

課題番号 : F-17-NU-0038  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : ダイヤモンドのレーザ内部変質加工  
Program Title (English) : Laser internal processing in bulk diamond  
利用者名(日本語) : 比田井洋史, 平井はるな, 徳永大二郎  
Username (English) : H. Hidai, H. Hirai, D. Tokunaga  
所属名(日本語) : 千葉大学工学研究院  
Affiliation (English) : Graduate School of Eng., Chiba University  
キーワード/keyword : 膜加工・エッチング, ダイヤモンド, フェムト秒レーザ

## 1. 概要(Summary)

ダイヤモンドは硬度や化学的安定性, 熱伝導率に優れ, 工具材料や光学部品材料として用いられる。しかし, ダイヤモンドは高価であり, 切りしろによる材料のロスを抑えて加工する必要がある。近年のダイヤモンド加工の研究として, ダイヤモンド内部にフェムト秒レーザを集光することで, ダイヤモンドがグラファイト化する報告がある<sup>(1)</sup>。一方, イオン注入によりダイヤモンド内部をグラファイト化し, エッチングすることでグラファイトを溶解し, 分離できる<sup>(2)</sup>。しかし, イオン注入は表面の極浅い領域にとどまり, 高アスペクト比切断への応用は困難である。そこで本研究では, フェムト秒レーザによるダイヤモンド内部のグラファイト変質生成現象を応用した, 切りしろの少ないダイヤモンドの加工を提案する。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

フェムト秒レーザー加工分析システム

### 【実験方法】

高温高压ダイヤモンドの(211)面試料(1 mm×1 mm×3 mm)および(100)面試料(1.2 mm×2.6 mm×2.8 mm)に対し, フェムト秒レーザによる内部加工を行った。集光レンズには NA = 0.5 の短焦点レンズを用いた。フェムト秒レーザから照射されたレーザ光を, ポッケルセルで出力調整した後, 対物レンズを用いて集光し, 電動ステージ上のダイヤモンド内部に照射した。レーザ焦点はレーザの光軸方向に奥から手前へ向かって直線状に走査する操作を, 等間隔で複数回繰り返して, 面状の変質を形成した。このような走査経路をとるのは, 間隔をあけて変質を生成しない場合, 加工点より手前にグラファイト変質が生成されるため, レーザ光が遮られ内部加工現象が起こらないこと, また光軸方向にレーザを走査すると, グラファイト変質の走査経路に沿った進展が起こりやすくなることが理由である。走査する線の間隔は, 線状のグラファイト変質を観察するため, 線同士がオーバーラップしない幅 20 μm に設定した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

グラファイト変質層をレーザで形成するにあたり, 結晶方位が変質に及ぼす影響を検討した。Fig.1 に, 結晶面の異なる試料に対して加工を行ったダイヤモンド試料の透過光学顕微鏡写真を示す。(211)面に対しレーザを照射した試料を Fig.1 (a), (100)面に対しレーザを照射した

試料を Fig.1 (b)に示す。(211)面に対し照射した Fig.1 (a)では, レーザの走査方向に沿って, グラファイト変質が直線状に生成されている。(100)面に対しレーザを照射した Fig.1 (b)では, 試料表面付近でレーザ走査方向とは異なる方向に変質が生成されている。

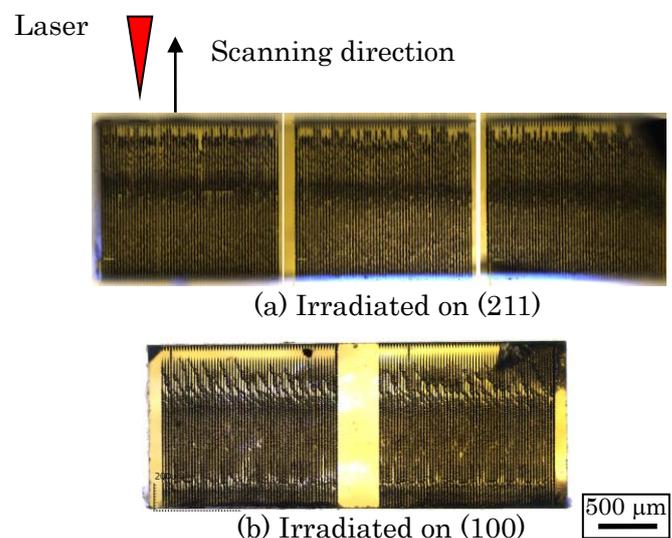


Fig. 1 Laser processed area in bulk diamond (Pulse energy = 2 μJ/pulse, Scanning speed = 6400 μm/s, Laser beam is irradiated perpendicular to (a) (211) plane and (b) (100) plane.

## 4. その他・特記事項(Others)

### ・参考文献

- 1) Richard D. Simmonds *et al.* Three dimensional laser microfabrication in diamond using a dual adaptive optics system, *Opt. Express*, **19**, 24 (2011) 24122.
- 2) 空野由明, ダイヤモンドの表面層又は成長層の分離方法 WO2008029736 (2010)

### 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- 1) H. Hidai *et al.*, Processing of diamond by laser-induced graphitization and selective chemical etching, 2017 The 3rd International Conference on Inventions, 平成 29 年 9 月 30 日.

### 6. 関連特許(Patent)

なし。