

SiO₂ 薄膜への Ni ナノ粒子の分散とナノポア形成

Deposition of Ni nanoparticles into SiO₂ thinfilms and nanopore formation

甲南大理工 ○立溝 優羽, 内藤 宗幸

Dept. Chemistry, Konan Univ., ○Yu Tatemizo, Muneyuki Naito

E-mail: naito22@center.konan-u.ac.jp

【はじめに】 Si を基材とした高性能半導体ナノデバイスを作製する上で、SiO₂ 基板上での金属薄膜の形態・構造制御は重要な要素技術であり、これまで、SiO₂ 上での遷移金属薄膜の熱的、化学的安定性について広範な研究がなされている。最近では SiO₂ 上に形成された金属ナノ粒子が熱処理により基板内部にナノポアを形成しながら分散することが報告されており [1]、ナノポアを用いた様々なナノツールへの応用が期待されている。本研究では、透過電子顕微鏡法(TEM)を用いて、SiO₂ 基板内部への Ni 粒子の分散及び形成されるナノポアを観察し、ナノポアのサイズ制御について知見を得ることを目的とした。

【実験方法】 電子ビーム蒸着法を用いて、500 nm の表面酸化膜を有する Si 単結晶ウェハー上に膜厚 5 nm の Ni 薄膜を作製した。得られた試料を通電加熱法により 960°C で熱処理した。熱処理試料の形態・構造評価は TEM 及び電子回折法により行い、組成分析にはエネルギー分散型 X 線分光法(EDS)を用いた。

【結果と考察】 Fig.1 は Ni 薄膜の as-dep. 試料および熱処理試料の断面 TEM 像である。Fig. 1(a,b) に示すように、SiO₂ 膜上に形成された Ni 薄膜に熱処理を施すと、固相ディウェッティングにより基板表面にナノ粒子が形成された。粒子の平均径は 85(±35) nm であり、基板表面に沿って伸長した形状を有している。熱処理時間の増大に伴い、粒子は形状を球形へと変化させ SiO₂ 内部へと沈降し (Fig.1(c))、その後、ナノポアを形成しながら基板内部へと分散した(Fig.1(d))。EDS 及び電子回折法により、分散した粒子は Ni 単体であることが分かった。熱処理時間の増加に伴い、粒子の分散深度が増大することが確認され、また、粒子直上においてナノポア径を測定したところ、粒子径とナノポア径は比例関係にあることが分かった(Fig.2)。これらのことから、熱処理条件および粒子径を適切に選択することで、ナノポア長およびナノポア径の制御が可能であることが明らかとなった。

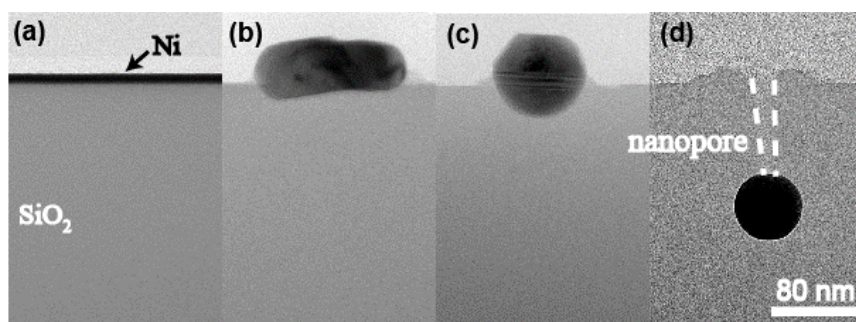


Fig.1 (a)as-dep.試料、(b)960°C-0min、(c)960°C-1h、(d)960°C-24h 熱処理試料の断面 TEM 像

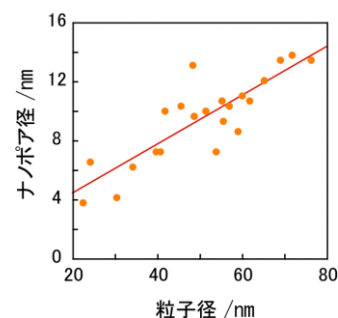


Fig.2 ナノポア径と粒子径の関係

[1] L. de Vreede *et al.*, *Nano Lett*, 15, (2015) 727.