

公益財団法人 立松財団 御中
様式 2021A1,A2,B

2024 年 3 月 31 日

所属:豊橋技術科学大学

氏名: 山根啓輔

**2021 年度 助成****研究 終了報告書**

※ゴシック文字で記入下さい。

研究テーマ	高効率・低環境負荷ゲルマニウム添加 GaAsPN 結晶太陽電池の作製
研究の結果	今年度はこれまでに検討した GaAsPN 混晶のデバイス化を進めた。しかしながら、Ge 添加 Ga (As) PN 混晶では、結晶成長時に導入される点欠陥を解消するための熱処理をすることで、高抵抗化し、デバイス作製時のオーミックコンタクトを取ることが難しいことが明らかになった。これは、IV 族である Ge が III 族サイトと V 族サイトに均等に置換することで生じている可能性が高いと推察した。そこで、p 型 GaAsPN 混晶には II 族の Mg ドーパントを用い、デバイスプロセスを開発した。今後は後述する対策が必要となるが、本年度は研究期間の都合上、Si 基板上への GaAsPN 太陽電池の作製を優先に検討を進めた。 まず、GaP バッファ層を介してアンドープ GaAsPN, p-GaAsPN:Mg を Si 基板上に作成した。結果として、狙いとする 1.7eV 付近のバンドギャップを持つ GaAsPN 層を格子整合条件で結晶成長することができた。メサ構造および、パッシベーション膜を作成し、太陽電池構造（反射防止膜および BSF 構造なし）を作製した。効率として、Si 基板上 GaAsPN 単接合セルでの変換効率は 3.0%であった。通常ヘテロ界面を伴う Si 基板上デバイスでは結晶性が崩れやすいが、GaP 基板上に作製した同じ構造の太陽電池と同等の変換効率を達成した。 本研究期間全体を通して、Ge 添加 GaAsPN 混晶の特長を理論的、実験的に明らかにすることができた。デバイス化には、降温熱処理時に Ge が再配置することによる高抵抗化という課題が示された。将来的には 2 年目に検討した Sb 添加 GaAsPN 混晶に Ge をドーピングすることによって、熱処理を必要としないプロセスに展開する予定である。本研究で得られたもう一つの成果として、Ge は III-V 族に組成レベル(10^{20}cm^{-3} 以上)で添加できるという点である。これは、III-IV-V 族混晶という新たな材料分野を開拓できる可能性がある。これまで、III-V 族、II-VI 族化合物では実現できなかった新たな物性が見つかることが期待される結果である。今後新材料の開発という視点でも本研究を展開する予定である。
研究発表 (実績)	[1] E.-M. Pavelescu, D. Ticoș, O. Ligor, C. Romanitan, A. Matei, F. Comănescu, S.I. Spănulescu, Takeshi Oshima, Mitsuru Imaizumi, Akihiro Wakahara and Keisuke Yamane, Improvement of photoluminescence from GaAsPN/GaP alloys by electron irradiation and rapid thermal annealing, 2023 Spring Meeting - European Materials Research Society, , 2023, May 29-June 2, Oral, Congress Center, Strasbourg, France. [2] 久野倭, 山根啓輔, アンチモン添加によるリン系 III-V 希薄窒化物結晶の高品質化に関する理論的解析, 第 71 回応用物理学会春季学術講演会, 25a-P02-3, 3.22-3.25, 2024, 東京都市大学,世田谷キャンパス, 東京都, ポスター発表. [3] 山根啓輔, 彦坂昌志, 若原昭浩, III-V 希薄窒化物混晶の成長過程におけるアンチモンサーファクタント効果, 第 71 回応用物理学会春季学術講演会, 24p-22aA-4, 3.22-3.25, 2024, 東京都市大学,世田谷キャンパス, 東京都, 口頭発表.

提出期限: 研究期間終了後、すみやかに助成金の「必要経費使途明細書」「領収書」と合わせて提出下さい。
年度をまたぐ場合は毎年3月末日までに、途中経過をご記入の上、報告願います。