

宇宙用化合物薄膜太陽電池の開発

Research and Development of Compound Thin-film Space Solar Cells

宇宙機構¹, シャープ², 原子力機構³ ○今泉 充¹, 高本達也², 大島 武²JAXA¹, SHARP², JAEA³ Mitsuru Imaizumi¹ Tatsuya Takamoto² and Takeshi Ohshima³

E-mail: imaizumi.mitsuru@jaxa.jp

1. 宇宙用太陽電池

人工衛星などの宇宙機に使用される太陽電池への基本的な要求特性は、変換効率が高いこと以外に、①宇宙空間に存在する放射線に対して劣化が小さいこと(放射線耐性)、②日照時の+100℃以上から日陰時の-100℃以下という温度差およびその繰返しに耐えること(耐熱性)であるが、これに加え近年では、薄く軽量であることが求められている。

2. 軽量フレキシブル薄膜3接合太陽電池の開発

現在宇宙用太陽電池としては、単結晶 Ge 基板上に作製した InGaP/GaAs/Ge 構造の3接合太陽電池 (AM0 変換効率 30%弱) が主流である。この太陽電池の厚さは約 150μm でそのほとんどは基板の Ge であるが、表面側厚さ約 10μm の InGaP/GaAs 2接合部分が発電のほとんどを担っている。そこで、シャープと JAXA は次世代の宇宙用太陽電池として、Ge 太陽電池/基板を InGaAs 薄膜太陽電池に置き換えた InGaP/GaAs/InGaAs 構造を有する格子不整合型逆方向成長3接合太陽電池を開発した。この太陽電池は、InGaP/GaAs/Ge 型3接合太陽電池よりも高効率(同 32%)を達成している。この新規太陽電池は構造上必然的に基板を取り除くために薄膜型となり、宇宙用として好ましい軽量化とフレキシブル化を同時に実現した。さらに、この薄膜3接合太陽電池はそのままでは取扱いが困難であるため、太陽電池アレイをフィルムでラミネートしシート状とした製品“Space Solar Sheet”も同時に開発した (Fig. 1)。

3. 放射線耐性に関する研究

この InGaP/GaAs/InGaAs 薄膜3接合太陽電池では、格子不整合に起因する結晶歪や不整合転位が特に InGaAs に内在することから、その放射線耐性への影響や、薄膜構造であるため、従来あまり考慮が必要でなかった裏面からの放射線入射による劣化への影響を明らかにする必要がある。現在、試作太陽電池を用いた放射線耐性に関する検討を JAEA と JAXA の共同研究として行っており、宇宙空間で太陽電池に劣化を引き起こす高エネルギー電子および陽子の照射試験を JAEA 高崎量子応用研究所にて実施している。3MeV 陽子線を照射したときの太陽電池出力パラメータ(短絡電流 I_{sc} , 開放電圧 V_{oc} , 最大電力 P_{max})の保存率(初期値を1に規格化したときの比率)を Fig. 2 に示す。従来の3接合太陽電池と同等以上の耐性が得られている。この太陽電池の放射線耐性をさらに向上させるには、新規材料である InGaAs の太陽電池の放射線耐性を明らかにする必要がある。このため、InGaP, GaAs, InGaAs それぞれ別の単一接合太陽電池を作製し、これらの耐性・劣化の比較研究も行っている。

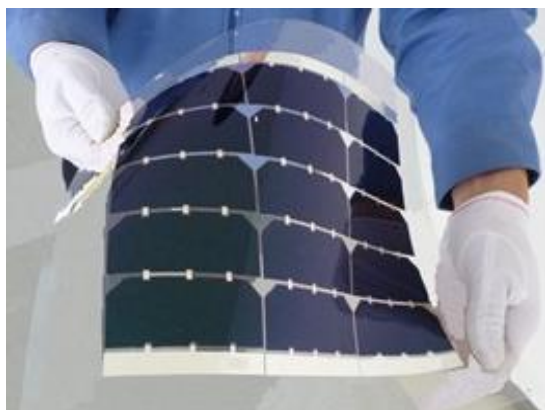


Fig. 1 A photograph of “Space Solar Sheet.” InGaP/GaAs/InGaAs triple-junction thin film solar cells are utilized in the sheet.

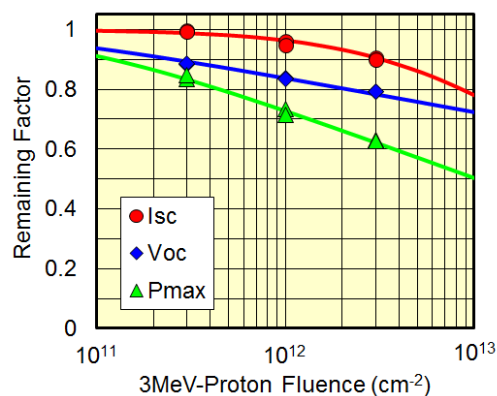


Fig. 2 Degradation trend of InGaP/GaAs/InGaAs thin-film triple-junction solar cells due to 3 MeV protons.