

SiO₂ 上への極薄ニッケルシリサイド膜形成 —Si/Ni/Si 初期構造における膜厚依存性—

Formation of Ultra-thin Nickel Silicide on SiO₂ using Si/Ni/Si Structures with different Thickness

名大院工, °木村圭佑, 田岡紀之, 西村駿介, 大田晃生, 牧原克典, 宮崎誠一

Graduate School of Engineering, Nagoya University

°K. Kimura, N. Taoka, S. Nishimura, A. Ohta, K. Makihara, and S. Miyazaki

E-mail: kimura.keisuke.c4@s.mail.nagoya-u.ac.jp

序 金属を数 nm 以下の厚さまで薄くした金属ナノシート(MNS)は分子センサ向け材料として注目を集めている[1]。MNS を分子センサに用いる場合、膜厚を薄くすることによって、センサの感度が向上する[2]。一方で、薄膜では、MNS の自然酸化の影響が無視できなくなる[3]。前回 Ni/Si 積層構造に Si キャップ層を導入し、熱処理を行うことで厚さ~2nm のニッケルシリサイドの形成に成功したことを報告した。本研究では、更なる薄膜化を目指し、Ni および Si 膜厚がシリサイド薄膜形成に及ぼす影響について議論した。

実験方法 膜厚 300 nm の熱酸化 SiO₂ 層を 0.1%希釈フッ酸溶液ディップによる表面処理後、電子ビーム蒸着によって、Si および Ni 層を交互堆積し、Si/Ni/Si/SiO₂/積層構造を形成した。ここで、Si および Ni 層の膜厚は、0.7 または 0.3 nm とし、Si/Ni/Si 構造の合計膜厚 d_{SiNiSi} が 2.1 と 0.9 nm の試料を作製した。その後、試料を窒素雰囲気中 250 °C で 10 分間、熱処理した。これらの試料について、X 線光電子分光法(XPS)及びラマン分光法を用いて化学結合状態及び結晶相を評価した。

結果および考察 図 1(a)および(b)に、それぞれ d_{SiNiSi} が 0.9 nm と 2.1 nm で形成した試料について、熱処理前後で測定した XPS Ni2p 信号を示す。図 1(a)では、熱処理前において、Ni-O および Ni-Ni 結合由来の信号が確認できる。また、250°C での熱処理によって、Ni-Ni 結合由来のピーク強度が減少し、Ni-O 結合由来のピーク強度が増大していることがわかる。さらに、Si2p 信号においては、Si-Si 結合由来の信号は堆積後に確認されなかった。これらのことは、堆積後において下層の Si が表面側に拡散し酸化したこと、また、熱処理によって Ni の酸化が進行したことを示唆している。一方で、図 1(b)では熱処理前後において Ni-O 成分は確認されず、Ni2p 信号の形状にも大きな変化は確認できなかった。このことは、酸化を抑制し、ニッケルシリサイドが形成されたことを示唆している。図 2 に、 $d_{SiNiSi} = 2.1$ nm の試料の熱処理前後のラマンスペクトルを示す。また、参考として Ni と Si を堆積していない試料のラマンスペクトルも示した。熱処理前において、Ni₂Si に起因すると考えられるピークが 90 および 120 cm⁻¹ 付近に見られ、熱処理によって、そのピーク強度が増加していることが分かる。このことは、堆積時に Ni₂Si が形成されており、250°C での熱処理によって結晶性が良くなっていることを示している。

これらの結果から上層 Si 層の膜厚を 0.3 から 0.7 nm の範囲で制御すれば酸化を抑制できることが明らかとなった。当日は、上層 Si 膜厚、下層 Ni, Si 膜厚をさらに変化させた場合についても議論する予定である。

参考文献 > [1] T. Tanaka *et al.*, IEEE Trans. Electron Dev., **66** (2019)5393. [2] B. N. J. Persson, Phys. Rev. B, **44**(1991)3277 [3] K. Kimura *et al.*, 第 69 回応用物理学会春季学術講演会 26a-P05-2.

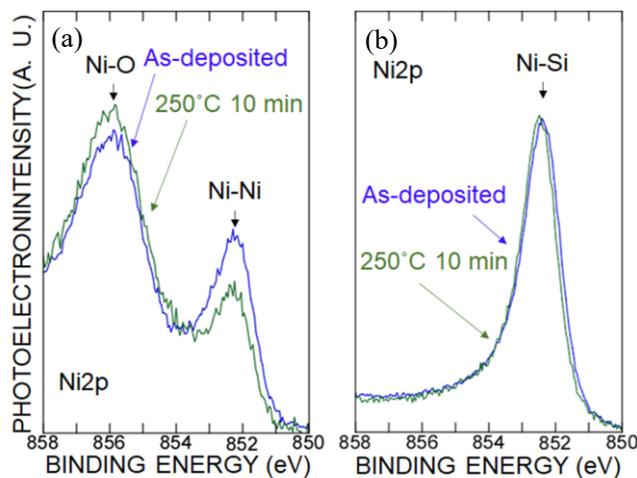


Fig.1: Ni 2p XPS spectra of the samples prepared in the cases of (a) $d_{SiNiSi} = 0.9$ nm and (b) $d_{SiNiSi} = 2.1$ nm.

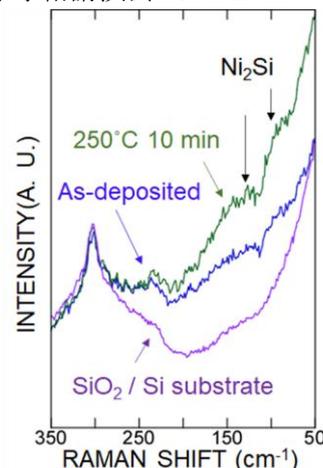


Fig.2: Raman spectra of the samples with $d_{SiNiSi} = 2.1$ nm before and after the annealing at 250°C. The spectrum of the 300-nm-thick SiO₂/c-Si is also shown.