

酸化膜被覆型 Si ナノワイヤにおける Ni シリサイドの異常方向成長

Outward-growth of Ni Silicide in Si Nanowire with Oxide Shell

早大理工¹, 産総研² ○武井 康平¹, 小杉山 洋希¹, 橋本 修一郎¹, ソン セイ¹,麻田 修平¹, ジョ タイウ¹, 若水 昂¹, 松川 貴², 昌原 明植², 渡邊 孝信¹Waseda Univ.¹, AIST² ○K. Takei¹, H. Kosugiyama¹, S. Hashimoto¹, J. Sun¹,S. Asada¹, T. Xu¹, T. Wakamizu¹, T. Matsukawa², M. Masahara² and T. Watanabe¹

E-mail: takei@watanabe.nano.waseda.ac.jp

【はじめに】立体チャネル FET で問題となる寄生抵抗を抑制するため、ソースドレインの金属シリサイド化技術が盛んに研究されている。特に、比抵抗の低さやシリサイド化時の Si 消費量の少なさより、NiSi が有力候補とされている。そのため、Si ナノワイヤの Ni シリサイド化プロセスに注目が集まっているが、シリサイド形成の際、自然酸化膜を突き破ったシリサイドがワイヤの外方向に成長してしまうという報告があり[1]、デバイスの短絡を引き起こす原因となり得る。熱酸化膜被覆型の Si ナノワイヤのほうが露出型のワイヤよりも Ni の侵入速度が小さいため[2]、侵入長制御という点で期待されるが、酸化膜厚によってはシリサイドの外方向成長が生じる可能性がある。そこで本研究では、酸化膜厚が Si ナノワイヤの Ni シリサイド化に与える影響を調査した。

【実験方法】面方位(100)の SOI 基板上に P イオンをドーズ量 $5.0 \times 10^{14} \text{cm}^{-2}$ 、エネルギー 25keV で注入する。EB リソグラフィと ICP-RIE で $\langle 110 \rangle$ 方向の Si ナノワイヤを作製し、リソグラフィ幅は $W=100\sim 300\text{nm}$ とした。周囲を覆う酸化膜が 14nm もしくは 18nm となるように熱酸化を施した後、酸化膜の一部を除去し SOI を露出させた。膜厚 20nm の Ni をスパッタリング堆積させ、410°C で 120 秒間熱処理することで Ni シリサイドを作製した。以上の手順で作製した試料について SEM 観察を行い、酸化膜被覆型 Si ナノワイヤの Ni シリサイド化について調査した。

【結果】図 1 に、リソグラフィ幅 100nm で酸化膜厚 14nm の Si ワイヤの SEM 像を示す。酸化膜で覆われた Ni 非堆積部へ Ni が侵入していることを示す濃淡の変化が見られ、酸化膜を突き破って外方向にシリサイドが成長していることがわかる。図 2 に、酸化膜厚 14nm の試料のワイヤ幅と外方向へ成長したシリサイドの発生確率の関係を示す。ワイヤ幅が小さくなるほど、酸化膜を突き破ってシリサイドが成長する傾向が見られた。一方、酸化膜厚 18nm の試料では酸化膜を突き破ってシリサイドが成長する様子は見受けられなかった。酸化膜を突き破ってシリサイドが成長した原因としては、NiSi₂ 以外の Ni シリサイド相は Si よりも体積が大きいこと、酸化膜被覆部内に Ni_xSi_y が生成されたことによる強い圧縮応力をもたらしたことが挙げられる。当グループで作製した Si ワイヤは、ワイヤ幅が小さくなるほど Si ワイヤの酸化誘起圧縮応力が大きくなることを確認されている。そのため、ワイヤ幅が小さくなるほどワイヤの外方向へ成長したシリサイドの発生確率が大きくなったのは、ワイヤ幅が小さいほど、より強い圧縮応力がシリサイド形成時に生じたことが原因であると考えられる。前講演会では、ワイヤ幅を小さくすることでカーケンダルボイドの発生を抑制できることを報告したが[3]、Si ワイヤの Ni シリサイド化による酸化膜の破裂を抑制するためには、ワイヤ幅が小さいほど酸化膜厚を考慮する必要があることがわかった。

【謝辞】本研究は科学研究費補助金・基盤研究(B)と挑戦的萌芽研究の支援を受けて行われた。

[1]N.S.Dellas et al., J. Appl. Phys., 105, 094309(2009). [2]K.Ogata et al., Nanotechnology, 22, 365305(2011). [3]武井康平他, 第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 講演予稿集, 20a-E14-1, 2014.

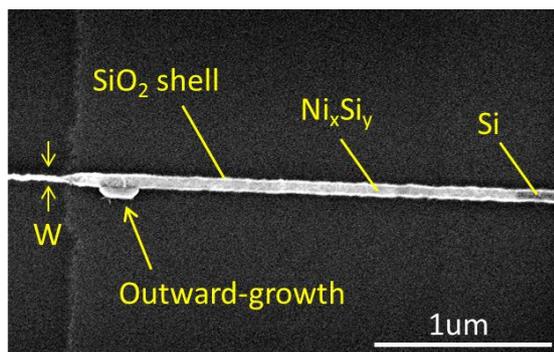


図 1. 酸化膜を突き破ってシリサイドが成長したワイヤの SEM 像

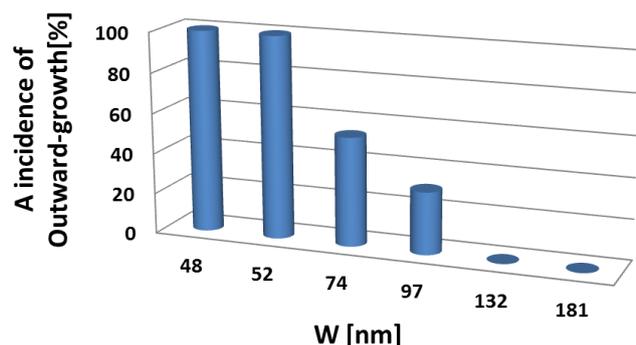


図 2. ワイヤ幅と外方向へ成長したシリサイドの発生確率の関係