

高温高压合成ナノ多結晶ダイヤモンドの基礎物性評価

Investigations on the properties of nano-polycrystalline diamond synthesized by
high pressure and high temperature technique

石川晃啓¹、濱田幸佑¹、石川史太郎¹、松下正史¹、大藤弘明²、新名亨²、入船徹男²
(愛媛大学院理工¹、愛媛大 GRC²)

Akihiro Ishikawa¹, Kosuke Hamada¹, Fumitaro Ishikawa¹, Masashi Matsushita¹,
Hiroaki Ohfuji², Toru Shinmei², Tetsuo Irihune² (Ehime Univ^{1,2})

E-mail: c845003h@mails.cc.ehime-u.ac.jp

【はじめに】ダイヤモンドは物質中で最高の熱伝導度に加え、高い硬度、透明性、絶縁破壊電界電圧・移動度などの優れた半導体としての物性を併せ持つ。現在省エネルギー素子として大きく期待される電力変換パワー半導体デバイスは、家電から各種輸送機器に至るまで、その材料が従来の Si からより高性能な SiC や GaN へと置き換えられている。この中であってダイヤモンドは、さらに将来の高性能パワーデバイスを実現する一つの候補として期待されている。愛媛大学では、従来高温・高圧下でのダイヤモンド合成に取り組んでおり、近年は、世界最高級の超高压発生装置により、通常のダイヤモンドよりも高硬度な、ナノ多結晶ダイヤモンド（ヒメダイヤ）の合成や、その高品質化・大型化に成功している。本研究はこのナノ多結晶ダイヤモンドの半導体応用材料としての展望を調べるため、その基礎物性を評価した結果について報告する。

【実験方法・結果】ダイヤモンドの合成はキュービック型超高压発生装置を用い、出発物質のグラファイトに対して 15GPa、2300℃の圧力、温度を与えて行った。意図的な不純物導入は行っていない。合成されたダイヤに対して、SIMS 測定、I-V および van der Pauw 法によるホール測定による電気特性評価、室温カソードルミネッセンスによる光学特性評価を行った。

SIMS 測定より、H、N、O が $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以上、B が $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 程度含まれていることが確認された。Fig. 1 に示すように、400℃の条件下では良好なオーミック特性が得られた。抵抗率は同温度でおよそ $1 \times 10^6 \Omega \text{ cm}$ 、キャリア極性は p 型、移動度は $0.6 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ であった。Fig. 2 に示すように室温カソードルミネッセンス測定からは欠陥に起因する A-band と思われる強い発光と、N-V センターに起因すると思われる発光など、欠陥由来の発光が複数観測された。また、バンド端からの発光は観測されなかった。

SIMS から確認された不純物は、出発物質及び合成条件起因で導入された不純物であると考えられ、今後導入量の制御についても検討していく予定である。特に N や B、粒界に起因するであろう H は電気および光学特性に影響を与えるものと考えられる。従って、今後不純物濃度と各種物性との相関について検討し、それらの制御に発展させていきたい。

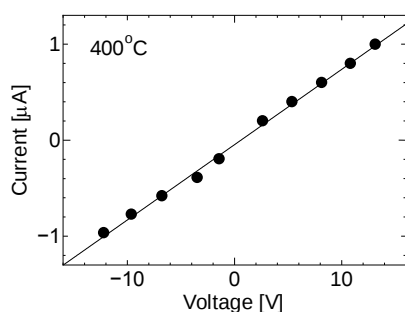


Fig. 1 I-V characteristics measured at 400°C. The line is a linear fit for the experimental data.

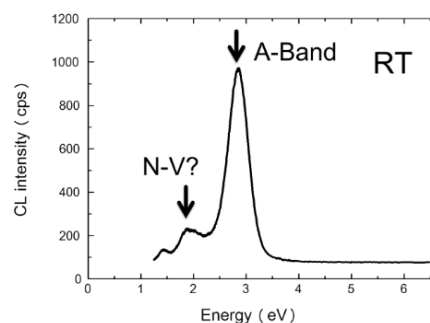


Fig. 2 Cathodoluminescence spectrum.