

# 化合物太陽電池の宇宙応用 — 現状と展望 —

宇宙航空研究開発機構 今泉 充

## 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主な要求特性は、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(耐放射線性)、②日照時の+100°C以上から日陰時の-100°C以下という温度差およびその繰返し、すなわち熱サイクルに耐えること(耐熱性)、③打上げや衛星分離等の際の衝撃で破壊しないこと(機械的強度)がある。これに加え近年では、低価格はもちろんのこと、軽量であることが求められている。

## 2. 現状の技術

現在では InGaP/GaAs/Ge 構造を有する3接合太陽電池が宇宙用として主流である。InGaP 太陽電池は3種のサブセル中で最も耐放射線性に優れるため、InGaP トップセルが電流律速となるように設計されている。これにより実用被曝量(10MeV 陽子で照射量 $\sim 10^{13} \text{cm}^{-2}$ )では電流出力に劣化がほとんど表れないという特長を有する(Fig. 1)。逆に、3種のサブセル中で最も耐放射線性に劣るのが GaAs ミドルセルである。エネルギーが数 100keV 程度の陽子はちょうどこの GaAs ミドルセル内で停止して局所的に高密度の結晶欠陥を形成する。このため、InGaP/GaAs/Ge 3接合太陽電池は数 100keV 程度の陽子に対して大きな劣化挙動を示す。

## 3. 新規太陽電池の開発状況

InGaP/GaAs/Ge 3接合セルの厚さは約 150 $\mu\text{m}$  であるが、発電のほとんどを担っているのは表面側の InGaP/GaAs 2接合部分で、その厚さは約 10 $\mu\text{m}$  である。そこで、この3接合セルから厚さすなわち重量の殆どを占める Ge 基板を取り除いた超軽量高効率薄膜2接合セルを開発した(初期効率は AM0 で 25%)。そのままでは取扱いが困難であるため、セル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. 2)。これを従来の太陽電池パネルの代替とすれば、軽量化に加えてその柔軟性によるセルクラックの抑制やその薄さによる収納容積の大幅削減が実現される。さらに、この薄膜2接合セルは現状の3接合セルよりも耐放射線性に優れる。よって、宇宙機の太陽電池パネルに革新的変化をもたらすことが期待されている。

## 4. 今後の展望

太陽電池パネルの面積が限られる宇宙機においては、高効率化は永遠の課題である。現在、逆方向エピ成長格子不整合構造(いわゆる IMM)による InGaP/GaAs/InGaAs 薄膜3接合セルの開発を行っており、薄膜セルの高効率化を目指している(初期効率目標は AM0 で 32%)。この中では、歪や不整合転位が内在する InGaAs ボトムサブセルの放射線耐性の解明と向上が課題である。他方、人工衛星「つばさ」で実証された CIGS 太陽電池の極めて高い耐放射線性も魅力であり、「放射線劣化しない」セルの実現も検討している。さらに、III-V 族化合物とカルコパイライト太陽電池の組合せによる多接合構造で、高効率と高耐放射線性の同時実現を狙いたい。

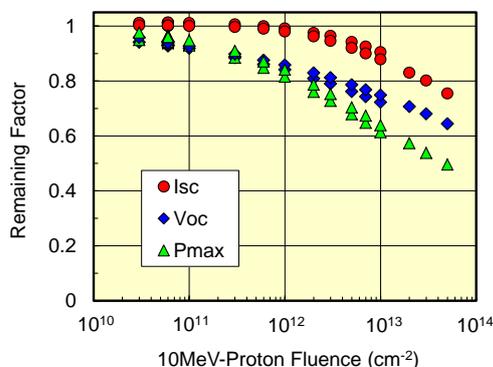


Fig. 1 Typical degradation trend of InGaP/GaAs/Ge triple-junction solar cells. In this case 10MeV protons were irradiated to the cell.

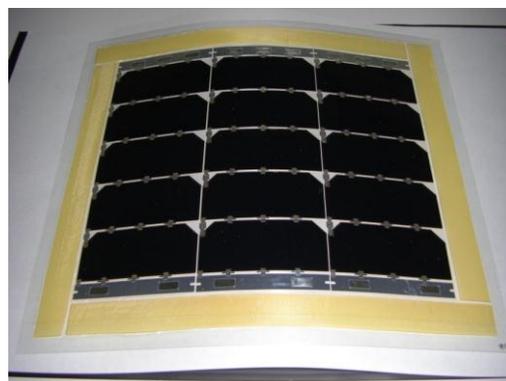


Fig. 2 A photograph of “Space Solar Sheet” developed by SHARP. InGaP/GaAs dual-junction thin film solar cells are utilized in the sheet.