

# 高効率・高放射線耐性

## InGaP/GaAs/CIGSスマートスタック太陽電池の研究

川北史朗<sup>1,2)</sup>・今泉充<sup>1)</sup>・牧田紀久夫<sup>2)</sup>・菅谷武芳<sup>2)</sup>・西永慈郎<sup>2)</sup>・柴田肇<sup>2)</sup>・佐藤真一郎<sup>3)</sup>・大島武<sup>3)</sup>

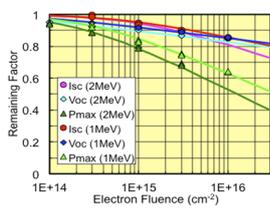
1: 宇宙航空研究開発機構 研究開発部門 第一研究ユニット

2: 産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター

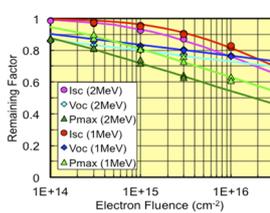
3: 量子科学技術研究開発機構 量子ビーム科学研究部門 高崎量子応用研究所

### 研究の目的

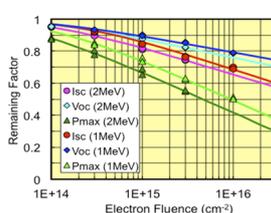
- III-V族化合物半導体をベースとしたInGaAs/GaAs/InGaAs 逆積み格子不整合型3接合太陽電池[1]が高効率が期待されることから、次世代の宇宙用太陽電池として研究開発が進められている。
- この太陽電池の宇宙環境耐性（主に放射線）をより高くするためには、太陽電池を構成する材料の中で一番耐性が低いInGaAsに代わる材料が望まれている。
- CIGS太陽電池は、宇宙用太陽電池と比べても極めて高い放射線耐性を有しており[2]、その特性は小型衛星を用いた宇宙実験でも実宇宙環境にて検証されている[3]。
- そこで、異種材料でも物理的・電気的に接合することができるスマートスタック技術[4]を用いたInGaAs/GaAs/CIGS太陽電池を作製し[5]、その放射線耐性を取得し、将来の宇宙機への適用性を検討する。



InGaP

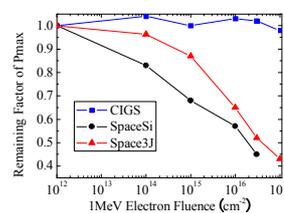


GaAs



InGaAs

InGaP/GaAs/InGaAs 逆積み格子不整合型3接合太陽電池の各サブセルの放射線耐性



宇宙用太陽電池およびCIGS太陽電池の放射線特性

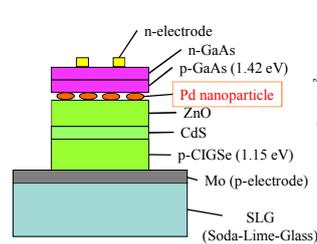
### 実験と結果

#### 実験

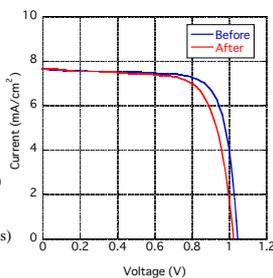
- サンプル：GaAs/CIGS 2接合太陽電池（AR無し）
- 放射線照射条件
  - 電子線：エネルギー 1MeV, 照射線量  $1.0 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$
  - 陽子線：エネルギー 1MeV, 照射線量  $1.0 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ , CIGS太陽電池のアニール効果を確認するために、照射試験後の性能測定後にサンプルを120°C 24時間の熱アニールを行う。

#### 結果

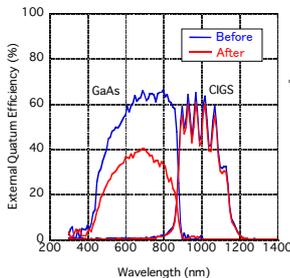
- 電子線照射によって、電圧は低下したが電流は変化しなかった。外部量子効率測定より、CIGS太陽電池の性能は維持されていることを確認した。
- 陽子線照射によって、太陽電池の電気性能は低下したが、熱アニールによるCIGS太陽電池の性能の回復を確認した。



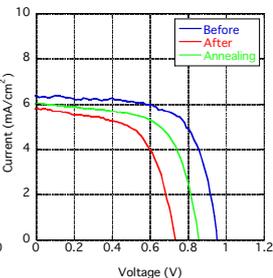
GaAs/CIGS  
スマートスタック太陽電池



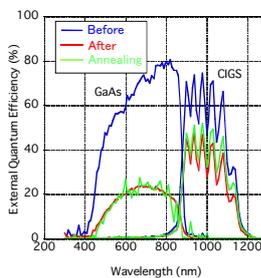
電子線照射試験



GaAs/CIGSスマートスタック太陽電池の放射線特性



陽子線照射試験



### 結論

高効率・高宇宙環境耐性が期待されるInGaP/GaAs/CIGSスマートスタック太陽電池の放射線特性を得るために、構造が単純なGaAs/CIGSスマートスタック太陽電池を試作し、放射線照射試験を行った。この結果、スタック構造においてもCIGS太陽電池は高い放射線耐性を有していることが確認された。

### 参考文献

- [1] T. Takamoto, *et al.*, 40th IEEE PVSC, 1 (2014).
- [2] T. Hisamatsu, *et al.*, 2nd WCPEC, 3568 (1998).
- [3] S. Kawakita, *et al.*, 31st EU PVSEC, 1407 (2015).
- [4] H. Mizuno, *et al.*, Appl. Phys. Lett., **101**, 191111 (2012).
- [5] K. Makita, *et al.*, 29th EU PVSEC, 1427 (2014).