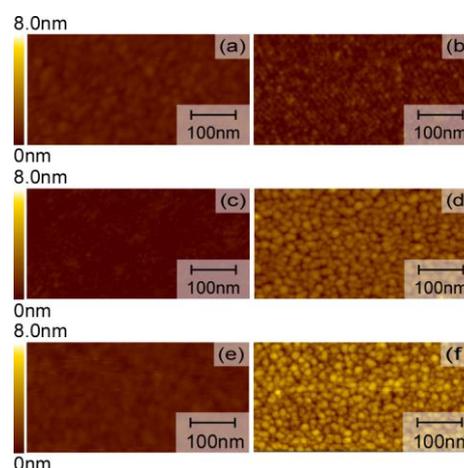
**実験方法**p-Si(100)基板を 1000°C、2%O<sub>2</sub> 中で酸化して形成した膜厚 5.0 nm の SiO<sub>2</sub> 膜上に、電子線蒸着により膜厚~1.8nm の Fe 膜を堆積した後、膜厚~1.0nm の a-Si 薄膜、引き続き、膜厚~1.8nm の Fe 薄膜を形成した。その後、外部非加熱で、リモート H<sub>2</sub> プラズマ処理 (60MHz-ICP: 500W, 13.3Pa)を行った。比較として、a-Si および Fe 極薄単層膜においても同様の処理を施した。

**特色と独創的な点**Si 熱酸化膜上へのβ-FeSi<sub>2</sub> ナノドットの高密度・一括形成技術を確立した。

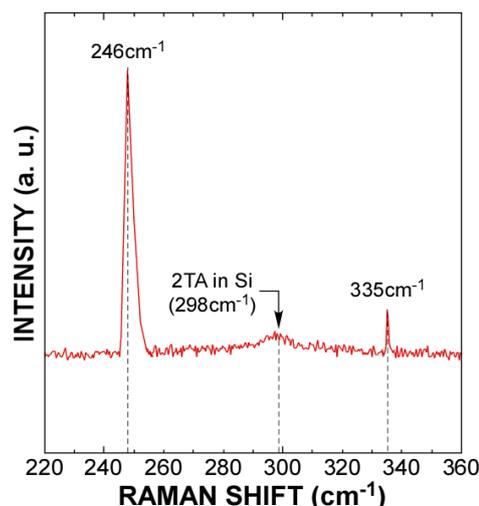
**研究成果**SiO<sub>2</sub> 上に形成した a-Si および Fe 単層膜について H<sub>2</sub>-RP 処理前後で測定した AFM 表面形状像を Fig. 1 に示す。H<sub>2</sub>-RP 処理前の単層膜の表面平均粗さ(RMS) は(a-Si: ~0.33 nm, Fe: ~0.28 nm)、下地 SiO<sub>2</sub> の RMS (~0.3 nm) と同程度であることから、均一な膜堆積が確認できる。また、H<sub>2</sub>-RP 処理後には、極薄 Fe 膜ではナノドット(平均ドット高さ~3 nm、面密度~3.6×10<sup>11</sup> cm<sup>-2</sup>)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、H<sub>2</sub>-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 H<sub>2</sub>-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)、246cm<sup>-1</sup> および 335cm<sup>-1</sup> に明瞭な β-FeSi<sub>2</sub> 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。

**参考文献**[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.

**キーワード**リモート水素プラズマ、Fe シリサイドナノドット



**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 H<sub>2</sub>-RP exposure ((b), (d), (f)), respectively.



**Fig. 2** Raman scattering spectrum taken after H<sub>2</sub>-RP exposure of Fe/Si/Fe ultrathin multi-layer formed on SiO<sub>2</sub>.