様式１

EIIRISプロジェクト研究計画書（2022年度）

系・センター名　2系

氏　　名　山根啓輔　・

☐新規　☑継続

研　究　課　題	モノリシックIII-V/Si多接合太陽電池の開発に向けたGaAsPNサブセルの高効率化
研究目的	（EIIRIS・VBLの研究テーマとの関連，および施設・設備使用目的を明らかに） 太陽光発電などの再生可能エネルギーへの期待がより一層高まっている。現在主流の結晶Si太陽電池では、効率25%が達成されており、理論限界効率は29%と言われている。さらなる高効率化を目指すためには、バンドギャップの異なる化合物半導体材料を組み合わせ、波長感度帯域を拡大する必要がある。例えば、1.1 eVのバンドギャップをもつSi基板上に、1.7 eVのバンドギャップをもつ化合物半導体を積層した二接合太陽電池では、理論限界効率は40%を越えると予想されている。 本研究では、高効率・低環境負荷・安価な太陽電池実現に向けて、リン系希薄窒化物結晶の材料開発およびデバイス実証を行うことを目的とする。
研究計画及び方法	（過去の経過，研究準備状況等） 予備検討として、VBL,EIIRIS施設を用いて太陽電池テスト素子作製プロセスを確立した。 第一原理計算から点欠陥の低減メカニズムを推定した。
	（今後の研究計画及び方法，利用希望設備など，EIIRIS教員と打合せている場合はその状況） 昨年度までのEIIRISプロジェクトにおいて、Si基板上二接合太陽電池に必要とされる1.7eVのバンドギャップを持つGaAsPN （N=5%） の開発に成功し、効率2.9%のサブセルの作製まで達成した。また、電子線や陽子線照射を併用して点欠陥を低減できることを示した。結果として、変換効率3.3%を達成した。今年度は、陽子線の照射条件を最適化し、デバイス作製に取り組む。さらに、得られた知見を結晶成長にﾌｨｰﾄﾞﾊﾞｯｸする。
EIIRIS・VBL内で研究プロジェクトを行う理由	本研究のベースとなるSi基板上GaPの結晶成長技術はVBL-2Fに備えられた分子線エピタキシー装置を用いて条件が確立されている。GaAsPNの成長を行うにあたっても、原子層レベルでの精密な制御が要求されるため、同じ装置を用いて研究を行うことが合理的である。 また、Si太陽電池構造は、LSI工場内の酸化炉、リン拡散炉を用いて作製することを計画している。加えて、テスト素子の作製に必要となる、メサエッチング、絶縁膜の堆積はVBL内の装置群を用いる必要がある。

研究組織	研究者氏名	所属・職名	役割分担
	（研究代表者は氏名の後ろに◎を付す） 山根啓輔　◎ 新井智也 大根駿	2系・助教 2系・博士前期2年 2系・博士前期2年	研究統括 太陽電池プロセス 第一原理計算

研究期間：　021年　4月　～　2024年　3月　（原則として3年間）

（研究期間の始期は，研究を開始した年を記入する。終期は原則として，開始した年から3年後を記入する。）