

# 砷化镓太阳能电池技术的简单介绍与前景

中文名称:

-砷化镓太阳能电池

英文名称:

-gallium arsenide solar cell

定义:

-以砷化镓为基体材料的太阳能电池。

GaAs 太阳能电池的发展已有 40 余年的历史。20 世纪 50 年代首次发现 GaAs 材料具有光伏效应后,LOFERSKI 确立了太阳能电池光电转换效率与材料禁带宽度  $E_g$  间的关系,即  $E_g = 1.4 \sim 1.6 \text{ eV}$  的材料光电转换效率高。而 GaAs 材料的  $E_g = 1.43 \text{ eV}$ ,能获得较高的转换效率。

JENNY 等首次制成 GaAs 太阳电池,其效率为 6.5 %。

60 年代 GOBAT 等研制了第 1 个掺锌 GaAs 太阳电池,但转换效率仅为 9 %~ 10 %,远低于 27 % 的理论值。

70 年代,WOODAL 等采用 LPE 技术,在 GaAs 表面生长一层宽禁带  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  窗口层,大大减少了表面复合,转换效率提高至 16 %,开创了高效率砷化镓太阳能电池的新纪元。

20 世纪 80 年代后, GaAs 太阳电池技术经历了从 LPE 到 MOCVD,从同质外延到异质外延,从单结到多结叠层结构的几个发展阶段,其发展速度日益加快,效率也不断提高,最高效率已达到 29 %。与硅太阳电池相比, GaAs 太阳电池具有更高的光电转换效率、更强的抗辐照能力和更好的耐高温性能,是公认的新一代高性能长寿命空间主

电源。从 80 年代至今, GaAs 太阳电池在空间主电源领域的应用比例日益增大。

### 一. 特点

GaAs 太阳电池是一种 III-V 族化合物半导体太阳电池,与 Si 太阳电池相比,其特点为:

- a) 光电转换效率高 GaAs 的禁带宽度较 Si 为宽,GaAs 的光谱响应特性和空间太阳光谱匹配能力亦比 Si 好,因此, GaAs 太阳电池的光电转换效率高。Si 太阳电池理论效率为 23 % ,而单结和多结 GaAs 太阳电池的理论效率分别为 27 %和 50 %。
- b) 可制成薄膜和超薄型太阳电池 GaAs 为直接跃迁型材料,而 Si 为间接跃迁型材料。在可见光范围内, GaAs 材料的光吸收系数远高于 Si 材料。同样吸收 95 %的太阳光, GaAs 太阳电池只需  $5\sim 10\mu\text{m}$  的厚度,而 Si 太阳电池则需大于  $150\mu\text{m}$ 。因此,GaAs 太阳电池能制成薄膜型,质量可大幅减小。
- c) 耐高温性能好 GaAs 的本征载流子浓度低,GaAs 太阳电池的最大功率温度系数( $-2 \times 10^{-3}\text{C}^{-1}$ ) 比 Si 太阳电池( $-4.4 \times 10^{-3}\text{C}^{-1}$ ) 小很多。200 °C时,Si 太阳电池已不能工作,而 GaAs 太阳电池的效率仍有约 10 %。
- d) 抗辐射性能好 GaAs 为直接禁带材料,少数载流子寿命较短,在离结几个扩散度外产生的损伤,对光电流和暗电流均无影响。因此,其抗高能粒子辐照的性能优于间接禁带的 Si 太阳电池。在电子能量为 1 MeV ,通量为  $1 \times 10^{15}$  个/  $\text{cm}^2$  辐照条件下,辐照后与辐照前太阳电

池输出功率比, GaAs 单结太阳能电池 $> 0.76$ , GaAs 多结太阳能电池 $> 0.81$ , 而 BSFSi 太阳能电池仅为  $0.70$ 。

e) 可制成效率更高的多结叠层太阳能电池 MOCVD 技术的日益完善, III-2 V 族三元、四元化合物半导体材料(GaInP、AlGaInP、GaInAs 等)生长技术取得的重大进展,为多结叠层太阳能电池研制提供了多种可供选择的材料。

## 二. 前景

GaAs 太阳能电池作为新一代高性能长寿命空间主电源,必将逐步取代目前广泛采用的 Si 电池,在空间光伏领域占据主导地位。我国航天事业的飞速发展,迫切需要高性能、长寿命的空间主电源。目前在 GaAs 电池领域与国外先进水平差距较大,必须加快研制,重点发展三结以上的高效率 GaAs 多结太阳能电池(非聚光、聚光和薄膜太阳能电池)。

01--14081054--田坤