

## 多結晶ダイヤモンド表面の粒内および粒界の局所電気状態評価

## Localized electrical properties from defects in

## crystal grain and grain boundary of polycrystalline diamond surface

奈良先端大<sup>○</sup>(M2)吉井 大陸、藤井 菜美、唐木 裕馬、石河 泰明、浦岡 行治Nara Inst. of Sci. and Tech.,<sup>○</sup>Daichi Yoshii, Mami N. Fujii, Yuma Karaki,

Yasuaki Ishikawa, and Yukiharu Uraoka

E-mail: f-mami@ms.naist.jp

**【緒言】**近年、高性能なパワーデバイス応用を目指したダイヤモンド半導体研究の取り組みが進んでいる。元来絶縁体であるダイヤモンドを半導体として利用するためにはボロン、リン等のドーピング、以外に水素終端という手法がある。ダイヤモンドは水素プラズマまたは水素アニールによって表面を水素で終端することにより p 型の導電性を得る特有の性質を持ち、この性質を利用したダイヤモンドデバイスの試作もされている。しかし、半導体デバイス利用に肝要である水素終端ダイヤモンドの電氣的欠陥の欠陥準位密度やその分布の定量的評価がなされていない。そこで本研究では、原子間力顕微鏡(AFM)を活用して、単結晶ダイヤモンドよりも低コストである多結晶ダイヤモンド基板の粒内および粒界に焦点を当てた電氣的な表面欠陥状態の把握を目指す。

**【実験】**本研究の測定基板は Diamond Materials GmbH の多結晶ダイヤモンド(寸法:3mm×3mm, 厚さ:0.33mm)を用いた。同基板にアリオス社製ダイヤモンドCVD装置によって500nm前後のダイヤモンドを成長させた。水素終端は前述したダイヤモンドCVD装置を用いて、水素プラズマにより行った。ダイヤモンド基板の表面の状態の測定には、AFM(島津製作所製 SPM-9600)の Conductive-AFM(C-AFM)モード等を用い、水素終端ダイヤモンド表面の分析を行った。装置の電流測定精度は10 pAであり、スキャン方向は得られる像に対して左から右方向である。カンチレバーには、曲率半径25 nmのPt/IrコーティングSiカンチレバーを使用した。また、C-AFM測定と同時に得られるAFM像を基に段差が大きい箇所または極端な谷になっている箇所を粒界とし、粒界に囲まれた箇所を粒内とした。測定後、C-AFM電流像を基に粒内で電流が流れることが確認された箇所連続5回の電流電圧(I-V)測定を-3Vから3Vに掃引して行った。I-V測定は複数の粒内で行った。

**【結果および考察】**水素終端後の多結晶ダイヤモンドをC-AFMモードで測定したものがFigure 1である。Figure 1の(a)は電流像と同時に得られる表面凹凸像である。凹凸像では粒界と粒内を明確に確認することが可能であり、粒界部を分かり易くするため黄色の破線で示した。次に(b)はC-AFMによる電流像である。凹凸像と電流像を比較すると、粒界部に導電箇所が集中していることが今回の測定では明らかになった。また、粒内にも電流スポットが点在しており、I-V測定からその電氣的性質を確認した。Figure 1(b)の記号はI-V測定を行ったスポットを示している。各スポットで連続5回のI-V測定を行い、各スポットの一回目の結果をプロットしたものが(c)である。各スポット一回目の測定結果ではオーミック傾向が多く見られたが、異なる挙動も示した。このことから、結晶粒内での電流スポットにはいくつかの電氣的欠陥が存在する可能性が示唆された。また、連続5回のI-V測定を各スポットで行った結果、I-V特性が変化することが確認された。Figure 1(d)はI-V特性変化が見られたスポットの一つであるスポットAの5回連続測定の結果である。スポットAの電流像では電気が流れたことを確認していたが、一回目のI-V測定ではほとんど電流が流れていなかった。しかし、2回目以降のI-V特性は大きく変化した。オーミック状のI-V特性を示し、2回目、4回目、5回目では負バイアスでの応答が異なることを確認できた。このような挙動はスポットB、E、Fでも見られた。また、スポットDはオーミックライクのまま5回のI-V測定では変化が見られず、残りのスポットC、Gでは電流値は0付近のままでI-V特性の変化は確認できなかった。以上から多結晶ダイヤモンド粒内には複数の電氣的状態を持つ欠陥が存在し、この電氣的欠陥は複数回のバイアス印加で変化することが確認された。

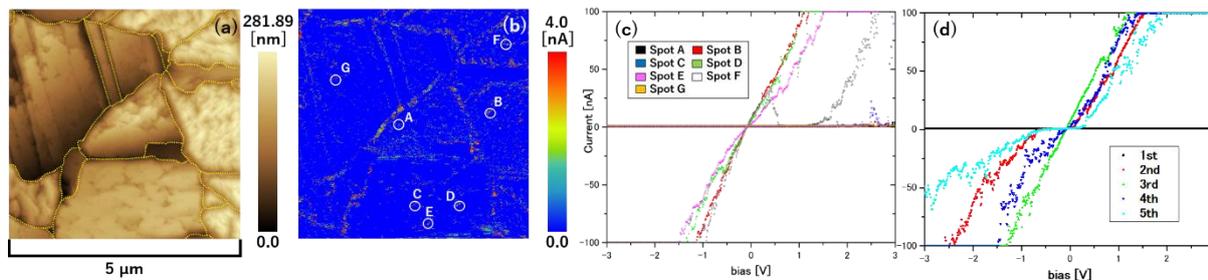


Figure 1: (a)AFM image (b) C-AFM current image (c)I-V measurement first result (d)Spot A continuous measurement result of 5 times