

<u>川北史朗^{1,2)}・今泉充¹⁾・牧田紀久夫²⁾・</u>菅谷武芳²⁾・西永慈郎²⁾・柴田肇²⁾・佐藤真一郎³⁾・大島武³⁾ 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。 0.8 Remaining Factor of Pmax 0.8 ning Factor 0.9 naining Factor 9.0 0.8 Voc (2MeV 0.7 /oc (2MeV Pmax (2Me sc (1MeV) /oc (1MeV Remaini 7 Voc (2MeV APmax (2Me CIGS APmax (2Me 0.6 • - SpaceS Isc (1MeV) Rem Isc (1MeV) 0.2 Voc (1MeV 0.2 0.5 Voc (1MeV) - Space3J Pmax (1Me 0 - 1E+14 1E+15 ron Elu 1E+16 1E+14 1E+15 1 Electron Fluence (cm⁻² 1E+16 1E+15 1E+ Electron Fluence (cm⁻²) 10^{1} 10 10 1MeV Electron Fluence (cm⁻²) InGaP GaAs InGaAs 宇宙用太陽電池およびCIGS太陽電池 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 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 1 MeV, 照射線量 1.0 × 10¹⁶ cm⁻² 陽子線: エネルギー 1MeV, 照射線量 1.0 × 10¹⁴ cm⁻², ClGS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℃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。 100 n-electrode n-GaAs 8 80 80 p-GaAs (1.42 eV) CIGS (mA/cm²) CIG nA/cm noparticle Dd n Efficie 60 Efficie 60 - ZnO - CdS Current (40 40 - p-CIGSe (1.15 eV) Ę Mo (p-electrode) xterr 20 20 SLG (Soda-Lime-Glass) 0 3 Voltage (V) Wavelength (nm) Voltage (V) Wavelength (nm) GaAs/CIGS 電子線照射試験 陽子線照射試験 スマートスタック太陽電池 GaAs/CIGSスマートスタック太陽電池の放射線特性

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).
- [4] H. Mizuno, *et al.*, Appl. Phys. Lett., **101**, 191111 (20)
 [5] K. Makita, *et al.*, 29th EU PVSEC, 1427 (2014).
- [5] K. Makita, *et al.*, 29th EO F VSEC, 1427 (2014