

### III - V族化合物半導体を用いた宇宙用高効率薄膜太陽電池の開発の現状

宇宙航空研究開発機構  
研究開発本部 電源グループ  
今泉 充

#### 1. はじめに

宇宙機に対する電力要求は、通信・放送などの商用人工衛星のみならず、地球観測や宇宙探査など調査、科学を目的とする宇宙機においても年々高まってきている。しかし、その一方で宇宙機の大きさや重量には、打上げにおける制約から小型化、軽量化が前にも増して要求されるようになってきている。宇宙機において容積、重量共に小さくない割合を占める太陽電池パネルでもその小型化(小容積化)と軽量化が急務となっており、現在各国において精力的にその小型化・軽量化に関する研究開発が行なわれている。太陽電池における軽量化への対応としては、太陽電池の出力すなわち変換効率を高めることで要求される電力を賄うのに必要な太陽電池の総量、総面積を減らす方法と、太陽電池自身を薄型化・軽量化する方法がある。一般的に、前者に関しては太陽電池の更なる多接合化や、新材料による高効率化を図る研究開発が行われている。後者に関してはその極めて高い耐放射線性が明らかにされている CuInGaSe<sub>2</sub> 薄膜太陽電池において、通常ガラス基板を金属箔や樹脂フィルム化して軽量化し宇宙応用する検討が行われている。本講演では、宇宙航空研究開発機構(JAXA)における、太陽電池の軽量化に対する研究開発の現状について紹介する。

#### 2. 薄膜2接合太陽電池の開発

現在宇宙用として使用されているのは、InGaPトップセル/GaAsミドルセル/Geボトムセル構造を有する3接合太陽電池であり、その変換効率は30%に近づいている。ボトムセルのGeは基板であり、厚さは約140 $\mu$ mである。この上にGaAsミドルセル、InGaPトップセルが順次積層されている。この積層部の膜厚は全体でも10 $\mu$ m程度である。この3接合太陽電池は、電気的には3つのダイオードが直列に接続されているのと等しい。従って、その発生電圧は3種の太陽電池が発生する電圧の和であり、発生電流は3種のうち最も低い発生電流に制限される。3接合太陽電池において、Geボトムセルは発生電流は3種の太陽電池の中で最も大きい発生電圧は最も低く、出力ないし変換効率への寄与は小さいが、厚さすなわち重量のほとんどを占めている。従って、InGaP/GaAs/Ge3接合太陽電池からGeボトムセル(基板)を取り除いてInGaP/GaAs<sub>2</sub>接合太陽電池とすることにより、変換効率を大きく損なうことなく(約25%となる)重量を激減させることができる。さらに、Geを除去することで厚さは10 $\mu$ m程度の薄膜となり柔軟性が生ずる。これは、「少々の衝撃や曲げを与えても割れない」という新たな特長を生む。この考えに基づいて、JAXAでは宇宙用InGaP/GaAs薄膜2接合太陽電池を開発した。

#### 3. 薄膜2接合太陽電池の耐放射線性

様々なエネルギーの陽子線を薄膜2接合太陽電池および3接合太陽電池に照射した。その結果、太陽電池の出力において、3接合太陽電池の場合は陽子がGaAsミドルセル内で停止するような数100keV程度のエネルギー領域で劣化が極めて大きかったのに対し、薄膜2接合太陽電池では、同じエネルギー領域にてこのような保存率の大きな落ち込みは見られなかった。また、これらの太陽電池に1MeV電子線を照射したところ、太陽電池の代表的出力パラメータ値である開放電圧、短絡電流および最大電力の保存率(初期値に対する照射後の値の比)はすべてのパラメータにおいて薄膜2接合太陽電池が3接合太陽電池を凌駕した。すなわち、開発した薄膜2接合太陽電池の良好な耐放射線性が確認された。