

炭素固溶反応を用いた高速かつ異方性ダイヤモンド(100)エッチング

High-rate anisotropic diamond (100) etching using carbon solid solution reaction

金沢大学大学院 ○長井 雅嗣, 松本 翼, 徳田 規夫, 猪熊 孝夫

Grad. School of Natural Sci. & Technol., Kanazawa Univ.

Masatsugu Nagai, Tsubasa Matsumoto, Norio Tokuda, Takao Inokuma

E-mail: masatsumuri@gmail.com

【はじめに】

ダイヤモンドの優れた物性を生かし、ダイヤモンドパワーデバイスを実現するにはダイヤモンドのダメージフリーかつ高速・深堀エッチングが必要である。現在主に用いられているプラズマによるダイヤモンドエッチングプロセスにはダイヤモンド表面近傍にダメージを与え、デバイス特性の劣化につながることや、低速 (0.33-0.34 $\mu\text{m}/\text{min}$) であるという問題がある^[1]。そこで我々は、金属の炭素固溶反応に注目し、高性能なダイヤモンドデバイス作製のためのダメージフリーかつ高速なダイヤモンドエッチング法の開発に取り組んだ。金属の中でも高い炭素固溶度と炭化物を形成しにくい性質をもつ Ni を用いることで、プラズマを用いない新規の革新的なダイヤモンドエッチング法を実現した。

【実験方法】

まず、単結晶ダイヤモンド(100)基板に真空蒸着法により Ni 膜を堆積させた。次に、窒素ガスを水に通すことで得た雰囲気ウェットアニールを行った(温度:1000°C 時間: 5、10、15 min)。ウェットアニールでは高温の水分子がダイヤモンドと直接反応することがなく Ni の一部のみを酸化する。生じた酸化 Ni と Ni に固溶された炭素の酸化還元反応により炭素は気体となり排出される。故に、固溶限に至らず、固溶反応が持続する。このようなメカニズムにより Ni 堆積部分の選択的かつ継続的なエッチングを期待した。最後に、熱混酸処理により堆積膜を除去した。その後、レーザー顕微鏡によりエッチング深さの測定を行った。

【結果と考察】

1000°Cにおける処理時間とエッチング深さをプロットし、その近似直線の傾きから、エッチングレートは 7.82 $\mu\text{m}/\text{min}$ であると見積もられた。これは、先述したプラズマエッチングの 23 倍以上のエッチングレートであり、現在報告されている他のエッチングプロセスに比べ遥かに高速であった。Fig.1 には処理時間 5 分で実験を行った場合の被エッチング部分の像とその直線部分に対応する高さのプロファイルを示す。図 1 から、被

エッチング部分の底面と側面の成す角は約 54.7° であり、{100} と {111} が成す角と一致していることが分かった。このことから、エッチング方向の優先度が (100) \gg (111) の異方性を有することが確認できた。このエッチングは KOH 溶液による Si の異方性エッチングに類似していた。

【まとめ】

Ni の炭素固溶反応と酸化還元反応を用いたダイヤモンド(100)エッチングプロセスは非常に高速なエッチングを可能とし、Fig.2 のようにダイヤモンド基板(約 300 μm)の貫通することも容易である。また、先述したように KOH 溶液での Si エッチングのような異方性を有することから、そのプロセスを用いて作製される Si デバイスの構造をダイヤモンドデバイスに応用できる可能性がある。これらのことから、本エッチングプロセスは革新的な縦型ダイヤモンドパワーデバイスの作製において極めて有用であると考えられる。

【謝辞】

本研究の一部は金沢大学先魁プロジェクトの助成を受けて行われた。

【参考文献】

[1] T. Yamada et al., *Diamond & Related Materials* 16(2007) 996-999.

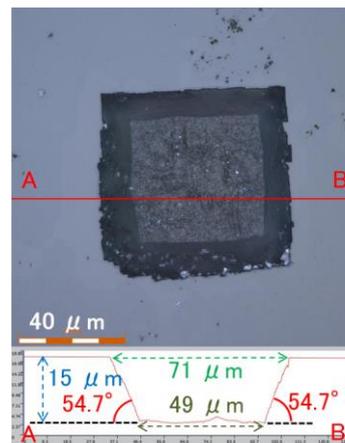


Fig.1. The LM image of the etched surface of the diamond (100) substrate and its cross sectional image corresponding to the red line.

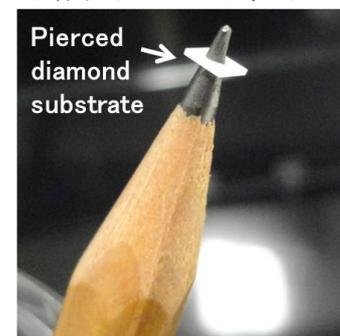


Fig.2. The photograph of the diamond (100) substrate pierced through the etching process.