

論文審査の結果の要旨

報告番号	甲 先 第 353 号	氏 名	刘 璋 成
審査委員	主査 直井 美貴 副査 永瀬 雅夫 副査 原口 雅宣 副査 敖 金平		
学位論文題目 Research on Responsivity Improvement of Single Crystal Diamond UV Photodetector (単結晶ダイヤモンド紫外光検出器の感度向上に関する研究)			
審査結果の要旨 <p>紫外線検出技術は、環境監視、情報技術、医療、天体観測、衛星通信において大きな応用ポテンシャルを持つハイテク技術である。ワイドバンドギャップ半導体として、ダイヤモンドは高いキャリア移動度、高い飽和速度、高い熱伝導率、低い誘電率、高い化学安定性及び耐放射線性などの優れた特性を有し、紫外線検出器を作製するのに理想的な材料である。本論文は単結晶ダイヤモンド紫外線検出器の応答性を改善する一連の研究である。</p> <p>窒素空位カラーセンター欠陥をもつ単結晶ダイヤモンド真性エピタキシャル層により光電流利得を有する紫外線検出器を作製した。光電利得の起源は電子注入であり、光発生電子数の増加に伴って開放電圧が減少する。バイアス電圧が開放電圧よりも大きいとき、光電流は急速に増加し、検出器の応答性は4.29 mA/Wから51 mA/W (12 V)まで急速に増加する。深紫外線バンドでは、電圧がさらに増加するにつれてアバランシェ効果が観測された。光電流は急速に10倍増加し、50 Vで応答性は1.18 A/Wと高くなった。</p> <p>ボトムアップ法によりダイヤモンド溝型3次元構造検出器を作製した。まず、選択エピタキシャルプロセスを最適化した。光伝導性検出器は応答性が高いが暗電流は高く応答速度は遅かった。光起電力検出器は応答性が低い、暗電流は光伝導検出器より5桁低く、応答速度は速かった。</p> <p>最適化した誘導結合プラズマエッチングプロセスによりダイヤモンドストリップアレイを表面にエッチングし、ダイヤモンドストリップ方向に垂直した楕円電極を持つ準一次元ダイヤモンド紫外線検出器を得た。エッチング欠陥が存在するため、そのまま作られた検出器は電極間隔が大きいときのみ、平面検出器より良いパフォーマンスを有した。そして、検出器の光電流は14.6%増加した。第二の成長プロセスの後、表面欠陥を回復させ、準一次元構造検出器の性能は、任意の電極空間においても平面構造検出器の性能より優れていて、光電流と応答性を106%増加させ、UV/可視光抑制比と過渡応答性能を改善した。</p> <p>TiO₂薄膜を用いることでダイヤモンド検出器のスペクトル応答範囲は広がった。マグネトロンスパッタリング法によりTiO₂薄膜をダイヤモンドエピタキシャル層上に直接蒸着し、楕円構造検出器を作製した。検出器のスペクトル応答曲線は、TiO₂とダイヤモンドの紫外線応答からそれぞれ290 nmと225 nmの応答ピークを示した。2つの材料を組み合わせることにより、全紫外域において検出器の応答性を改善した。</p> <p>ダイヤモンドp-i-nフォトダイオードの研究で、初めにダイヤモンドのn型ドーピングプロセスを調べた。その結果、リンドーピング濃度は成長温度の上昇とメタン濃度の減少とともに上昇することを示した。高温と高メタン濃度を用いて、リンドーピングダイヤモンド薄膜の成長速度は20 m/hで、ドーピング濃度は10¹⁸ cm⁻³であった。ダイヤモンドp-i-nフォトダイオードを作製し、顕著な光電応答を示した。5 Vでは、215 nmでの応答は730 A/Wであり、215 nm/400 nmでの紫外/可視光抑制比は1.4x10³である。しかし、アクセプタ濃度が高いため、暗電流が大きくなり、応答速度が遅い。</p> <p>本研究は、単結晶ダイヤモンド紫外線検出器の感度向上のため、エピ成長、デバイス設計、試作及び評価のことであり、優れた成果が得られた。本論文は博士(工学)の学位授与に値するものと判定する。</p>			