

4H-SiC 基板表面におけるステップアンバンチング現象

Step unbunching phenomenon on 4H-SiC substrate surface



名大院工 ^{○(DC)} 榊原 涼太郎, 乗松 航

Nagoya Univ., ^{○(DC)}Ryotaro Sakakibara, Wataru Norimatsu

E-mail: sakakibara.ryotaro.v4@s.mail.nagoya-u.ac.jp

1. 緒言

SiC はバンドギャップ、熱伝導率、および絶縁破壊電界が大きいこと、パワーエレクトロニクス材料として広く用いられている。SiC の表面形態は、ゲート酸化膜の膜厚[1]や熱分解によるグラフェン成長の制御性[2]に大きく関わるため、そのナノスケールでの制御が極めて重要である。SiC ウェハ表面の研磨加工に伴うダメージ層を除去するプロセスとして、水素エッチング処理がある。この水素エッチング処理の最中で、SiC 表面の原子層ステップが集まるステップバンチング現象が知られている。本研究では、SiC 表面において、バンチングにより高さ数 nm となったステップが、4H-SiC の格子定数 c と等しい 1 nm 高さのステップへと変化するステップアンバンチング現象について報告する。

2. 実験方法

SiC 基板としては、CREE 社製 4H-SiC(0001) on-axis ウェハに化学機械研磨処理を施し、 $5 \times 5 \text{ mm}^2$ に切り出したものを用いた。この SiC 基板を、Ar/H₂(4%)の大気圧フロー(0.1 slm)雰囲気下において 1600°C で 10 分間加熱することで、ステップバンチングを発生させた。この加熱の後、温度を 1400°C まで 1 分間で下げ、そのまま 10, 20, および 60 分間保持した。Figure 1(a)に本実験の加熱プロファイルを示す。得られた試料の表面形態を原子間力顕微鏡(AFM)により観察した。

3. 結果と考察

Figure 1(b)に、1600°C で加熱した試料の AFM 形状像および高さプロファイルを示す。ステップ高さが 5-8 nm、テラス幅が 2-3 μm であることから、基板表面でステップバンチングが起こったことが理解される。Figure 1(c), (d), および(e)に、(b)の条件で加熱した後、続けて 1400°C に降温して 10, 20, および 60 分間保持した試料の表面形態を示す。(c)では、SiC 表面が 6 nm 程度のステップと 1.0 nm のステップの 2 種類から構成されている。後者のステップ高さは 4H-SiC の格子定数 c と等しい。(d), (e)では高いステップがほとんど見られず、表面は 1.0 nm あるいは 1.5 nm の低いステップから構成されている。また、保持時間の増加に伴い、ステップがより直線的になる傾向が見られた。これらの結果は、1600°C で一旦バンチングを起こしたステップが、1400°C での加熱によってより低いステップの集団へと「ほどけた」ことを示唆している。当日は、SiC 表面のステップアンバンチング現象の条件と起源についても議論する。

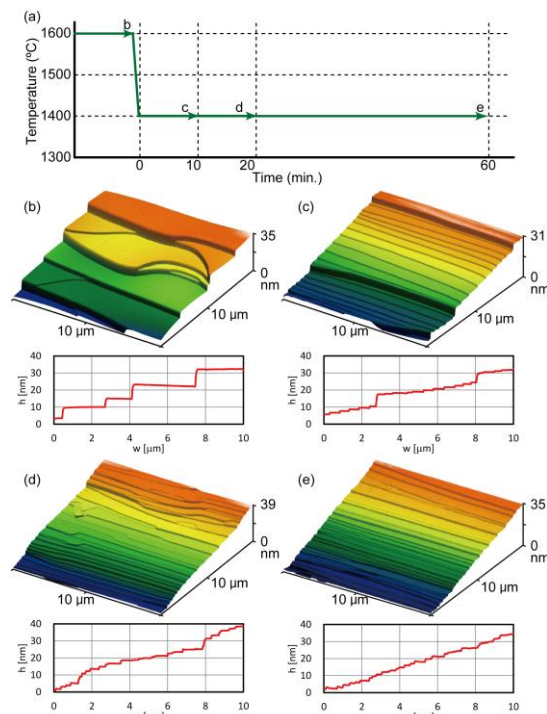


Figure 1 (a) Temperature profile of the process. (b), (c), (d), and (e) AFM topography images after the heating treatment shown in (a), with the corresponding height profiles.

[1] H. Watanabe and T. Hosoi, “Physics and Technology of Silicon Carbide Devices”, InTech, 2012.

[2] W. Norimatsu and M. Kusunoki, Phys. E **42**, 691 (2010).