

Ni/Si(111)- $\sqrt{19} \times \sqrt{19}$ 再構成表面における空孔湧出過程 Vacancy Precipitation Process Over

Ni/Si(111)- $\sqrt{19} \times \sqrt{19}$ Reconstructed Surface

早大理工¹, 豊田工大², [○]今津 研太¹, 武良 光太郎¹, 木谷 哲¹, 小花 絃暉¹,

橋本 修一郎¹, 神岡 武文², 渡邊 孝信¹

Waseda Univ.¹, TTI², [○]K. Imazu¹, K. Mura¹, T. Kitani¹, G. Obana¹,

S. Hashimoto¹, T. Kamioka², and T. Watanabe¹

E-mail: k-i.w0386@fuji.waseda.jp

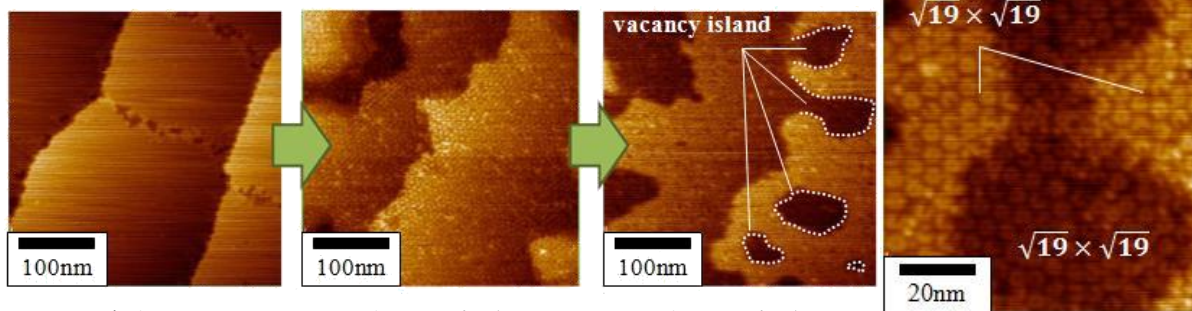
【はじめに】SiCMOSのメタルソース／ドレイン技術として、Ni シリサイド(Ni_xSi_y)の導入が検討されている。Ni_xSi_yの成長速度はSi結晶方位に依存するため[1]、これがメタルソース／ドレイン領域を設計通り形成することを困難にする。幸いこの問題は、メタル化したい領域に予めSiイオン注入を施して結晶欠陥を導入しておくことで克服できることが報告されている[2]。結晶欠陥が分布する領域に、Ni シリサイドが優先的に形成されるためである。本研究では、イオンビーム照射誘起の結晶欠陥によるNi シリサイド化反応の制御技術の高度化を目的として、独自に開発した低速イオン銃付の超高真空STM装置[3,4]を用い、Ni原子と格子欠陥の相互作用のメカニズムを調査した。

【実験手法および条件】低速イオン銃付超高真空STM装置を用いて、STM観察領域にNiイオンビームを照射し、イオン照射後の表面の構造変化を観察した。まずn型Si(111)基板(1mm×7mm, 0.3mm厚)を用意し、試料処理室内で600℃で12時間脱ガス後、1200℃でのフラッシング処理を行い、7×7再構成表面構造を試料表面全面に形成させた。続いて、試料を500℃に保持した状態でNiイオンビームを照射した(加速エネルギー5.0 keV、ドース3×10¹⁵ cm⁻²)。この温度でSTM観察すると、イオン照射欠陥が直ちに回復してしまうため、表面構造に顕著な変化は見られない。そこでイオン照射後直ちに室温まで冷却した後、時間をかけて表面構造の変化をSTM観察した。STMのスキャン速度は約40 s/imageである。

【結果および考察】図1は、Niイオン照射を行い室温まで冷却した後のSi基板表面の時間経過を示す。室温まで冷却してから2時間経過後、図1(b)に示すようにNi/Si(111)- $\sqrt{19} \times \sqrt{19}$ 再構成構造が全面を覆った[5]。イオンビームで基板中に導入したNiの析出で $\sqrt{19} \times \sqrt{19}$ 構造が観察されたのは我々が知る限りこれが初めてである。6時間後では、図1(c)に示すように表面に多数の空孔アイランドが表面に現れた。空孔アイランド部分の拡大図を図2に示す。表面および空孔アイランドの底部に $\sqrt{19} \times \sqrt{19}$ 構造が見られる。室温におけるSi格子空孔の拡散速度はNi原子の拡散速度よりも遅いことから、まずNi原子が表面に析出して $\sqrt{19} \times \sqrt{19}$ 構造が形成され、次いで空孔が表面に達したと考えられる。興味深いのは、室温にも関わらず、空孔アイランドの底部にも綺麗な $\sqrt{19} \times \sqrt{19}$ 構造が形成されている点である。これは、一度形成されたNi/Si(111)- $\sqrt{19} \times \sqrt{19}$ 構造に空孔が湧き出して空孔アイランドの底部が形成される過程で、 $\sqrt{19} \times \sqrt{19}$ 構造も同時に修復されたことを示している。すなわち、Si基板上のNiは室温でも容易に移動でき、Si結晶の変化に応じて最適な配置を取り得る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)、基盤研究(B)(24310082)、挑戦的萌芽研究(26630135)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 [3] M. Uchigasaki et. al., Rev. Sci. Instrum. **76** (2005) 126109. [4] T. Kamioka et. al., Rev. Sci. Instrum. **79** (2008) 073707. [5] R. J. Wilson and S. Chiang, Phys. Rev. Lett. **58** (1987) 2575.



(a) Ni照射直後 500℃

(b) 室温で2時間経過後

(c) 室温で6時間経過後

図1 Niイオン照射後のSi(111)表面の経時変化 (Current像, Vs: 1.7 V, It: 0.20 nA)

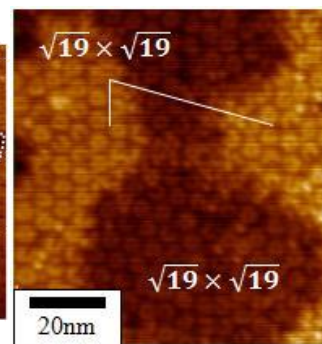


図2 6時間室温で保持した表面の高倍率像