

集束イオンビームによるダイヤモンド切削工具の表面改質とその応用

加工技術課 川堰宣隆

1. はじめに

集束イオンビーム (FIB) 照射した単結晶ダイヤモンドの結晶構造の変化を明らかにするため、照射部のレーザラマン分光分析を行った。その過程で、FIB 照射した単結晶ダイヤモンドに波長 266 nm の微弱な紫外線レーザを照射すると、FIB 照射部のみが選択的に加工されることを見出した。これを応用することで、高能率、高精細なダイヤモンドのパターニングが可能になると考える。

本研究ではこの現象を工具へのテクスチャ作製等へと応用するため、各種条件依存性について検討した。これより、本加工技術の有用性について検証した。

2. Ga 除去処理の効果

図 1(a)は、10 mC/cm² で FIB 照射後、紫外線レーザ照射した試料の AFM 観察像である。レーザ照射部で明確な除去加工は行われず、デブリが生じることがわかる (図中、a 部)。同図(b)は、Ga 除去処理¹⁾を適用後に、レーザ照射した試料の AFM 観察像である。加工部でデブリは生じず、除去加工が行われた。前者の場合、FIB 照射時に残留した Ga が主因となって、デブリが生じる。Ga 除去処理を適用することでその影響を受けず、デブリのない加工が可能であることがわかった。

3. レーザ照射時間による変化

図 2 は、レーザ照射時間に対する照射部深さおよび *in situ* ラマン測定によるダイヤモンドのピーク強度の変化である。10 mC/cm² で FIB 照射および Ga 除去処理後、レーザを照射した。レーザ照射初期の段階で深さは急増し、加工時間 500 s で深さは 65 nm となった。照射時間がそれ以上になると増加量は小さくなり、加工時間 3000 s で深さは 83 nm に達した。照射部最表面付近では、FIB 照射による結晶性の変化が大きく、加工速度が大きい。加工が進行すると結晶性の変化が小さな領域となり、加工速度が低下したと考える。また照射時間 3000 s の加工面を観察した結果、照射部は平滑となり、非加工面と同様の粗さとなった。この条件では非ダイヤモンド相が完全に除去され、レーザ加工が停止したといえる。一方、ダイヤモンドのピーク強度は、深さと同様な増加傾向を示した。本実験条件下においてピーク強度は、主に非ダイヤモンド相の厚さを示しており、加工の進行し、薄くなる

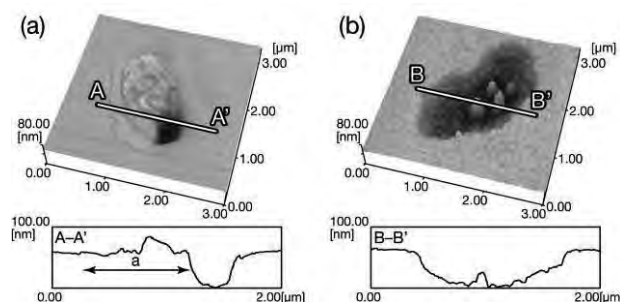


Fig. 1 AFM image of diamond surface irradiated by DUV laser. The FIB-irradiated diamond surface (a) without and (b) with the Ga removal step was irradiated by a DUV laser for 800 s

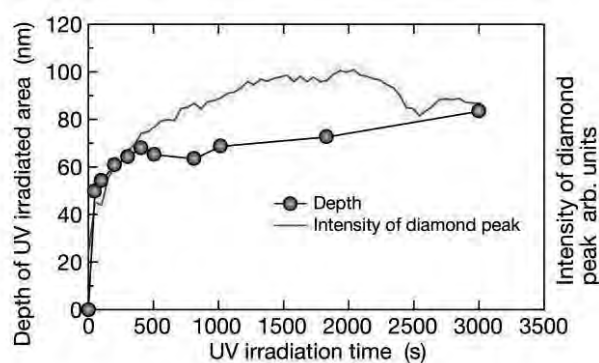


Fig. 2 Changes in depth of laser-irradiated area and diamond peak plotted as a function of DUV laser irradiation time.

ことで、その下部のダイヤモンド相の強度が強く検出されたと考える。また加工深さは、熱処理によるエッチング深さと比較して大きい。レーザ照射では局所的により高い温度で非ダイヤモンド相の酸化を促すことが可能であり、これによって結晶欠陥密度のより低い領域まで加工できたと考える。

4. おわりに

本研究では、FIB 照射と紫外線レーザを併用したテクスチャの作製について検討した。これより、本手法を応用することで、より深いテクスチャを高能率で作製できることを明らかにした。

本研究は、工作機械技術振興財団試験研究助成 A を受けて行われたことを記して、御礼申し上げます。

参考文献

- 1) N. Kawasegi et al.: Prec. Eng. 38 (2014) 174.