

課題番号 : F-18-KT-0052
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 半導体および絶縁体のナノ構造評価
 Program Title(English) : Characterization of nanostructures in semiconductor and dielectrics
 利用者名(日本語) : キムウンホ、下間靖彦
 Username(English) : E. Kim, Y. Shimotsuma
 所属名(日本語) : 京都大学大学院工学研究科
 Affiliation(English) : Graduate School of Eng., Kyoto University
 キーワード/Keyword : SiC 結晶、ナノ構造、形状・形態観察、分析

1. 概要(Summary)

ワイドバンドギャップ半導体として有名な 4H-SiC は、Si の約 10 倍の絶縁破壊電界強度を持つため、高耐圧・低損失の次世代パワーデバイス材料として期待されている。一方で、モース硬度 9 以上とダイヤモンドに次いで硬い材料であり、難加工材料として知られている。特に、SiC インゴットからウェハを切り出すには、放電を併用したダイヤモンドワイヤーソーなどによって現在行われているが、加工速度が他の材料に比べて遅く(80 $\mu\text{m}/\text{min}$)、ワイヤー径に依存した切りしろ(約 220 μm)のため、スライス工程で結晶の約 30%が切り屑となって廃棄されることが問題となっている。100 μm 以下の切りしろでのスライス加工技術確立のため、超短パルスレーザーによるレーザー照射部の構造変化を詳細に評価する必要がある。そこで、磁気中性線放電ドライエッチング装置を用いて研磨加工後の SiC 結晶表面をドライエッチングし、AFM および SEM により評価した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

磁気中性線放電ドライエッチング装置

触針式段差計(CR)

【実験方法】

厚さ 430 μm の 4H-SiC 単結晶ウェハ(5 \times 5 mm)にフェムト秒レーザーを集光照射し、照射後の試料を光学顕微鏡等で評価した。実験に用いたレーザーパルスは、中心波長: 780 nm、繰り返し周波数: 1 kHz、パルス幅: 220 fs、スキャン速度: 100 μm のパルス光をビームスプリッタで2本に分け、片方その一方を 1 ps 間光学遅延させてダブルパルス列とした。集光に用いた対物レンズは 50 倍 NA 0.8 であった。ダブルパルス列の場合、パルスエネルギーは 1+1 μJ から 13+13 μJ まで変化させ、パルス幅は

220 fs で固定した。なお、レーザーの波長における SiC の屈折率が約 2.6 と高いため、焦点の深さ(260 μm)に対して液晶空間光変調器(SLM)を用いて球面収差を補正した。レーザー照射部は部分的にアモルファス化していることが TEM 観察により分かっているため[1]、結晶とアモルファス部でのエッチングレートの違いを利用して構造変化を評価した。エッチング条件は、O₂/SF₆ 30 sec とした。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 にドライエッチング後のレーザー照射部の FE-SEM による観察結果を示す。照射レーザーの偏光方向に平行にナノ周期構造が形成されていることがわかる。

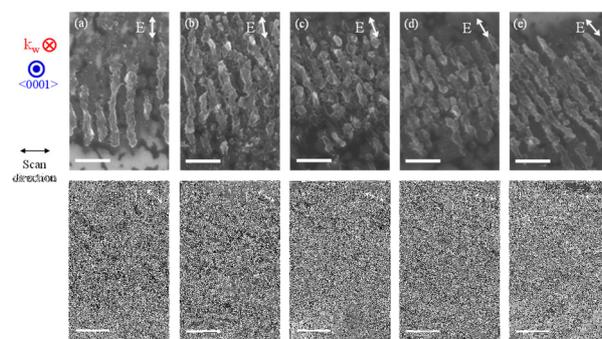


Fig. 1 FE-SEM observation of the SiC surface after dry etching. E shows the laser polarization direction.

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献

[1] E. Kim et al., Opt. Mater. Express, 7, 2450 (2017).

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

E. Kim, Y. Shimotsuma, M. Sakakura, and K. Miura, *J. Superhard Mater.*, in press (2018).

6. 関連特許(Patent) なし。