SURE 静岡大学学術リポジトリ
Shizuoka University REpository

Spectrally resolved two-photon microscopy for three-dimensional imaging and evaluation of semiconductor materials

メタデータ	言語: en 出版者: Shizuoka University 公開日: 2017-12-14 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: Al-Tabich, Amin メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00024353

（課程博士・様式９）　　審　査　要　旨

専攻　ナノビジョン工学　　学籍番号　5544-5017　　学生氏名　　Amin Al-Tabich

論文題目　Spectrally resolved two-photon microscopy for three-dimensional imaging and evaluation of semiconductor materials

本研究では、二光子励起顕微鏡をワイドギャップ半導体の観察に応用し、格子欠陥の三次元的分布の観察、スペクトル解析による特性評価法の提案およびその原理検証を行った。二光子励起過程を用いて半導体材料を観察することにより、励起光に吸収の小さな波長領域を用いることができるため、表面だけでなく半導体材料の内部構造を三次元的に観察することが可能となる。また励起された蛍光を分光することにより、格子欠陥の特性を明らかにすることができる。不純物をドープした半導体材料の観察に応用することにより、ドープ領域の三次元構造を明らかにすることも可能である。

第１章では、関連研究の背景を述べるとともに、本研究の位置付けを明らかにし、学位論文の構成について記述した。第２章では二光子励起顕微鏡の原理について述べるとともに、その理論的背景について説明した。二光子励起顕微鏡の特徴、分解能、などについて記述した。第３章では蛍光スペクトル測定法の原理と理論解析を示し、第４章で半導体材料の格子欠陥の特性と発光スペクトルとの関係を示した。

第５章では半導体材料観察のために二光子励起顕微鏡システムを設計、構築した結果について記述した。ピエゾ素子を用いて試料を走査し、光電子増倍管を用いて蛍光を検出した。大きさが既知の蛍光粒子を観察し、開発した顕微鏡システムの分解能などの基礎的特性を明らかにした。凝集した粒子の三次元構造を観察し、開発した二光子励起顕微鏡が三次元分解能を有することを検証した。

第６章では、開発した測定システムを用いて ZnO の単結晶、ナノロッドなどを観察した。単結晶を観察することにより、二光子励起顕微鏡で結晶内部の格子欠陥を観察できることを示し、その三次元構造を明らかにした。またナノロッド構造の観察においては、発光スペクトルを観察することにより、ナノロッドにおいて特性の異なる格子欠陥構造が存在することを明らかにした。さらに、本手法を FIB 加工、Ga イオンのドープ領域の観察に応用し、加工領域の三次元構造の可視化、ドープ領域の深度分布の可視化が実現できることを示した。開発した二光子励起顕微鏡によりワイドギャップの格子欠陥構造、不純物のドープ領域を高い精度で可視化できることを示した。

以上のように本論文は、二光子励起過程を用いてワイドギャップ半導体の格子欠陥の３次元構造を観察するとともに、不純物をドープした半導体材料のドープ領域を観察する新しい手法を提案し、その有効性を検証し、二光子励起顕微鏡の応用に対する新しい知見を与えている。よって本論文は博士（工学）の学位論文にふさわしいものと認められる。