

(様式 2)

学位論文の概要及び要旨

氏 名 三木 耕平

題 目 II-VI族化合物半導体ZnSSeによる紫外高感度光検出器の開発

学位論文の概要及び要旨

近年、波長 405nm の青紫レーザーダイオード (LD) が実用化され Blu-ray と呼ばれる大容量デジタル光記録システムが実用化され、さらに短波長 (~350nm) の紫外領域に対応した次世代の紫外光ディスクに対応した紫外領域のレーザーダイオード (LD) 及び高感度半導体光検出器 (pin 型およびアバランシェフォトダイオード型) の研究開発が活発に進められている。

上記 DVD システム開発のキーデバイスとなる高速・高感度の紫外半導体光検出器に関しては、Blu-ray で使用された Si 半導体の光検出器ではそのバンドギャップが 1.1eV と近赤外領域に存在しており、紫外領域で利用するにはバンドギャップ由来の暗電流、窓層吸収損による外部量子効率の大幅な低下が無視できなくなっており、Si に変わるワイドバンドギャップ半導体材料での紫外光検出器の登場が渴望されている。

本研究は分子線エピタキシー (Molecular Beam Epitaxy: MBE) 法によって、青色領域にバンドギャップを有する II-VI 族ワイドギャップ化合物半導体 ZnSSe 三元混晶 ($E_g \sim 2.7\text{eV}$) をベースとした pin 型光検出器を実現し、Si に代わる高感度紫外光域半導体光検出器の開発を目指すものである。

II-VI 族化合物系 ZnSSe 光検出器は GaAs 基板上に格子整合させた状態で成長できるという大きな利点がある。特に本研究では p-GaAs 基板上に光検出器を成長しており、この構造によってこれまでの n-GaAs 基板では不可能とされてきた吸収損失を引き起こす窓層の極限の薄膜化をが可能となり、紫外 (300~350nm) の外部量子効率を 50% 以上に向上させることができる。本論文では最初にこの素子の安定性や加工性を確保するべく電極やエッチャントの検討をおこなった。この素子作製のプロセスの研究では電極を Ti/Pt/Au に置き換え、また素子のエッチャントを Br-メタノールから重クロム酸系エッチャントに改良することによって、フォトリソグラフィによる微細パターンの形成と長期安定性を確保した。

次にこれらの技術をベースにして、窓層が 100 原子層以下の極薄膜 (<200Å) の素子を MBE 成長で作製した。しかし、極薄膜ではこれまでは問題とならなかった窓層への n 型ドーパントである Cl ドナーのドーピング濃度限界という問題が発生した。この原因を除くために、新たな手法として成長界面に Cl と競合しない Zn を照射する手法で極薄膜でのドーピング濃度の向上を実現し、従来までは困難であった窓層が 150Å と極薄膜の素子を初めて実現し、波長 300nm の紫外領域でこれまでの最高効率である外部量子効率 48% を達成した。上記、極薄膜の n 窓層 (150Å) を持つ ZnSSe p-i-n 型光検出素子は競合する Si 系及び、GaN 系素子と比べても、高感度かつ、低雑音電流の特徴を有し、次世代紫外光ディスクシステムへの可能性を検証した。