

課題番号 : F-16-NU-0112
 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
 Username (English) : H. Hidai, H. Hirai
 所属名(日本語) : 千葉大学大学院工学研究科
 Affiliation (English) : Graduate School of Engineering, Chiba University

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⁽¹⁾。このグラファイト層を溶解⁽²⁾できれば, ダイヤモンドの分離が期待できる。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検討する。

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】

1mm×1mm×3mm の高温高压ダイヤモンドに対し, 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 = 0.4 ~ 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, 加工点より手前にグラファイト変質がある場合, 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が入射し続けると, 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である。走査する線の間隔は, 線状のグラファイト変質がオーバーラップするよう, 幅 5 μ m 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, 適切な加工パラメータの検討を行った。Fig.1 に, NA 値の異なる集光レンズを用いて加工を行ったダイヤモンド試料の, 加工中の透過光学顕微鏡写真を示す。Fig.1 (a)は NA = 0.4, Fig.1 (b)は NA = 0.5 のレンズを用いた加工である。NA = 0.4 のレンズを用いた Fig.1 (a)では, レーザの走査方向に沿って, 図中に点線で示した部分に未変質のダイヤモンドが存在し, グラファイト変質は光軸方向への進展に伴い分散している。集光率の高い NA = 0.5 のレンズを

用いた Fig.1(b)では, 光軸方向にレーザ走査を行った際に, 指向性の高い集束した線状の変質が進展し, 均一なグラファイト変質層が形成され, 未変質のダイヤモンドは少ない。

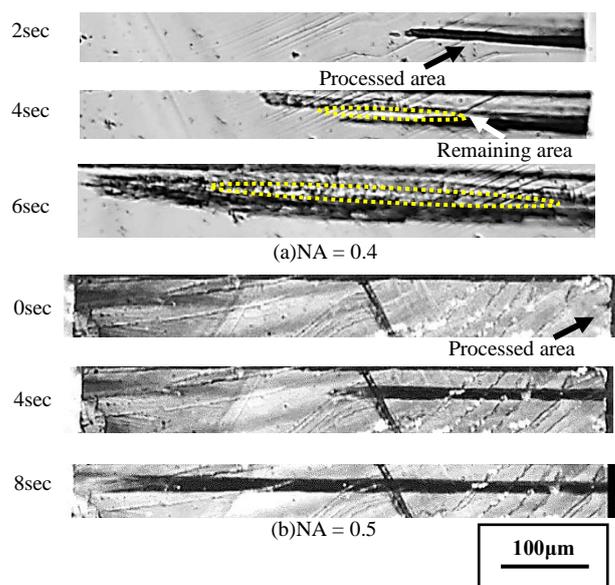


Fig. 1 Laser processed area in bulk diamond
 (Pulse energy = 6 μ J/pulse, Scanning rate = 100 μ m/s,
 Laser beam is irradiated perpendicular to (2,1,1)plane)

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, Optics Express, 19, 24, (2011) 24122-24128
- 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)

ダイヤモンドのレーザ内部加工, 精密工学会 2017 年度春期大会, 平成 28 年 3 月 14 日.

6. 関連特許(Patent)

なし.