

Si(111)表面への Ni イオン照射過程のリアルタイム STM 観察

Real-time Scanning Tunneling Microscopy Observation of

Ni Ion Irradiation Process on Si (111) Surface

早大理工¹, 豊田工大², °武良 光太郎¹, 神岡 武文², 木谷 哲¹, 今津研太¹, 渡邊 孝信¹Waseda Univ.¹, TTI², °K. Mura¹, T. Kamioka², T. Kitani¹, K. Imazu¹, and T. Watanabe¹

E-mail: murakotaro@moegi.waseda.jp

【はじめに】トランジスタの微細化が進み、短チャネル効果や直列抵抗の増大などの問題が顕在化し、その解決方法として Ni シリサイド (Ni_xSi_y) 等によるソース・ドレインのメタル化が検討されている。しかし Ni_xSi_y の成長速度は基板結晶方位に依存するため、制御が難しく、例えば Ni_xSi_y がチャネル領域に侵入し、オフリーク電流の増加を招くという問題が生じる[1]。その対策として、シリサイド化させたい領域に予め Si イオンを注入し、結晶内に格子空孔を生成しておくこと、Ni が空孔のある領域に優先的に拡散し、チャネル領域への侵入を抑制できることが報告されている[2]。本研究では、Ni 原子が Si 格子空孔とどのように相互作用するのか原子レベルで明らかにすることを目的とし、超高真空 STM と低速イオン銃複合装置[3,4]を用いて、Ni イオン照射過程のリアルタイム STM 観察を行った。

【実験手法および条件】超高真空 STM 観察中の試料表面にイオン注入が可能な独自の装置を用いて、Ni イオン照射中の Si(111)表面のリアルタイム STM 観察を行った。n 型 Si(111)基板 (1mm×7 mm, 0.3mm 厚) を試料処理室内で 600℃で 12 時間デガスし、試料観察室内で 1200℃まで加熱しフラッシング処理を行った後、STM で 7×7 再構成表面の形成を確認した。その後、試料を 500℃に保持した状態で STM 観察を継続し、同時にイオン照射を行って表面形状の変化をリアルタイムで観察した。STM のスキャン速度は約 40 s/image である。イオン注入条件は、加速エネルギー 5.0keV、ドーズは $5.0 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ である。高温を保持した状態では欠陥が消失してしまうため、イオン注入を確認したのち一旦試料を室温に戻し、イオン照射により形成された欠陥の構造を詳しく観察した。

【結果および考察】図 1 は、イオン照射前、イオン照射中、およびイオン照射後の STM 像である。イオン照射前後を比較すると、イオン照射の影響でステップ形状が変化し、注入欠陥が形成されていることが確認できる。また、イオン照射前後の STM 像を比較すると、ほぼ同じ形状のステップ構造が保持されていることから、同一領域を観察できていることがわかる。図 2 は、イオン注入によってできた空孔アイランドの拡大像である。空孔アイランドの底部と周縁部で構造が異なっていることがわかる。中心部は 7×7 構造であるが、周縁部は Si 表面では観察されない構造であるため、 Ni_xSi_y が形成されていると考えられる。空孔アイランドを囲むステップ端に Ni が偏析することによって Ni_xSi_y 領域が形成されたものと考えられ、シリサイド化が格子空孔付近で形成されやすいことを示唆している。

【謝辞】本研究は科学研究費補助金・若手研究(B)(24760031)および基盤研究(B)(24310082)の支援を受けて実施された。

【参考文献】[1] T. Yamaguchi et al., Jpn. J. Appl. Phys. **48** (2009) 066513. [2] T. Yamaguchi et al., IEEE-Trans. Ele. Dev., **56** (2009) 206-213 [3] M. Uchigasaki et. al., Rev. S ci. Instrum. **76**, (2005) 126109. [4] T. Kamioka et. al., Rev. Sci. Instrum. **79**, (2008) 073707.

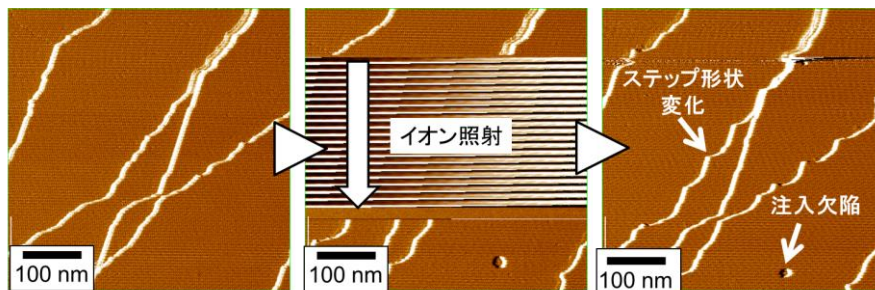


図 1 Ni イオン照射前後の連続 STM 像(Current 像, Vs: 2.0 V, It: 0.20 nA)

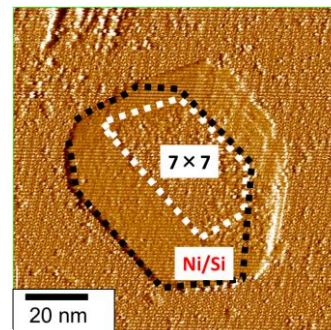


図 2 欠陥の拡大像