



大学物理实验

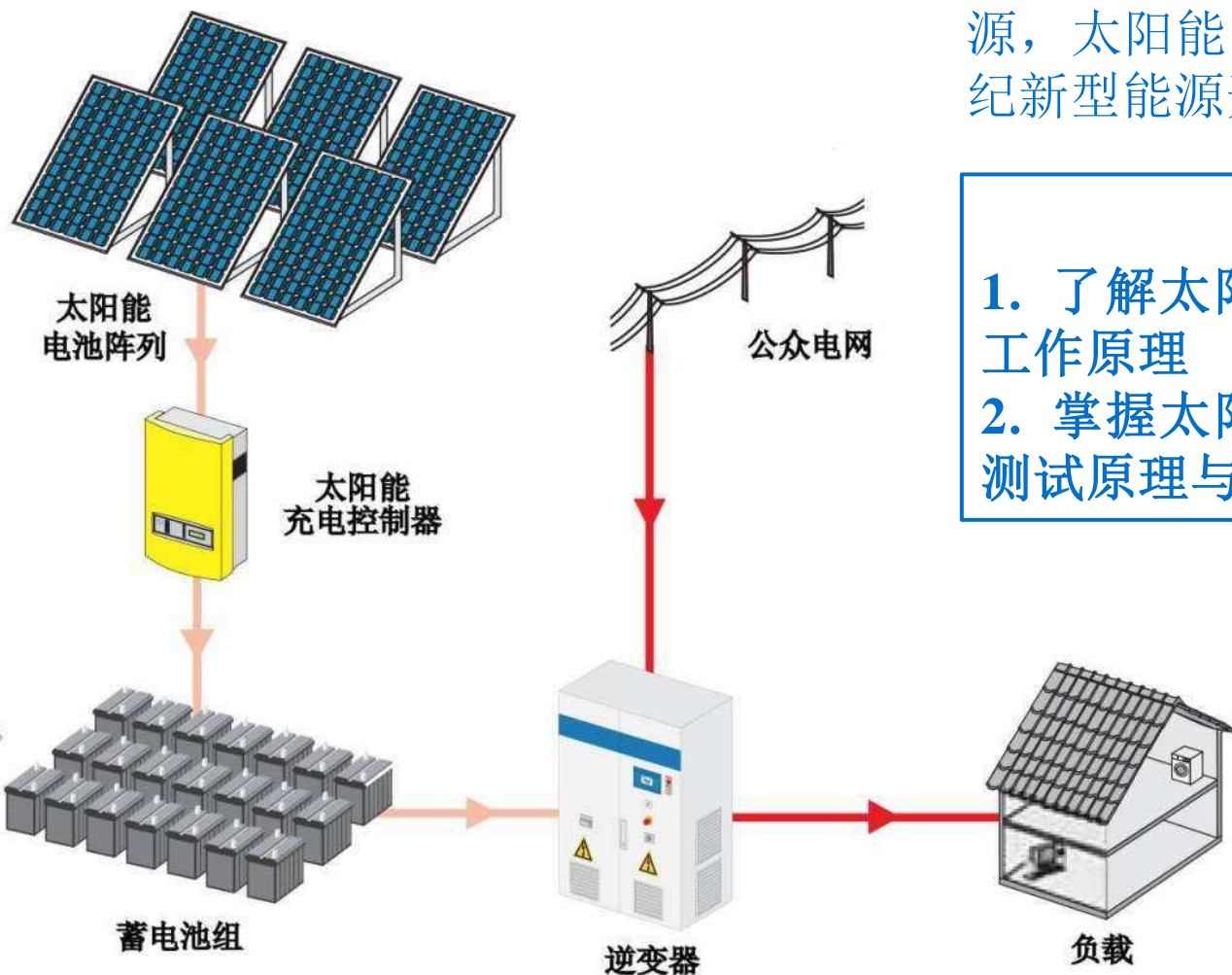
太阳能电池的基本特性研究

背景介绍

太阳能是一种清洁、绿色的能源，太阳能电池的开发利用是21世纪新型能源开发的重点课题。

实验目的

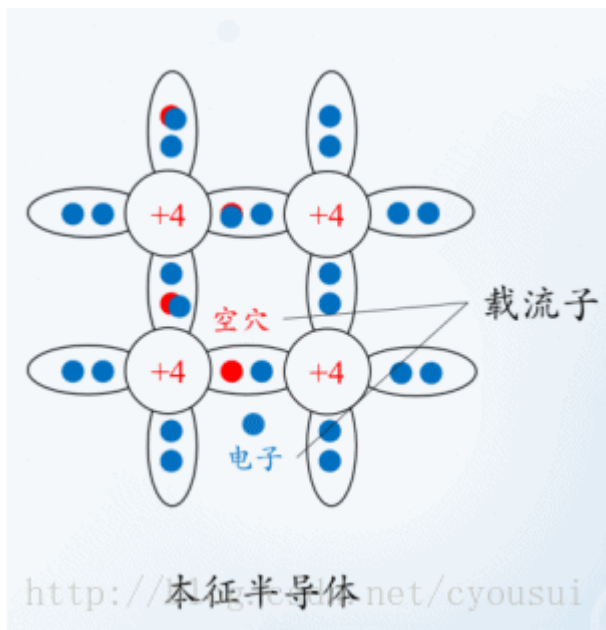
1. 了解太阳能电池的基本结构和工作原理
2. 掌握太阳能电池基本特性参数测试原理与方法



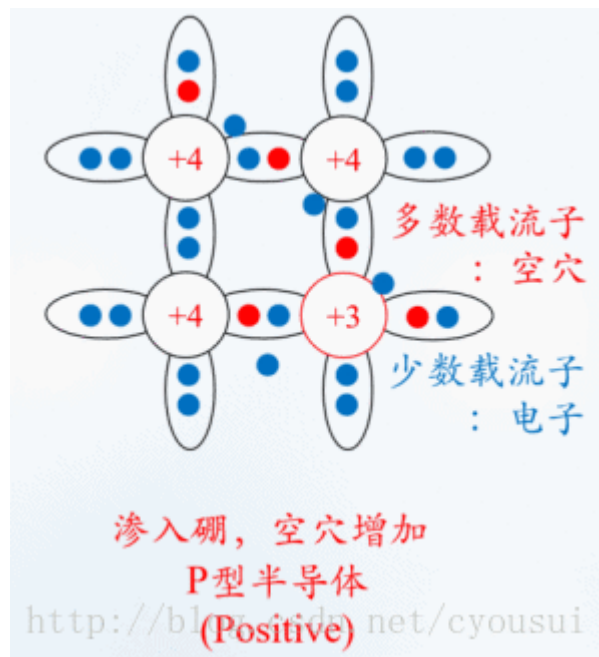
实验原理：P-N结

P型半导体：空穴多，容易吸引电子，会形成负电荷。

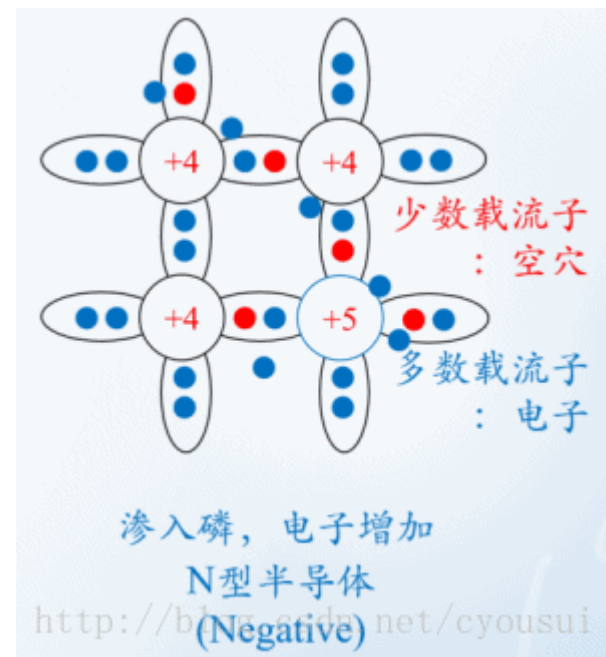
N型半导体：电子多，电子容易逃跑，会形成正电荷。



(a)

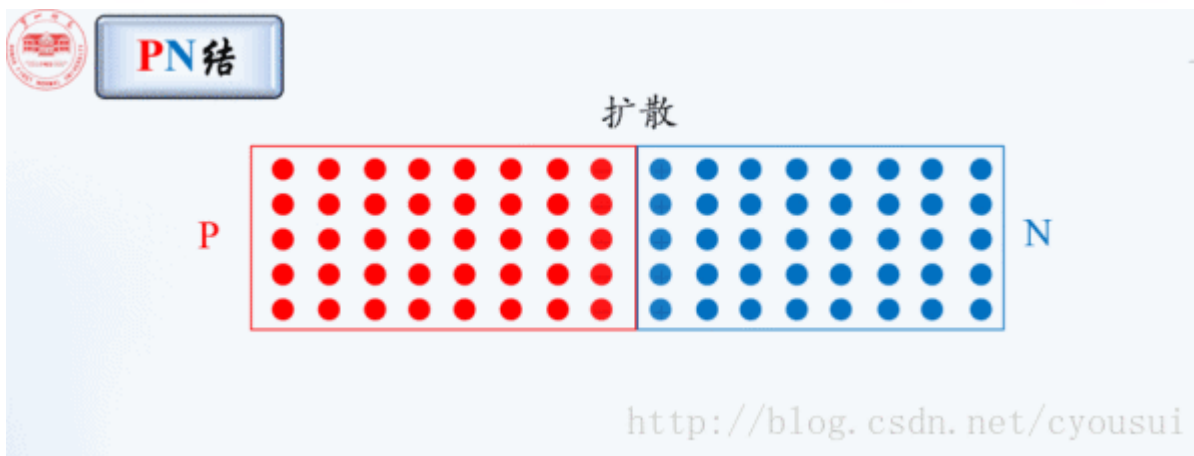


(b)

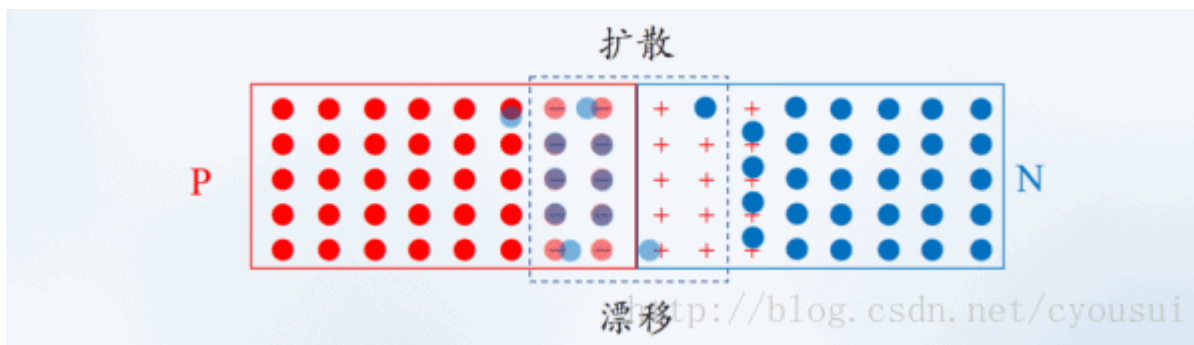


(c)

实验原理：P-N结



多子扩散出，形成一个内电场；该区域也称为P-N结、耗尽层、空间电荷区。



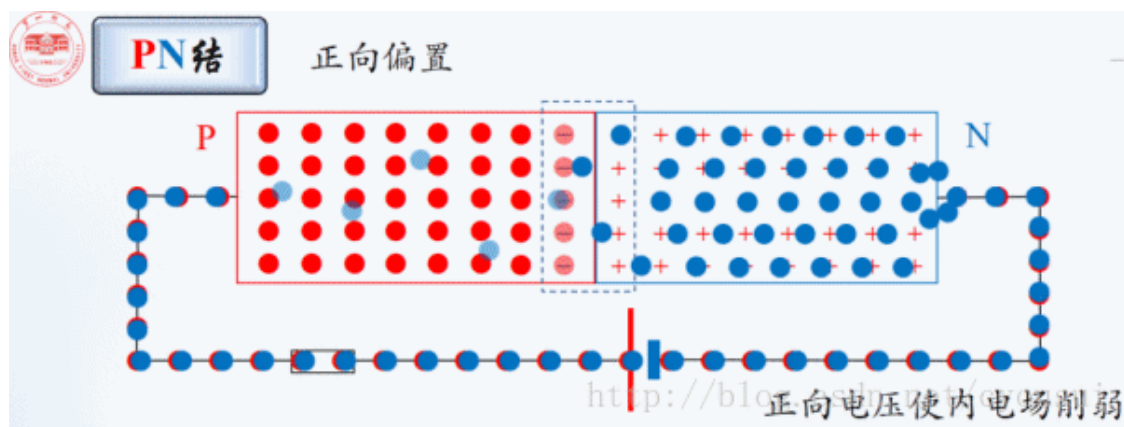
电子受到电场力作用会漂移向N级，但N级电子太多，还是会向P级扩散。两种运动形成了动态平衡。

实验原理：P-N结

外接电路后，P-N结中电荷会重新分布

正向偏置

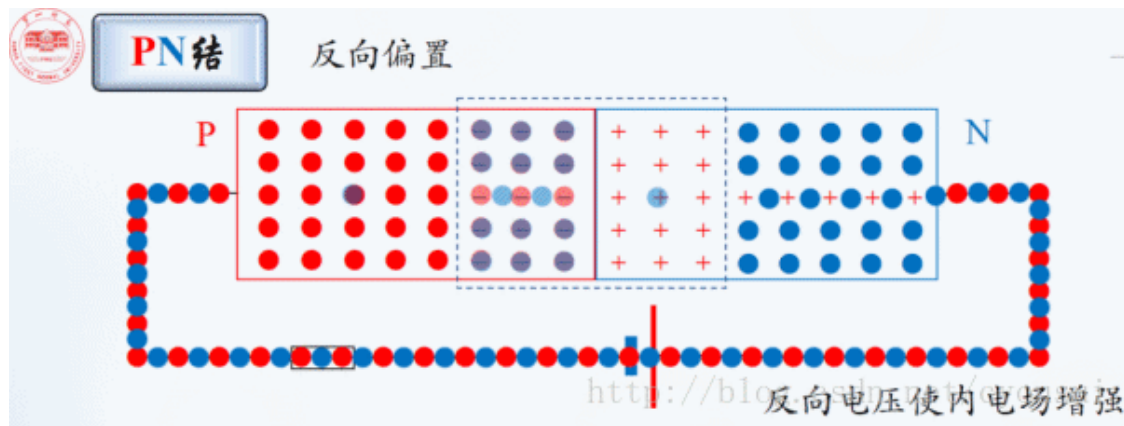
因为载流子多而且PN结窄,所以会形成比较大的电流。



实验原理：P-N结

反向偏置：

因为载流子少而且PN结太宽，所以电流会很小。



外加电场与空间电荷区的内电场方向一致：

- 破坏扩散与漂移运动的平衡状态
- 空间电荷区变宽
- 内电场增强

造成多数载流子扩散运动难于进行，同时加强了少数载流子的漂移运动，形成由N区流向P区的反向电流。但由于常温下少数载流子恒定且数量不多，故反向电流极小。

反向电流突然增大时的电压称击穿电压。

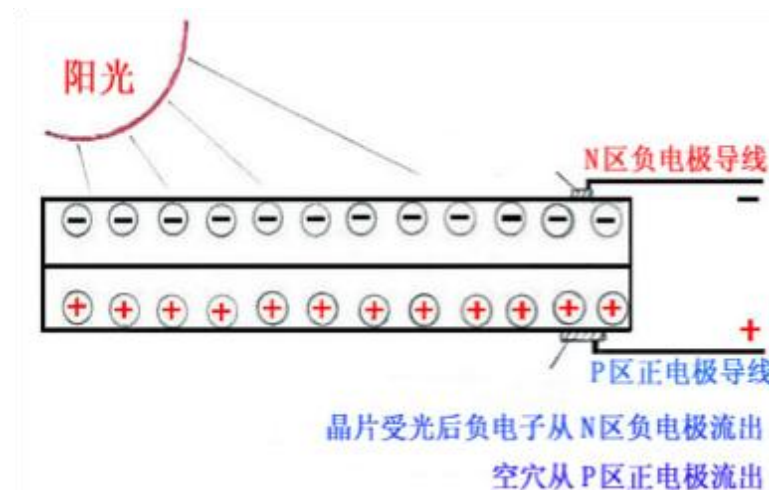
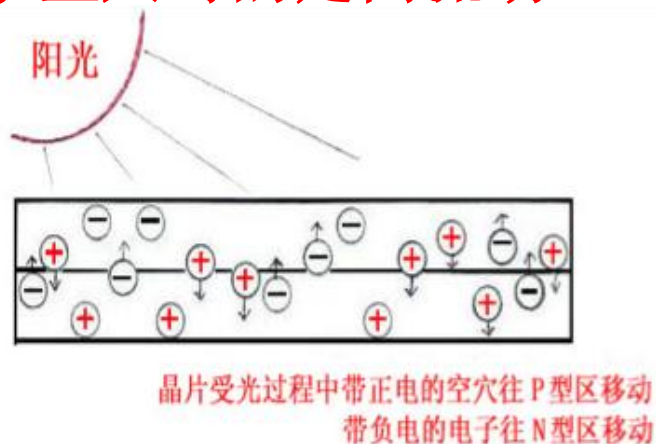
- 雪崩击穿：在掺杂浓度较低的PN结中，阻挡层宽，碰撞电离的机会较多，雪崩击穿的击穿电压高。
- 齐纳击穿：在掺杂浓度较高的PN结中，阻挡层窄，电场强，导致原子的价电子从共价键中拉出来。
- 热电击穿：反向电流要引起热损耗，引起温度升高，载流子浓度增大。

实验原理：半导体的光生伏特效应

1. 产生电子-空穴对



2. 电子空穴对的定向流动



P区形成电子-空穴对后，自由电子在P-N结附近会受到电场的作用，运动到N区，从而降低PN结附近自由电子浓度；P区其他地方的自由电子继续扩散到该处，继续被电场作用运动到N区。

同理，N区的空穴对以相同方式运动到P区，从而使N区带负电、P区带正电，使得P-N结两端形成电压。

实验原理：半导体的光生伏特效应

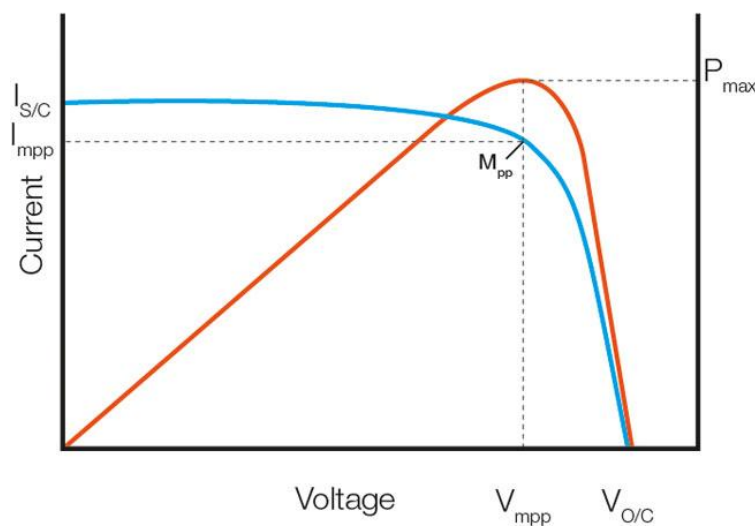
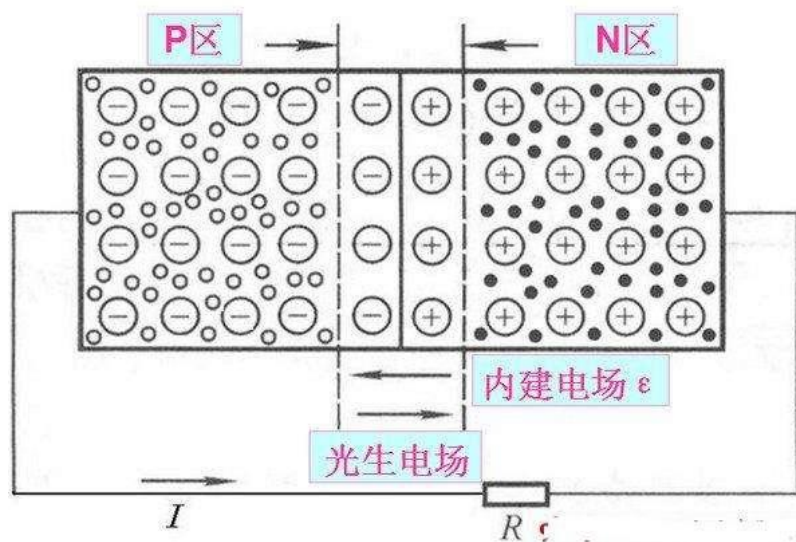
3. 短路电流与开路电路

短路电流 I_{sc} ：当太阳能电池的输出端短路时（ $U=0$ ）

开路电压 U_{oc} ：当太阳能电池的输出端开路时（ $I=0$ ）可测

输出功率： $P=IU$ ，最大输出功率 P_{max} ，此时的负载为最佳匹配负载

填充因子： $FF = \frac{P_{max}}{I_{sc} \times U_{oc}}$



注意事项

1. 硅太阳能电池的暗特性测量

- ① **负向电压步长为1V**，正向电压为0.3 V；如果达不到3（-7）V，则记录下最大电压及其电流；
- ② 反向电压时，请调换太阳能电池的正负极输入；
- ③ 记录数组时，要记录到屏幕显示的最后一位数字，包括0。

2. 开路电压、断流电流与光强关系测量

- ① 连接线时，请使用最长的导线连接。

3. 太阳能电池输出特性测试

- ① 注意，改变可调电阻时，**0和9这两个数值之间不可直接调节**，而是从0逐步增加至9，或从9逐步减小至0；
- ② 输出电压，最大值请调节到开路电压为止；若达不到开路电压，则记录到最大电压。

1. 实验一开始就打开电源预热光源，**不可长时间直视光源**；在预热光源的时候，需用遮光罩罩住太阳能电池，以降低太阳能电池的温度，减小实验误差。

2. 光源灯罩表面的温度都很高，**请不要触摸**。

3. 测量时按照实际情况**变更电流表、电压表、光强表量程**。

3. 线路如果连错，立刻关闭电源重新连线。

4. 变更测量用仪表时，需要确保连接之前仪表的所有线已经拔下。