

フェムト秒レーザー照射による SiC 表面周期構造形成メカニズム

The formation mechanism of SiC periodic structure by femtosecond laser irradiation

○広瀬 雄治、江龍 修(名工大)

○Yuji Hirose、Osamu Eryu (Nagoya Institute of Technology)

E-mail:y.hirose.508@stn.nitech.ac.jp

[はじめに]

固体表面にナノスケールの微細構造を形成することで、ディスプレイの反射防止や摩擦の低減、撥水作用、抗菌・殺菌作用など表面の機能化が可能となる事が知られている。

単結晶の SiC は化学的に安定であり、ダイヤモンドと炭化ホウ素に次いで地上で 3 番目に硬い物質である。この特徴を生かし、ナノプロセッシング法の 1 つであるナノインプリントの型として有用である。そこで、本研究はフェムト秒レーザーによる非線形吸収を利用した非熱加工を施すことにより難加工材料である SiC の表面上に自在にナノ構造を形成する手法を提案する。

半導体表面に加工閾値近傍のフルエンスでフェムト秒レーザーを照射すると、レーザー波長と照射角度によって微細周期構造が自己組織的に形成されることが報告されている。この周期構造の形成メカニズムは入射光、固体表面からの散乱光、表面電磁波との干渉による説が提唱されている。いずれの説の提唱においても、照射パルス数を議論したものは少ない。そこで、高速に移動するステージを用いて照射パルス数を変化させ、表面構造が形成されるメカニズムについて検討したので報告する。

[実験方法]

基板は 1cm 角の n 型 4H-SiC (0001)Si 面 on 面 (化学機械研磨 CMP 加工、 $N_D-N_A \approx 7 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$) を使用した。基板は使用前後にアセトン、フッ化水素酸、2-プロパノールを用いて超音波洗浄した。フェムト秒レーザー発振器は、IMRA America 社製の FCPA μ jewel D-10K (波長 1045nm、パルス幅 450fs、平均光強度 1W、繰り返し周波数 100kHz、フルエンス 0.799J/cm^2) を用いた。f=150mm の凸レンズを用いて集光し垂直に入射させた。ターンテーブルによって半径 105mm の位置で 0.01m/s ~ 4m/s の速度で回転させ SiC 基板表面で高速スキャンした。

[実験結果]

図に照射パルス数を変化させた際に形成された異なる周期構造 SEM 像を示す。

これらの周期構造はすべて偏光方向に直行して形成されていることが解る。1shot の照射部では周期構造が見られず、平坦な照射痕が確認できる。100shot と 3000shot 以上の照射部では周期構造のピッチは約 $1 \mu\text{m}$ と 100~200nm となった。前者は波長 $1.045 \mu\text{m}$ とよく一致したが、後者は波長の 1/5 ~ 1/10 と非常に微細な構造となった。現在提唱されている説では、照射部のエネルギー密度が低いほどピッチがレーザー波長以下で形成されるとされ、今回の実験結果と形成メカニズムが異なる。今後は照射条件を変化させショット数が構造変化に及ぼす影響を精査する。

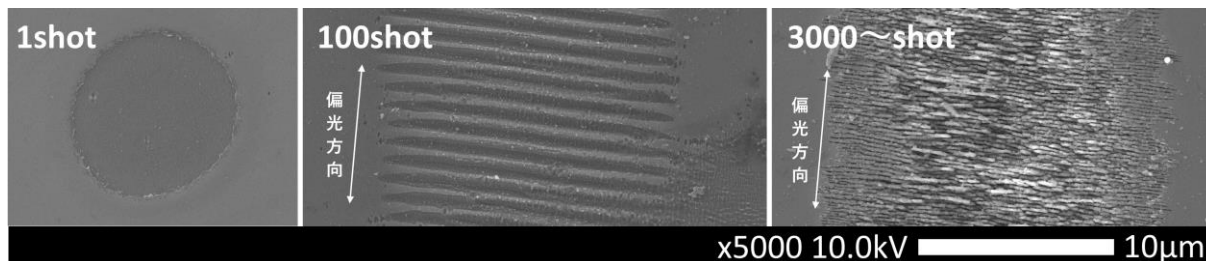


図 照射パルス数変化に伴う SiC 基板表面構造変化の走査型電子顕微鏡像

【謝辞】 フェムト秒レーザーを用いた実験を行う機会を与えて頂いた IMRA America 社に感謝申し上げます