

# 光 电 池 原 理 及 其 应 用

李汉军 杨士亮 杨恩智

(空军后勤学院 徐州 221000)

光电池是利用半导体光伏效应制成的光电转换器件。它既可以作为电源,又可以作为光电检测器件。作为电源使用的光电池,主要是直接把太阳的辐射能转换为电能,称为太阳能电池。太阳电池不需要燃料,没有运动部件,也不排放气体,具有重量轻,工作性能稳定,光电转换效率高,使用寿命长,不产生污染等优点,在航天技术、气象观测、工农业生产乃至人们的日常生活等方面都得到了广泛的应用。作为光电检测器件使用的光电池,具有反应速度快,工作时不需要外加偏压等特点,用于近红外探测器、光电耦合器、光电开关等。光电池的制作材料有许多种,例如硅、硒、锗、硫化镉、砷化镓等,其中最常用的是硅光电池。

## 一、硅光电池的结构及工作原理

硅光电池的基本结构如图 1 所示,它的基片用低阻( $\rho = 0.1 \sim 0.01 \Omega \text{ cm}$ ) n 型硅单晶制成,再用扩散硼(或磷)的方法在基片上形成 p 型膜,构成 pn 结。当光照射到 p-n 结时,一部分被反射,其余部分被 p-n 吸收,被吸收的辐射

能有一部分变成热,另一部分以光子的形式与组成 p-n 结的原子价电子碰撞,产生电子空穴对。产生在 p-n 结势垒区的电子空穴对,在势垒区内建电场的作用下,将电子驱向 n 区,空穴驱向 p 区,从而使得 n 区有过剩的电子, p 区有过剩的空穴。这样在 p-n 结附近就形成与内建电场方向相反的光生电场。光生电场除一部分抵消内建电场外,还使 p 型层带正电, n 型层带负电,在 n 区和 p 区之间的薄层产生光生电动势,这种现象称为光生伏打效应,简称光伏效应。若分别在 p 型层和 n 型层焊上金属引线,接通负载,在持续光照下,外电路便有电流通过。如此形成的一个个电池元件,经过串联和并联,就能产生一定的电压和电流,输出电能,从而实现光电转换。

硅光电池响应时间短( $10^{-3} \sim 10^{-6} \text{ s}$ ),光电转换效率高(目前转换效率高达 27.5% 的硅光电池已研制成功)。若有  $1 \text{ m}^2$  的这种光电池,在足够的阳光照射下,可以产生 100 多瓦的电能。

前苏联从 70 年代就开始了高能微波武器的研究工作,他们在各方面的研究技术都领先于美国。1979 年,前苏联在苏捷边境进行了一次动物试验,该试验使用的高能微波武器可使距离 1km 的山羊突然死亡,使距离 2km 的山羊立即丧失活动能力。以后,他们又研制出了一种用于防空的高能量微波武器,可以用来保护重要的军事基地和军事指挥中心。

90 年代以来,高能微波武器发展总的趋势是进一步提高发射功率和能量转换效率,减小体积,增强生存能力。高能量微波武器,在现代

战争中具有巨大的作战应用潜力,它必将作为一种重要的电子杀伤武器更为广泛地应用在 21 世纪的战场上。

总之,现代化的战争离不开现代化的武器装备,现代化的武器装备离不开现代化的电子设备,现代化的电子设备离不开良好的电磁环境。由于现代战场电磁环境日趋复杂,从而对武器装备提出了更高的要求。因此,如何提高武器装备的电磁作战能力和抗电磁干扰能力,是今后武器装备建设中的一项重要任务,也是保证取得未来战争胜利的一个重要条件。

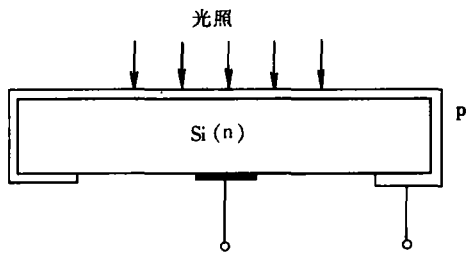


图1 硅光电池结构示意图

硅光电池在  $100\text{mW}/\text{cm}^2$  的人射光照射下, 其开路电压为  $450\sim 600\text{mV}$ , 短路电流为  $16\sim 30\text{mA}/\text{cm}^2$ , 光电转换效率为  $6\sim 12\%$  以上. 下面列出部分国产硅光电池的主要技术参数.

表1 部分国产2CR硅光电池的主要技术参数表

型号	开路电压 (mV)	短路电流 (mA)	转换效率%	面积 ( $\text{mm}^2$ )
	30℃ 入射光强 $100\text{mW}/\text{cm}^2$			
2CR21	450~500	4~8	6~8	5×5
2CR22	500~550	4~8	8~10	5×5
2CR23	550~580	4~8	10~12	5×5
2CR24	580~600	4~8	12以上	5×5
2CR41	450~500	18~30	6~8	10×10
2CR42	500~550	18~30	8~10	10×10
2CR43	550~580	18~30	10~12	10×10
2CR44	580~600	18~30	12以上	10×10
2CR61	450~500	31~53	6~8	Φ15
2CR62	500~550	31~53	8~10	Φ15
2CR63	550~580	31~53	10~12	Φ15
2CR64	580~600	31~53	12以上	Φ15
2CR81	450~500	88~100	6~8	Φ25
2CR82	500~550	88~100	8~10	Φ25
2CR83	550~580	88~100	10~12	Φ25
2CR84	580~600	88~100	12以上	Φ25

## 二、硅光电池的应用

硅光电池问世不过半个世纪, 但是它的应用范围却非常广泛. 硅光电池主要有两个方面的应用, 即作为电源和作为光电检测器件的应用. 这里介绍几种硅光电池的应用实例.

### 1. 航标灯硅光电池发电装置

设立在港湾及河海航道上的航标灯(浮标灯或灯塔), 可以采用光电池作为电源, 以减小安装、维护和管理难度. 图2为航标灯硅光电池发电装置示意图. 光电池把太阳能转换为电能后, 可以直接给航标灯供电. 但在阴雨天或晚上, 光线很弱, 光电池的输出电压很低, 不能满足负载要求. 为了解决这一问题, 光电池必须与蓄电池并联使用. 有光照时, 光电池给负载供电的同时, 给蓄电池充电. 光线减弱到

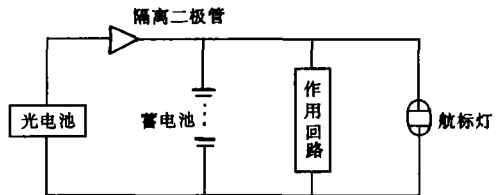


图2 航标灯硅光电池发电装置示意图

一定程度, 由光电池和蓄电池一起给负载供电. 无光照时, 由蓄电池给负载供电. 图2中隔离二极管起到防止逆流作用.

### 2. 电子清纱器

利用硅光电池的光生电流和电压随受光面

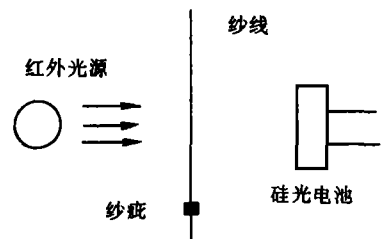


图3 电子清纱器的光电探测头示意图

积变化的特性, 可以制成灵敏光电探测头. 电子清纱器中的光电探测头就是利用这个原理制成的, 如图3所示. 当均匀纱线通过光电探测头时, 硅光电池输出某一信号电压, 执行机构不动作. 当纱线上出现纱疵时, 由于纱疵比纱线粗, 硅光电池的受光面积减小, 输出电压也就减小, 当小到一定程度时, 执行机构动作, 控制剪刀剪断纱线, 实现自动清纱.