

Pin Mặt Trời cung cấp điện năng cho Trạm Nghiên cứu vũ trụ quốc tế ISS hoạt động dựa trên hiện tượng nào?

## 1. Hiện tượng quang điện trong

### a) Hiện tượng quang điện trong

Khi bán dẫn tinh khiết được chiếu bằng chùm ánh sáng có bước sóng thích hợp, thì một số electron liên kết trong bán dẫn có thể bứt ra khỏi các nguyên tử bán dẫn và chuyển động tự do trong khối bán dẫn đó. Đồng thời, có một số lượng như vậy các lỗ trống được tạo ra và tham gia vào quá trình dẫn điện.

**Hiện tượng tạo thành các electron dẫn và lỗ trống trong bán dẫn, do tác dụng của ánh sáng có bước sóng thích hợp, gọi là hiện tượng quang điện trong** (để phân biệt với hiện tượng quang điện ngoài đã xét ở Bài 43).

Muốn gây được hiện tượng quang điện trong thì ánh sáng kích thích phải có bước sóng nhỏ hơn hoặc bằng một giá trị  $\lambda_0$ , gọi là *giới hạn quang điện của bán dẫn*.

Vì năng lượng cần thiết để giải phóng electron liên kết trong bán dẫn thường nhỏ hơn công thoát  $A$  của electron từ mặt kim loại, nên giới hạn quang điện của nhiều bán dẫn nằm trong vùng ánh sáng hồng ngoại. Chẳng hạn với Ge thì  $\lambda_0 = 1,88 \mu\text{m}$ ; với Si :  $\lambda_0 = 1,11 \mu\text{m}$ ; với CdS :  $\lambda_0 = 0,90 \mu\text{m}$ .

### b) Hiện tượng quang dẫn

Ta đã biết (SGK Vật lí 11 nâng cao), điện trở suất

**C1** Nếu những điểm giống nhau và khác nhau giữa hiện tượng quang điện trong và hiện tượng quang điện ngoài đã xét ở Bài 43.

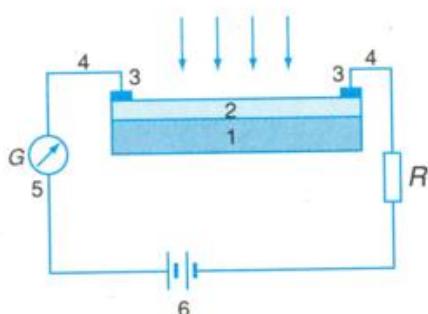
Một mẫu CdS có điện trở khoảng  $3 \cdot 10^6 \Omega$  khi không được chiếu sáng, sẽ có điện trở khoảng  $20 \Omega$  khi được chiếu sáng.

Vật liệu có tính quang dẫn được sử dụng rất rộng rãi để phát hiện tia hồng ngoại, hoặc dùng trong các remote điều khiển bằng tia hồng ngoại như thiết bị báo cháy, bộ điều khiển từ xa ở máy thu hình,...

### Bảng 46.1

Giới hạn quang điện của một số bán dẫn

Chất	$\lambda_0$ ( $\mu\text{m}$ )
Ge	1,88
Si	1,11
PbS	4,14
CdS	0,90
PbSe	5,65



Hình 46.1 Mạch điện dùng quang điện trở.

Người ta phủ lên trên để cách điện (1) (bằng thuỷ tinh hay bằng chất dẻo) một lớp bán dẫn mỏng (2), bề dày chừng  $20 \div 30 \mu\text{m}$  (như chì sunfua hay cadimi sunfua). Từ hai đầu của lớp bán dẫn, người ta làm các điện cực (3) bằng kim loại và dẫn ra ngoài bằng các dây dẫn (4); mạch ngoài nối với điện kế (5), một điện trở tải  $R$  và nguồn điện (6).

Khi cường độ ánh sáng chiếu vào quang điện trở thay đổi, thì cường độ dòng điện trong mạch cũng thay đổi và hiệu điện thế hai đầu điện trở tải  $R$  cũng thay đổi, phù hợp với sự biến thiên của cường độ ánh sáng.

của bán dẫn, như Si, Ge, Se, CdS, PbS..., giảm đi khi bị ánh sáng thích hợp chiếu vào.

**Hiện tượng giảm điện trở suất, tức là tăng độ dẫn điện của bán dẫn, khi có ánh sáng thích hợp chiếu vào gọi là hiện tượng quang dẫn.**

Hiện tượng quang dẫn được giải thích dựa trên hiện tượng quang điện trong. Khi bán dẫn được chiếu bằng chùm ánh sáng có bước sóng thích hợp, thì trong bán dẫn có thêm electron dẫn và lỗ trống được tạo thành. Do đó, mật độ hạt tải điện trong bán dẫn tăng, độ dẫn điện của bán dẫn tăng, tức là điện trở suất của nó giảm. Cường độ ánh sáng chiếu vào bán dẫn càng mạnh thì điện trở suất của nó càng nhỏ.

Người ta thường nói các bán dẫn có *tính quang dẫn*.

## 2. Quang điện trở

Quang điện trở được chế tạo dựa trên hiệu ứng quang điện trong. Đó là một tấm bán dẫn có giá trị điện trở thay đổi khi cường độ chùm sáng chiếu vào nó thay đổi.

Sơ đồ một mạch điện dùng quang điện trở được vẽ trên Hình 46.1.

Khi trên lớp bán dẫn chưa có ánh sáng rơi vào, trong mạch có một dòng điện nhỏ gọi là dòng tối. Nó phụ thuộc vào điện trở thuần của quang điện trở và vào hiệu điện thế đặt vào hai điện cực. Khi ta rời sáng lớp bán dẫn, cường độ dòng điện qua nó phụ thuộc cường độ chùm sáng và hiệu điện thế giữa hai điện cực.

Quang điện trở thường được lắp với các mạch khuếch đại trong các thiết bị điều khiển bằng ánh sáng, trong các máy đo ánh sáng.

## 3. Pin quang điện

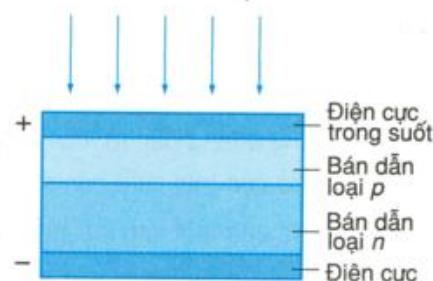
Pin quang điện là nguồn điện, trong đó quang năng được biến đổi trực tiếp thành điện năng. Hoạt

động của pin dựa trên hiện tượng quang điện trong của một số chất bán dẫn như đồng ôxit, selen, silic,...

Cấu tạo của pin quang điện gồm một tấm bán dẫn loại  $n$ , bên trên có phủ một lớp mỏng bán dẫn loại  $p$ . Mặt trên cùng là một lớp kim loại mỏng trong suốt với ánh sáng và dưới cùng là một đế kim loại (Hình 46.2). Các lớp kim loại này đóng vai trò các điện cực. Lớp tiếp xúc  $p - n$  được hình thành giữa hai bán dẫn.

Khi ánh sáng có bước sóng thích hợp ( $\lambda \leq \lambda_0$ ) chiếu vào lớp kim loại mỏng ở trên cùng thì ánh sáng sẽ đi xuyên qua lớp này và lớp bán dẫn loại  $p$ , rồi đến lớp chuyển tiếp  $p - n$ , gây ra hiện tượng quang điện trong, giải phóng ra các cặp electron và lỗ trống. Điện trường ở lớp chuyển tiếp  $p - n$  đẩy các lỗ trống về phía bán dẫn loại  $p$  và đẩy các electron về phía bán dẫn loại  $n$ . Do đó, lớp kim loại mỏng trên lớp bán dẫn loại  $p$  sẽ nhiễm điện dương và trở thành điện cực dương của pin, còn đế kim loại dưới bán dẫn loại  $n$  sẽ nhiễm điện âm và trở thành điện cực âm (Hình 46.2). Suất điện động của pin quang điện thường có giá trị từ 0,5 V đến 0,8 V.

Pin quang điện đã trở thành nguồn cung cấp điện năng cho các vùng sâu, vùng xa ở nước ta, trên các vệ tinh nhân tạo, con tàu vũ trụ, trong các máy đo ánh sáng, máy tính bỏ túi,...



**Hình 46.2** Sơ đồ cấu tạo pin quang điện.



**Hình 46.3** Ảnh một ngôi nhà được cấp điện bằng những tấm pin Mặt Trời chế tạo từ bán dẫn silic, đặt trên mái nhà.

## ?

### CÂU HỎI

- Thế nào là hiện tượng quang điện trong, hiện tượng quang dẫn ?
- Tại sao tia hồng ngoại chỉ có thể gây ra được hiện tượng quang điện trong, còn tia tử ngoại mới gây ra được hiện tượng quang điện ngoài ?
- Quang điện trở là gì ?
- Giải thích vắn tắt nguyên tắc hoạt động của pin quang điện.



## BÀI TẬP

---

1. Hiện tượng quang dẫn là hiện tượng
  - A. điện trở của một chất bán dẫn tăng khi được chiếu sáng.
  - B. điện trở của một kim loại giảm khi được chiếu sáng.
  - C. điện trở của một chất bán dẫn giảm khi được chiếu sáng.
  - D. truyền dẫn ánh sáng theo các sợi quang uốn cong một cách bất kì.
2. Theo định nghĩa, hiện tượng quang điện trong là
  - A. hiện tượng quang điện xảy ra ở bên trong một khối kim loại.
  - B. hiện tượng quang điện xảy ra ở bên trong một khối điện môi.
  - C. nguyên nhân sinh ra hiện tượng quang dẫn.
  - D. sự giải phóng các electron liên kết để chúng trở thành electron dẫn nhờ tác dụng của một bức xạ điện từ.
3. Pin quang điện là nguồn điện, trong đó
  - A. quang năng được biến đổi trực tiếp thành điện năng.
  - B. năng lượng Mặt Trời được biến đổi toàn bộ thành điện năng.
  - C. một tế bào quang điện được dùng làm máy phát điện.
  - D. một quang điện trở, khi được chiếu sáng, thì trở thành một máy phát điện.