

Title	カソードルミネッセンスによるダイヤモンド中の欠陥評価及び工具用材料選別への応用に関する研究
Author(s)	西村, 一仁
Citation	大阪大学, 1996, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/39626">https://hdl.handle.net/11094/39626</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	にしむらかづひと 西村一仁
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 12597 号
学位授与年月日	平成8年3月28日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文名	カソードルミネッセンスによるダイヤモンド中の欠陥評価及び工具用材料選別への応用に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 平木 昭夫 教授 白藤 純嗣 教授 青木 亮三 教授 佐々木孝友

#### 論文内容の要旨

本論文は、ダイヤモンドを最先端産業の素材として活用する際に、その機能が十分に活され、信頼性の高い工業材料として受け入れられるよう、結晶性の評価手法の開発及びその応用に関する研究の成果をまとめたものである。ダイヤモンド結晶の評価方法としてカソードルミネッセンス測定装置を開発し、結晶欠陥と機械強度、光物性等の評価とその応用に関する研究成果をまとめたもので7章から構成されている。

第1章では、ダイヤモンド産業の歴史とダイヤモンドの工業的用途を述べ、ダイヤモンド産業発展のための課題を示し、ダイヤモンドが先端技術分野で機能材料として期待される現状を説明し、本研究の目的と意義について述べている。

第2章では、ダイヤモンドの評価手法としてカソードルミネッセンスと電子スピン共鳴について、その原理と測定方法を示し、結晶欠陥とカソードルミネッセンスとの相関について赤外吸収の結果と関連させて議論し、欠陥の同定方法を述べている。

第3章では、ダイヤモンド結晶中の欠陥を明瞭に観察するために開発したカラー・カソードルミネッセンス装置の構造とこの装置により観察された各種ダイヤモンド結晶の測定結果を述べている。

第4章では、ダイヤモンドの内在欠陥が微小破壊に及ぼす影響を示し、超精密切削工具切刃の欠けが結晶欠陥と対応することを示し、工具材料としてのダイヤモンド原石の選別方法を提案している。

第5章では、上記方法により選別した超精密切削工具の形状精度を示しその加工特性を述べている。又、イオンビーム加工により微細形状加工を可能にすると共に、機械研磨と同等の切削特性が得られる処理方法を提案している。

第6章では、気相合成ダイヤモンドの合成条件、不純物のドーピングについてカソードルミネッセンスによる評価結果を示し、機能材料としてのダイヤモンドの評価方法としてカソードルミネッセンスが有効であることを述べている。

第7章では、本研究によって得られた主な結果をまとめて総括している。

#### 論文審査の結果の要旨

ダイヤモンドは、優れた特性により先端産業の素材として活用されることが期待されている。ダイヤモンドを信頼

性の高い工業材料として使用できるようにすることが最先端技術の発展であり、産業の拡充につながる。しかし、これまでのダイヤモンドの利用は、試行錯誤に基づくことが多く、ダイヤモンドの機能が十分に活用されない場合や、ダイヤモンドの利用の機械そのものも限定されていた。

本研究は、工業材料としてのダイヤモンドの信頼性向上のため、カソードルミネッセンスを評価方法として用い、超精密切削加工用ダイヤモンド原石の選別、ダイヤモンドの電子材料化へ向けての基礎研究をしたものである。その主な成果を要約すると次のとおりである。

- (1) カソードルミネッセンスにより天然 Ia 型ダイヤモンド結晶を観察し、IIa 型に似た組織のところを切刃となるようにトリミングすると切刃上に生じやすい微小な欠けの発生が少なくなることを見出し、この知見が安定した切削加工が行える超精密切削工具の製造を可能にすることを示している。
- (2) カソードルミネッセンスにより選別したダイヤモンド原石において、総型切削工具の輪郭形状を、掬面を {100} 面、切刃の方向を {110} 方向とすると輪郭精度が向上し、円弧輪郭形状の加工では、50nm の輪郭精度の切削工具の製造が可能となることを示している。
- (3) ダイヤモンド工具で異常磨耗が発生するところは、プラズマエッチングにおいて優先的にエッチングされることを発見し、またカソードルミネッセンスの観察によりこの場所は転位密度が低く、置換型孤立窒素の多いところであることを明らかにしている。
- (4) 気相合成ダイヤモンドの多結晶膜を精密研磨すると 1 nmRa 以下に研磨でき、真空紫外、軟 X 線用の光学素子として優れた特性を示すことを明らかにしている。
- (5) イオンビーム加工による照射損傷を除去する手法として、水素プラズマ処理を提案し、その有効性を示して、その手法により機械研磨したダイヤモンドと同等以上の切削加工特性を示す工具の製造方法を確立している。
- (6) 気相合成ダイヤモンドに添加した微量の不純物の分布の様子を二次元像として観察できるカラー・カソードルミネッセンス装置を開発している。又、この装置により微量添加物の定量分析の可能性も示している。
- (7) 気相合成ダイヤモンドの窒素イオン注入、照射損傷および熱処理による発光センタの発光強度の増減、消滅をカソードルミネッセンスにより観察できることを明らかにしている。又、熱処理後の気相合成ダイヤモンドのカラー・カソードルミネッセンス観察により結晶面に依り結晶性に大きな違いがあることを発見している。

以上のように本論文は、工業材料としてのダイヤモンドの評価手法としてカソードルミネッセンスによる研究を進めることにより、ダイヤモンドの工具材料としての信頼性を高めることができ、ダイヤモンドの光物性を解明する上で重要な知見が得られたことを論じている。また、ダイヤモンドの完全性をカソードルミネッセンスにより評価することにより、ダイヤモンドの合成条件の研究、ダイヤモンドの電子材料としての発展に貢献し、ダイヤモンドの新たな分野の需要拡大に可能性を示している。よって、本論文は、博士論文として価値あるものと認める。