

## アニール条件がGe表面の原子スケールのモフォロジーに与える影響

Impact of annealing conditions for atomic-scale morphology of Ge surfaces

産総研ナノエレ、○森田行則、太田裕之、昌原明植、前田辰郎

NeRI-AIST ○Y. Morita, H. Ota, M. Masahara, and T. Maeda

E-mail: y.morita@aist.go.jp

[はじめに] 近年のデバイスのスケールリング進行に伴い、MOSFETを構成するチャンネル材料として、従来のSiに代わりGeやInGaAsなどの高移動度材料に注目が移っている。特にGeのトランジスタ応用の歴史は古く、またSiGe混晶を経てSiプロセスからの移行が容易であるため、その研究は実用化に向けた段階へと進んでおり、さらにプレナー構造から、すでにFinFETやnanowire-FET等の立体チャンネル化への検討も行われている。

Siと同様にGe立体チャンネルの場合でも、リソグラフィとエッチングによりチャンネル加工が行われるため、加工起因のチャンネルのラフネス制御が大きな課題であり、プレナーの場合も含めてGe表面の平坦性・構造制御が重要となる。そこで今回、Ge立体チャンネルトランジスタへの応用を目指したGe加工技術研究の一環として、ガス雰囲気でのアニールを用いたGe表面の原子オーダー平坦化、構造制御に関して報告する。

[実験] 試料はフッ酸と塩酸の混合溶液で洗浄後に直ちに高真空RTA装置に導入した。ガス雰囲気での加熱処理後に大気中に取り出し、原子間力顕微鏡を用いて表面形状を観察した。

[結果と考察] 図はそれぞれH<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>雰囲気中でおよそ640°Cに加熱したGe(001)表面のAFM像である。いずれの場合もGeの原子ステップに相当する段差と平坦なテラスが形成されている。H<sub>2</sub>アニールによる表面の平坦化はNishimura et al.により報告[1,2]されている。またSiの場合でも、H<sub>2</sub>アニールでの平坦化[3]の他に、Arアニールを用いての平坦化が報告[4]されている。ガス種によらず平坦化が観察されたことは、H<sub>2</sub>とGe表面の反応に起因した現象ではなく、Ge自体の表面拡散が主導的であることを示している。さらに詳細にステップ状を観察すると、ガス種に依存した形状の違いが見られる。H<sub>2</sub>によるアニールでは、テラス中に窪みが形成されており、水素起因のエッチング、もしくはGeの拡散の阻害がおきていることが考えられる。またO<sub>2</sub>によるアニールの場合、ステップ端形状に細かい凸凹が多数見られ、酸素によるエッチングの影響が大きい。これらに対しN<sub>2</sub>を用いたアニールではステップ形状は比較的良好で、テラス中のエッチングも抑制されており、表面の平坦化に適していると考えられる。

[参考文献] [1] T. Nishimura, et al., Appl. Phys. Express 5 (2012) 121301.

[2] T. Nishimura, et al., Appl. Phys. Express 7 (2014) 051301.

[3] Y. Morita, and H. Ota, Appl. Phys. Lett. 100 (2012) 261605.

[4] R. Kuroda, et al., Jpn. J. Appl. Phys. 48 (2009) 04C048.

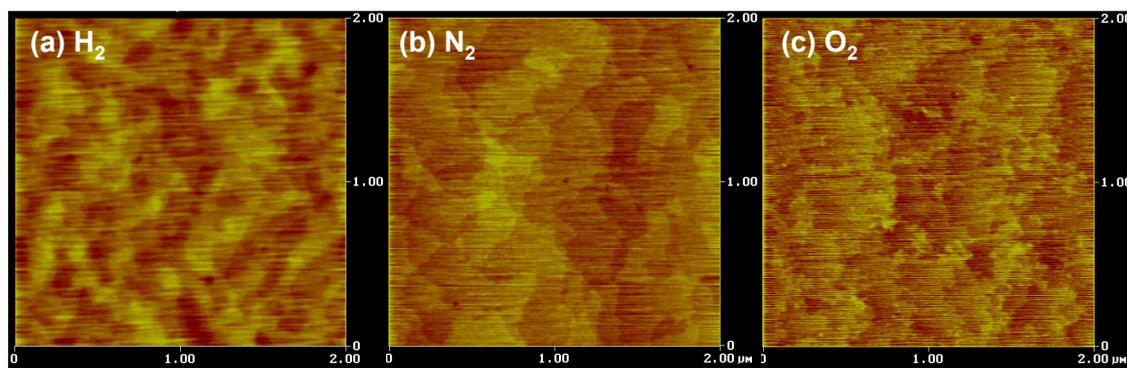


Fig. 1 Typical AFM images of annealed Ge(001) surfaces in (a) H<sub>2</sub> (0.2 torr), (b) N<sub>2</sub> (0.01 torr), and (c) O<sub>2</sub> (1x10<sup>-6</sup> torr) gases. Annealing is performed at ~640°C for 80 s (two times). Image size is 2x2 μm.