

Ni 超薄膜への SiH₄ 照射による Ni シリサイド形成と結晶相制御

Ni-silicide Formation and Crystalline Phase Control

due to SiH₄ Exposure on Ultra-thin Ni Film

¹名大院工, ²愛知工大 [°]谷田 駿¹, 田岡 紀之², 牧原 克典¹

¹Nagoya Univ., ²Aichi Inst. Tech., [°]Shun Tanida¹, Noriyuki Taoka², Katsunori Makihara¹

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

序>> SiO₂ 上の金属超薄膜(MNS)は、分子センサへの応用に適しており、近年、注目を集めている。低キャリア密度の金属を MNS に用いることで、分子センサの感度を向上させられることが期待されている[1]。そこで、我々は Ni シリサイドに着目した。Ni シリサイドのキャリア密度は、Si の含有量によって異なる[2]。本研究では、SiO₂ 上に Ni 超薄膜を形成後、SiH₄ を照射し、Ni シリサイド超薄膜の形成およびその結晶相制御を試みた。

実験>p-Si(100)基板上に形成した SiO₂ 熱酸化膜(膜厚~300 nm)上に、電子線蒸着(EB)により膜厚(d)~5.0 nm または~3.0 nm の Ni 薄膜を堆積した。その後 EB チャンバーから取り出し、大気暴露後、基板温度 280 °C で SiH₄ 照射を行った。尚、SiH₄ 照射時間(t_{SiH_4})は 1 分から 10 分、圧力は 130Pa とした。

結果および考察> $d = 5$ nm の場合、SiH₄ 照射後、AFM から算出した平均二乗荒さ(RMS)の値は As-deposited Ni の RMS 値と比べて、非常に大きくなり、また t_{SiH_4} に大きく依存した(Fig.1)。一方、 $d = 3$ nm の場合、 t_{SiH_4} に依存せず、SiH₄ 照射後も比較的平坦な表面を維持した(Fig. 1)。さらなる研究が必要であるが、Ni 薄膜のバルクエネルギーや SiO₂ との界面エネルギーに起因していると考えられる。次に、SiH₄ 照射が Ni 膜の結晶構造に与える影響を GIXRD で評価した。Fig. 2 は $d = 5$ nm の試料の GIXRD パターンである。 $t_{\text{SiH}_4} = 1$ min において、Ni₂Si や NiSi 起因のピークが確認された。 $t_{\text{SiH}_4} = 3$ および 5 min では、NiSi や NiSi₂ 起因の顕著なピークが確認された。 $t_{\text{SiH}_4} = 10$ min では、Ni および Ni_{0.82}Si_{0.18} に起因する $2\theta = 44.5$ 度付近のピーク強度が、 $t_{\text{SiH}_4} = 5$ min 以下の場合と比較すると大きくなっていることがわかる。対照的に、Ni₂Si、NiSi、NiSi₂ に起因する信号強度が低下していることもわかる。 $d = 3$ nm の試料においても同様の傾向が確認された。Fig. 3 に各 GIXRD 信号強度の t_{SiH_4} 依存性を示す。ここで、各信号強度は As-deposited Ni の Ni(111)信号強度で規格化されている。 $t_{\text{SiH}_4} = 3$ min 以内では、Ni 膜厚に関わらず各信号強度が高くなり、Ni シリサイドの成長を示唆している。しかし、 $t_{\text{SiH}_4} = 5$ min 以降では Si リッチなシリサイドに起因する信号強度が減少することから、Ni シリサイド結晶の相変態が起こっていると考えられる。

結論> $d = 3$ nm の場合、SiH₄ 照射後でも平滑な表面が得られた。また、 $t_{\text{SiH}_4} = 3$ min まではシリサイド化反応が促進し、 $t_{\text{SiH}_4} = 5$ min 以上では Si リッチなシリサイドから Ni リッチなシリサイドへの相変態が起こることがわかった。

文献>[1] E. Şennik *et al.*, Materials Letters **177** (2016) 104–107.

[2] E. G. Colgan *et al.*, J. Electron. Mater., **12**(1983) 413.

謝辞>本研究の一部は、科研費基盤研究(A) 21H04559 の支援を受けて行われた。

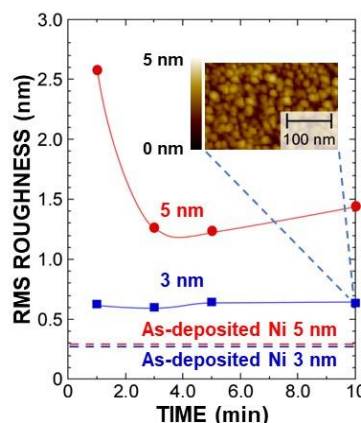


Fig. 1: RMS roughness values for each sample as a function of t_{SiH_4} . Inset shows an AFM image for $d = 3$ nm and $t_{\text{SiH}_4} = 10$ min.

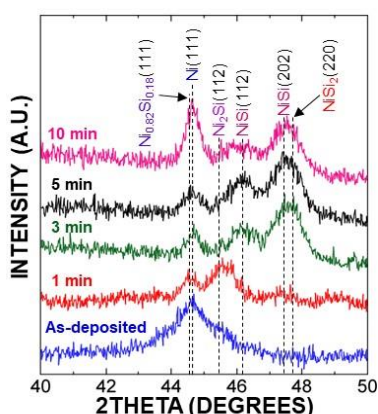


Fig. 2: GIXRD patterns of the sample with $d = 3$ nm before and after the SiH₄ exposure.

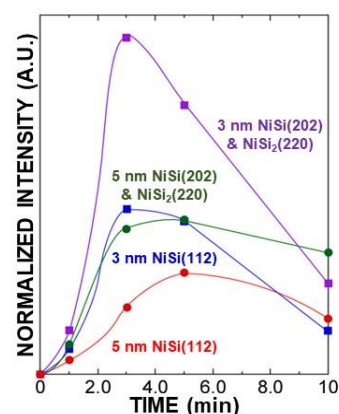


Fig. 3: The NiSi and NiSi₂ peak intensities in the GIXRD patterns. Here, these intensities were normalized by the Ni(111) peak intensities.