

熱酸化 Si への金属ナノ粒子分散に伴うナノポア形成

Nanopore formation by depression of metal nanoparticles into SiO₂ thin films

甲南大理工 ○(M1)立溝 優羽, 内藤 宗幸

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

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

【はじめに】 固体材料に形成されたナノポアは、ナノ空間における化学反応場やナノツール作製のモールド材などとしての利用が期待されている。最近、SiO₂ 薄膜上に形成された Au ナノ粒子が熱処理によって薄膜内部にナノポアを形成しながら分散する現象が報告され[1]、新たなナノポア作製方法として注目されている。本研究では、熱酸化 Si 薄膜上に Ni および Co ナノ粒子を作製し、熱処理に伴うナノ粒子の薄膜内部への分散過程及びナノポア形成過程を透過電子顕微鏡(TEM)により調べた。

【実験方法】 電子ビーム蒸着法により膜厚 5 nm の Ni 及び Co 薄膜を作製した。基板には表面に熱酸化膜を有する Si 単結晶ウェハを用いた。得られた試料を赤外線ランプ加熱により真空下で熱処理した。熱処理温度は 1100 °C とし、保持時間は 0~60 min とした。熱処理試料の形態・構造評価は TEM、電子回折法、原子間力顕微鏡法により行い、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(a,c)はそれぞれ Ni 及び Co 薄膜に 1100 °C-0 min 熱処理を行うことで得られた試料の断面 TEM 像である。固相ディウエッティングにより形成された金属ナノ粒子が熱酸化 Si 表面近傍に観察されるが、ナノ粒子は部分的に熱酸化 Si 中へと沈降していた。熱処理時間の増加に伴い、ナノ粒子は熱酸化 Si 内部に分散し、ナノ粒子の上部にはナノポア形成が確認された(Fig. 1(b,d))。また、Co と比較して Ni は熱酸化 Si 内部への降下速度が大きいことが明らかとなった。Fig. 2 は、試料を 1100 °C で 0~60 min 保持したときのナノ粒子の平均降下深度である。保持時間が 30 min に至るまでは、Ni と Co ナノ粒子の深度の差は徐々に大きくなったが、30min から 60 min までの Ni と Co の降下距離はいずれも約 350nm であり、両者に大きな差異は見られないことが明らかとなった。当日はナノポア形成のメカニズムについて議論する。

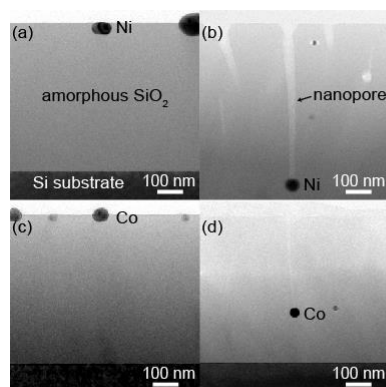


Fig. 1 Cross-sectional TEM images of (a,b) Ni and (c,d) Co nanocrystals in annealed samples. The holding times during annealing are (a,c) 0 min and (b,d) 60 min, respectively.

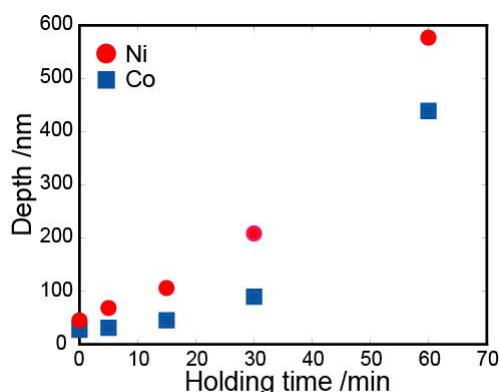


Fig. 2 Change in depression depth of Ni and Co nanocrystals in annealed samples with increasing holding time.

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