



ダイヤモンド単結晶の転位観察

花田 賢志

(公財)科学技術交流財団

キーワード : ダイヤモンド, トポグラフィ

1. 背景と研究目的

ダイヤモンドはエレクトロニクスデバイス材料としての応用が期待されており、大型ウェハ開発が進んでいるが、大型化に伴いデバイス特性の劣化を引き起こす結晶欠陥の密度が増加する。結晶成長中のタンクステン原子をドープすることにより、貫通転位の伝搬を抑制する金属援用終端（Metal-assisted termination: MAT）法が産総研から提案されている¹。MAT法は面積制約がなく、数 μm 厚の結晶成長で転位伝搬を抑制できる。MAT法を用いて作製したショットキーバリアダイオードは、リーク電流の抑制と耐圧向上が確認された。一方、金属原子と転位の相互作用やメカニズムは解明されておらず、それらの解明は学術的・工学的に重要であると考えられる。

本実験では、X線トポグラフィ測定により、MAT法を用いて成長させたダイヤモンド結晶表面付近の結晶欠陥を観察することを目的として実験を行った。

2. 実験内容

ダイヤモンド単結晶材料は、高温高圧 (HPHT) 法により作製したダイヤモンド単結晶基板に、化学気相成長 (CVD) 法によりタンクステン金属を添加しつつエピタキシャル成長させた。結晶表面は001面である。ダイヤモンド単結晶試料の結晶欠陥の観察を行うためにX線トポグラフィ測定および歪み測定を行うために、試料の結晶方位に注意ながら試料台座の上に設置した。検出器は、X線フィルム (AGFA社のD2フィルム) を使用した。結晶表面から5 μm 程度深さの結晶欠陥を観察するために、回折結晶面は(220)とし、X線エネルギー6.735 keVのX線を用いて検出器とX線の成す角 2θ は94度、結晶表面とX線の成す角 ω は0.216度で、X線トポグラフィ測定を行った。実験条件を以下に示す。

条件 No.	X線エネルギー [eV]	2θ [deg.]	ω [deg.]	X線侵入深さ [μm]
1.	6.735	94	0.216	5

3. 結果および考察

X線侵入深さの異なる条件でダイヤモンド単結晶試料のトポグラフィ測定を行い、表面から5 μm 深さのX線トポグラフィ観察した。回折X線が弱く結晶の一部しか観察することはできなかったが、トポグラフィ像の中に多数の貫通転位と考えられるコントラストが観察された。

4. 参考文献

- Shinya Ohmagari, et al., Appl. Phys. Lett. 113, 032108 (2018).