

# 「科普」PN 结为什么可以单向导电？

大象韩 2020-03-31 12:13:05

二极管的单向导电特性用途很广，到底是什么原因让电子如此听话呢？它的微观机理是什么呢？这里简单形象介绍一下：

假设有一块 P 型半导体（用黄色代表空穴多）和一块 N 型半导体（用绿色代表电子多），它们自然状态下分别都是电中性的，即不带电。如图 1 所示。

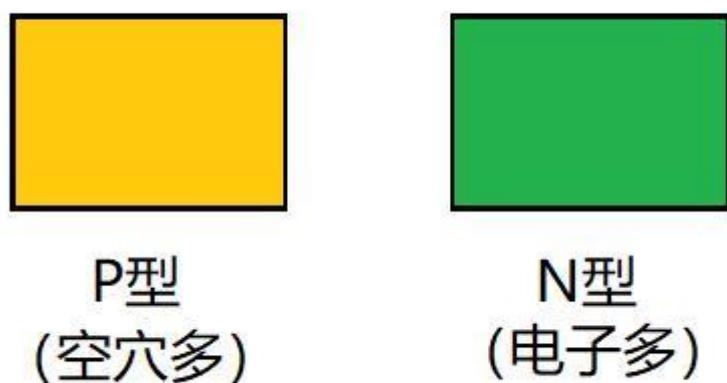


图 1. P 型和 N 型半导体

把它们结合在一起，就形成 PN 结。边界处 N 型半导体的电子自然就会跑去 P 型区填补空穴，留下失去电子而显正电的原子。相应 P 型区边界的原子由于得到电子而显负电，于是就在边界形成一个空间电荷区。为什么叫“空间电荷区”？是因为这些电荷是微观空间内无法移动的原子构成的。

空间电荷区形成一个内建电场，电场方向由 N 到 P，这个电场阻止了后面的电子继续过来填补空穴，因为这时 P 型区的负空间电荷是排斥电子的。电子和空穴的结合会越来越慢，最后达到平衡，相当于载流子耗尽了，所以空间电荷区也叫耗尽层。这时 PN 结整体还呈电中性，因为空间电荷有正有负互相抵消。如图 2 所示。

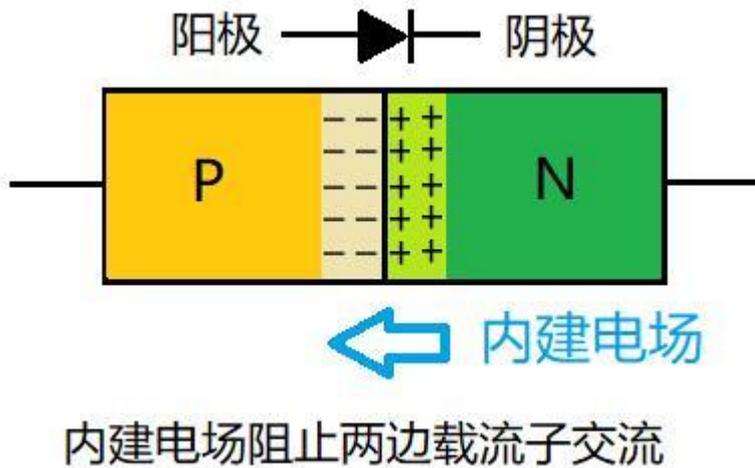


图 2. PN 结形成内建电场

图 2. PN 结形成内建电场

外加正向电压，电场方向由正到负，与内建电场相反，削弱了内建电场，所以二极管容易导通。绿色箭头表示电子流动方向，与电流定义的方向相反。如图 3 所示。

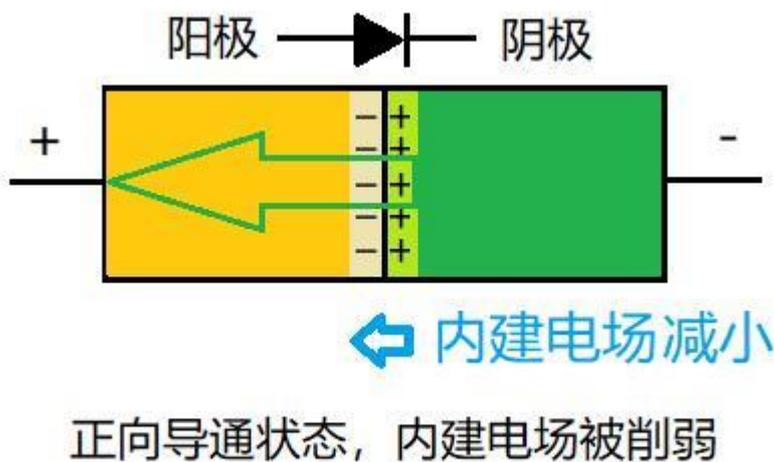


图 3. 正向导通状态

外加反向电压，电场方向与内建电场相同，增强了内建电场，所以二极管不容易导通。如图 4 所示。当然，不导通也不是绝对的，一般会有很小的漏电流。随着反向电压如果继续增大，可能造成二极管击穿而急剧漏电。

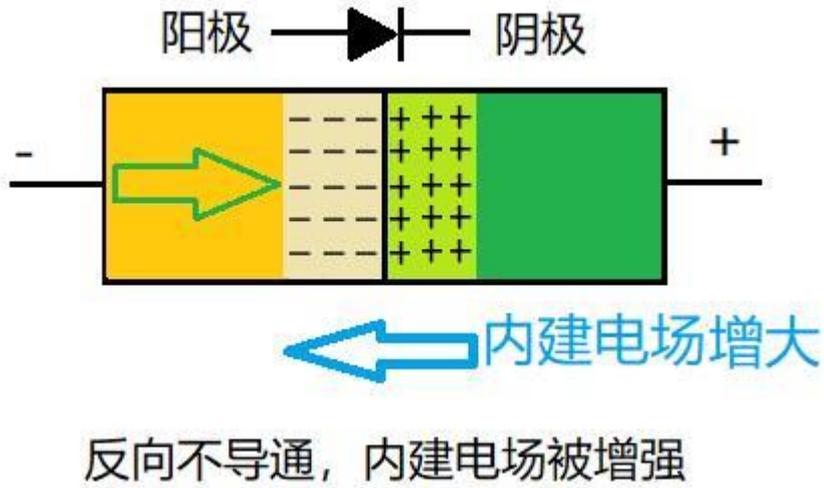


图 4. 反向不导通状态

图 5 是二极管的电流电压曲线供参考。

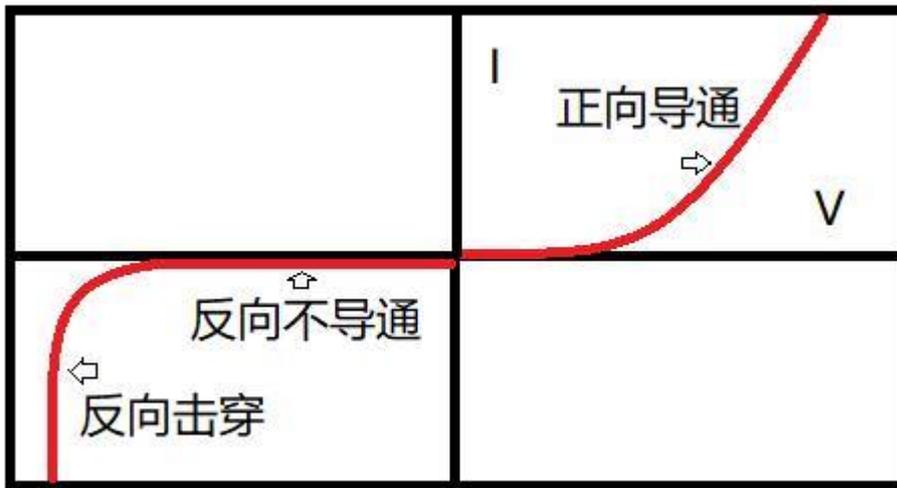


图 5. 二极管电流电压曲线

图 6 形象的展示了不同方向二极管为什么能导通和不能导通，方便理解。

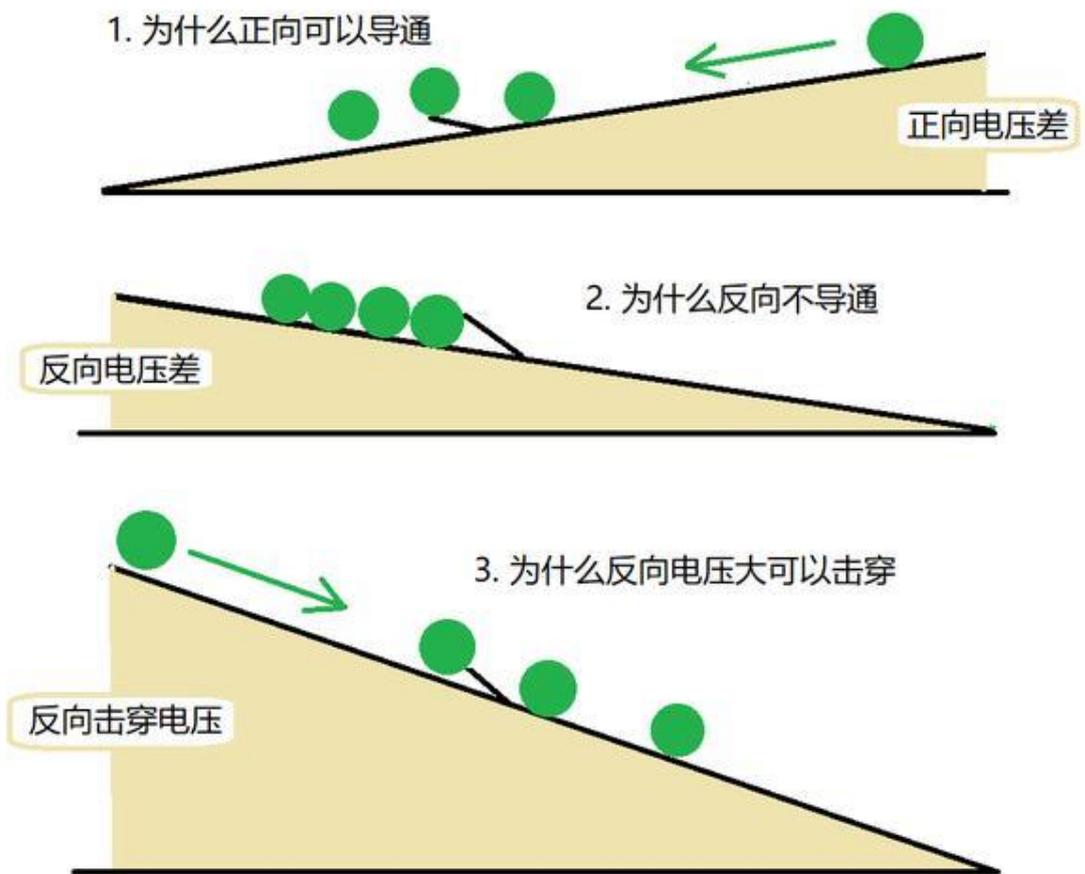


图 6. 不同方向导通效果不同

生活中单向导通的例子也不少，比如地铁进站口的单向闸机，也相当于二极管的效果：正向导通，反向不导通，如果硬要反向通过，可能就会因为太大力“反向击穿”破坏闸机了。（大象 20200330）