



Title	カソードルミネッセンス及び永続的ホールバーニングによる気相合成ダイヤモンドの光物性とその応用に関する研究
Author(s)	横田, 嘉宏
Citation	大阪大学, 1993, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/38200
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	横 田 嘉 宏
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 0 7 3 6 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 5 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科電気工学専攻
学 位 論 文 名	カソードルミネッセンス及び永続的ホールバーニングによる気相合成ダイヤモンドの光物性とその応用に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 平木 昭夫 (副査) 教 授 白藤 純嗣 教 授 青木 亮三 教 授 鈴木 胖 教 授 松浦 虔士 教 授 村上 吉繁 教 授 辻 毅一郎 教 授 小牧 省三 教 授 山中 龍彦 教 授 加藤 義章 教 授 黒田 英三 教 授 中島 尚男

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、気相合成ダイヤモンドの光物性の解明及び応用に関する知見を得ることを目的として、カソードルミネッセンス及び永続的ホールバーニングを用い、発光センタの特性に関する研究をまとめたもので、全 6 章より構成されている。

第 1 章では、まず、気相合成 (CVD) ダイヤモンドの歴史とその形成機構及び評価方法について述べ、次に、既報の天然及び高圧合成のバルクダイヤモンドにおける不純物及び格子欠陥の種類、並びに関連する光物性について紹介している。その上で、気相合成ダイヤモンドの光物性をカソードルミネッセンス及び永続的ホールバーニングを用いて研究する必要性と意義を述べ、本研究の目的を示している。

第 2 章では、試料のダイヤモンド作製に用いたマイクロ波プラズマ CVD 法、有磁場マイクロ波プラズマ CVD 法、選択的核形成成長 (SENTAXY) 法の原理と特長について述べ、これらの方法を用いた意義を示している。

第 3 章では、無添加 (アンドープ)、不純物ドーブ、点欠陥導入を行った CVD ダイヤモンドのカソードルミネッセンスを観測した結果を示し、その発光特性をもとに発光センタの構造について考察を行っている。また、自由励起子及びアクセプタ束縛励起子の再結合発光を用いた結晶の完全性評価及びアクセプタ濃度定量の方法を提案している。

第 4 章では、まず、ホールバーニングの原理と、この現象を高分解能の光物性研究の手法として応用する有用性について述べ、次いで、このホールバーニング効果が CVD ダイヤモンドにおいても初めて観測されたこと、及び有機高分子等の一般的なホールバーニング材料の場合とは大きく異なり、室温においてホールバーニングの状態が保存されることを明らかにしている。さらに、ホールバーニングを用いた CVD ダイヤモンドの光多重メモリ素子としての応用の可能性について考察を行っている。

第 5 章では、気相合成ダイヤモンドの光物性のもう 1 つの応用例として発光素子を取り上げ、ボロンをドーブした P 形半導体 CVD ダイヤモンドを用いたショットキーダイオードからのエレクトロルミネッセンスとカソードルミネッセンスとの比較を行っている。また、この関連性に基づき、CVD ダイヤモンドの発光素子としての応用の可能性、及びそれに対するカソードルミネッセンスの研究の有用性を示している。

第 6 章では、以上で得られた知見を総括し、本論文の結論としている。

論文審査の結果の要旨

ダイヤモンドはワイドギャップ半導体として、また、可視～紫外領域の広い波長範囲をカバーする光デバイスとしての資質を有する。ダイヤモンドのこれらの分野への応用は、天然産や高圧合成の場合よりはるかに不純物制御が容易な気相合成（CVD）法が開発されて以来、にわかに脚光を浴びてきた。ところが、CVDダイヤモンドの光物性は、これまでほとんど解明されていなかった。本研究は、主にカソードルミネッセンスと永続的ホールバーニングの観測と発光ダイオードの試作を行い、CVDダイヤモンドの光物性に関する研究を行った成果をまとめたもので、要約すると次の通りである。

- (1) 完全性の高い結晶でしか観測されない自由励起子再結合発光、及び、不純物のボロンに起因するアクセプタ束縛励起子再結合発光が、CVDダイヤモンドでも観測されることを明らかにし、この束縛励起子と自由励起子の発光強度比を用いたアクセプタ濃度の定量方法を提案している。
- (2) 2.9eV 付近にピークを持つ、いわゆるバンドA発光が、CVDダイヤモンドにおいても一般的に観測され、従来の定説であった窒素とボロンのドナー・アクセプタ・ペアに起因する機構が否定されることを示している。
- (3) 不純物あるいは格子欠陥の偏析とカソードルミネッセンス像との対応を明らかにしている。
- (4) 高エネルギー電子線あるいは中性子線照射等により、点欠陥が導入され、格子間原子あるいは空格子点に起因する発光センタが形成されることを明らかにしている。
- (5) CVDダイヤモンド中のカラーセンタにおいて初めての永続的ホールバーニングの観測結果を示し、そのホールが従来のホールバーニングを示す材料よりはるかに高い332Kでも安定であることを明らかにしている。これは、永続的ホールバーニング用いた光多重メモリへの応用上、非常に有利である。
- (6) ボロンをドーピングした半導体CVDダイヤモンド薄膜を用いてショットキーダイオードを作製し、その界面近傍からCVDダイヤモンドのエレクトロルミネッセンスを初めて観測している。また、そのスペクトルがカソードルミネッセンスと良く対応していることを明らかにしている。

以上の研究成果は、CVDダイヤモンドのみならずダイヤモンド全般の光物性を解明する上で重要な知見を与え、発光デバイス及び光多重メモリデバイスへの応用に関する指針を示すもので、半導体工学、物性工学の発展に寄与するところが多い。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。