

集束イオンビームによるダイヤモンドの表面改質を応用した精密加工用工具の開発と応用

加工技術課 川堰宣隆

1. はじめに

近年、機械加工による超精密切削の必要性が高まっている。超精密切削加工では、精度や耐摩耗性の点で優れた単結晶ダイヤモンド工具が多用される。更なる加工精度の向上のためには、工具自身の高機能化が必要である。

本研究では、高精度な微細加工が可能な集束イオンビーム (FIB) に着目し、これを応用した超精密加工用工具を作製することを目的とする。実験を行う過程で、FIB 照射した単結晶ダイヤモンドを熱処理すると、照射部の結晶構造が変化する、または照射部が選択的にエッチングされることを見出した^{1),2)}。本報では、この現象を応用して、単結晶ダイヤモンド工具の高機能化を試みた。

2. 熱処理による FIB 照射部の変化

FIB 照射したダイヤモンド工具の高機能化のため、2種類の方法による改質を試みた。一方は、FIB 照射後、アルミ蒸着、真空中で熱処理することで形成されるダイヤモンドの改質層¹⁾である。他方は、FIB 照射後、空气中で熱処理することで形成される、凹形状²⁾である。これらの改質層を単結晶ダイヤモンド工具のすくい面にテクスチャ状に配置し、その効果について検討した。

図 1(a)は、前者の手法で改質したダイヤモンドの垂直走査型低コヒーレンス干渉法により測定した形状である。FIB 照射部に、微小な隆起が生じた。レーザラマン分光分析により、グラファイト状の組織が強く検出され、結晶構造が改質されていることがわかる。これによって、固体潤滑剤としての作用が期待できる。また、アルミニウムの蒸着によって Ga は除去されていた¹⁾。同図(b)は、後者の手法で改質したダイヤモンド工具である。空气中で熱処理することで影響層が選択的にエッチングされ、深さ 41 nm の凹形状が形成されていることがわかる。

3. 加工実験

超精密切削加工機 (ファナック (株) 製 ROBONANO α -0iB) のシャトル機能を用い、上記の工具を用いた NiP の高速引き切り加工を行った図 2 は、各工具を用いて加工した時の切削抵抗である。図 1(a)の工具を用いた場合、摩擦係数と切削抵抗は微減した。一方、図 1(b)の工具を用いた場合、摩擦係数は小さくなり、切削抵抗は減少した。テクスチャの作製によって接触面積の減少による効

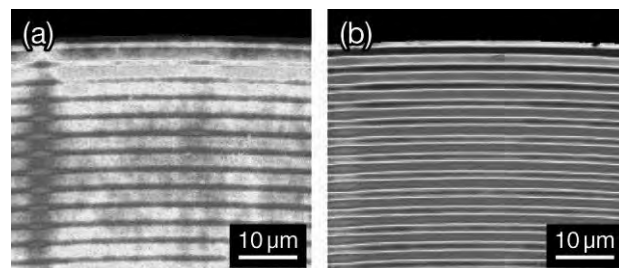


Fig. 1 Coherence scanning interferometry image of rake face of single crystal diamond tool functionalized by a focused ion beam irradiation and heat treatment. (a) Ion irradiated area after aluminum deposition and heat treatment in vacuum. (b) Ion irradiated area after heat treatment in air.

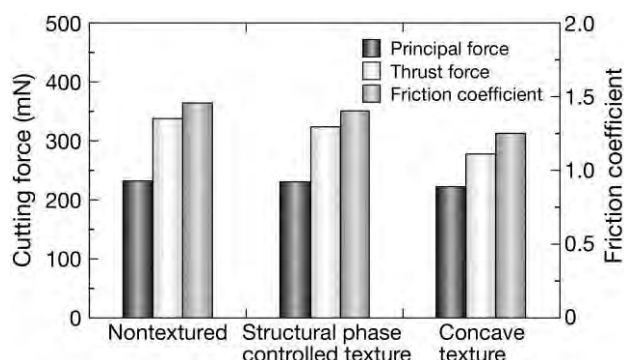


Fig. 2 Comparison of cutting forces and friction coefficient machined by various surface improved diamond tools.

果が現れ、摩擦係数が小さくなったと考える。すなわち、本実験条件下では、凹状のテクスチャを適用することで、加工特性をより改善できることがわかった。

4. おわりに

本研究では FIB 照射を利用した、ダイヤモンド工具の加工特性の改善について検討した。これより、工具すくい面に凹状のテクスチャを作製することで、その加工特性を改善できることがわかった。実験にご協力頂いた、千葉大学 森田昇教授、工学院大学 西村一仁教授、秋田大学 山口誠准教授、レニショー (株) 神津知巳氏、富山大学 尾崎一馬氏に御礼申し上げます。

参考文献

- 1) N. Kawasegi et al.: *Prec. Eng.*, **38** (2014) 174.
- 2) N. Kawasegi et al.: *Diam. Relate. Mater.*, **49** (2014) 14.