

氏名(国籍)	金 成 国 (中国)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	博乙第1,402号
学位授与年月日	平成10年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
審査研究科	工学研究科
学位論文題目	「反射率差分法によるドーブされた ZnSe 薄膜の評価に関する研究」
主査	筑波大学教授 理学博士 中尾 憲 司
副査	筑波大学教授 工学博士 川 辺 光 央
副査	筑波大学教授 理学博士 岡 崎 誠
副査	筑波大学併任教授 工学博士 田 中 一 宜 (産業技術融合領域研究所)
副査	筑波大学併任助教授 工学博士 松 本 和 彦 (電子技術総合研究所)

論文の内容の要旨

室温でワイドバンドギャップ (2.7eV) を持つセレン化亜鉛結晶 (以下, ZnSe) は, 青緑色発光素子用材料として古くから研究され, 1991年には青緑色レーザーのパルス発振成功が報告されている応用上重要な材料である。しかしながら, P型 ZnSe では自己補償効果のために高いキャリア濃度が実現できないという大きな問題があり, 10^{18}cm^{-3} という正孔濃度が実現されたのも極めて最近のことである。

本研究の目的は, P型 ZnSe におけるドーピングの実験研究を効率的に行うため, キャリア (正孔) 濃度を非破壊的に「その場」測定できる手法を開発することである。そのため, ZnSe 試料表面に金属電極を蒸着して電気的に空乏層の容量を測定する従来の容量電圧法 (C-V 法) に代わり, 線形電気光学効果 (LEO) を利用した反射率差分法 (RDS) を導入して, キャリア濃度の「その場」測定法としての可能性を系統的に検討している。

得られた結論は, 以下の通りである。(1)RD スペクトルのベースラインに依らず, 5.1eV における微分 LEO 信号強度はキャリア濃度の1/3乗に比例し, これを検量線として用いることにより非破壊・非接触の「その場」測定法が可能である。(2)しかしながら, 簡単なバンドベンディングモデルからは1/2乗の依存性が予想され, 実験値の1/3乗と一致しない。(3)この不一致の原因の可能性として6つの要素を取り上げ, シミュレーションを含む詳しい検証をおこなった結果, 表面ラフネス層の厚さと空欠層の厚さが近い場合と, 界面や積層欠陥由来の異方性歪みが存在する場合の2つのケースが, 不一致の可能な原因となり得ることが指摘された。(4)無添加 ZnSe の電界印加実験から, LEO 係数のエネルギー依存性を独立に決定することに成功し, それにより RD スペクトルから検量線に頼ることなく直接キャリア濃度を決定することが可能になった。(5)RD スペクトルに現れる高いベースラインは, 異方的な表面モフォロジーが原因であることを, 原子間力顕微鏡測定と光学シミュレーションにより明らかにした。

微分 LEO 信号強度とキャリア濃度の関係において実験と理論との間に微妙な差があり, その原因について完全な特定が出来ていないものの, 原理的には, この方法は他の半導体にも応用可能であると結論している。

審 査 の 結 果 の 要 旨

異なる作製法により作製したキャリア濃度の異なる多くのP型 ZnSe 試料に対して反射率分光法によって線形光学信号強度を測定し、信号強度とキャリア濃度についての検量線を得た実験的な成果、および、実験と理論とのズレを丁寧なシミュレーションを通して解析した結果は、非破壊・非接触の新しい「その場」測定法の可能性を十分に検証しており、半導体研究への本論文の重要な寄与である。また、反射率分光に関する ZnSe の線形電気光学係数のエネルギー依存性スペクトルを決定したことも、将来の物性研究に少なからぬ寄与が期待され、高く評価される。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。