



智慧慈悲 | 科技人文 | 禅思原创



从电子角度禅悟世界 用电子技术传播禅学

心如工画师 能画诸世间

《华严经》

大象 退出

【电子禅国际_论坛首页】 » 大象讲堂 Hans's Lecture Room » 【大象讲堂18】能通过反偏PN结的四种电流

<< 上一主题 | 下一主题 >>

回复

新帖

本主题由 大象 于 2020-4-22 13:30 加入精华

管理选项

【大象】 发表于 2020-4-22 13:06 只看该作者

小中大 1#

【大象讲堂18】能通过反偏PN结的四种电流

PN结具有单向导通的特性，用途很广。正向导通理解上没有什么难度。但是反向不导通，却经常遇到存在电流的情况。特别是MOS管的饱和区沟道夹断，及三极管的集电极，都是一个PN结反偏，为什么还有能通过电流呢？

笔者做过几年高校老师，这个问题年年都有学生问。这里试用图片做一个详细的解答。

以硅为例说明，硅原子有14个核外电子，其中有10个是内层电子一般不参与外界活动，所以只考虑最外层轨道的4个价电子。而硅最外层轨道可以容纳8个电子，于是硅就会以正四面体结构共用电子。为了简化，我们以二维平面方式画出，如图1所示。

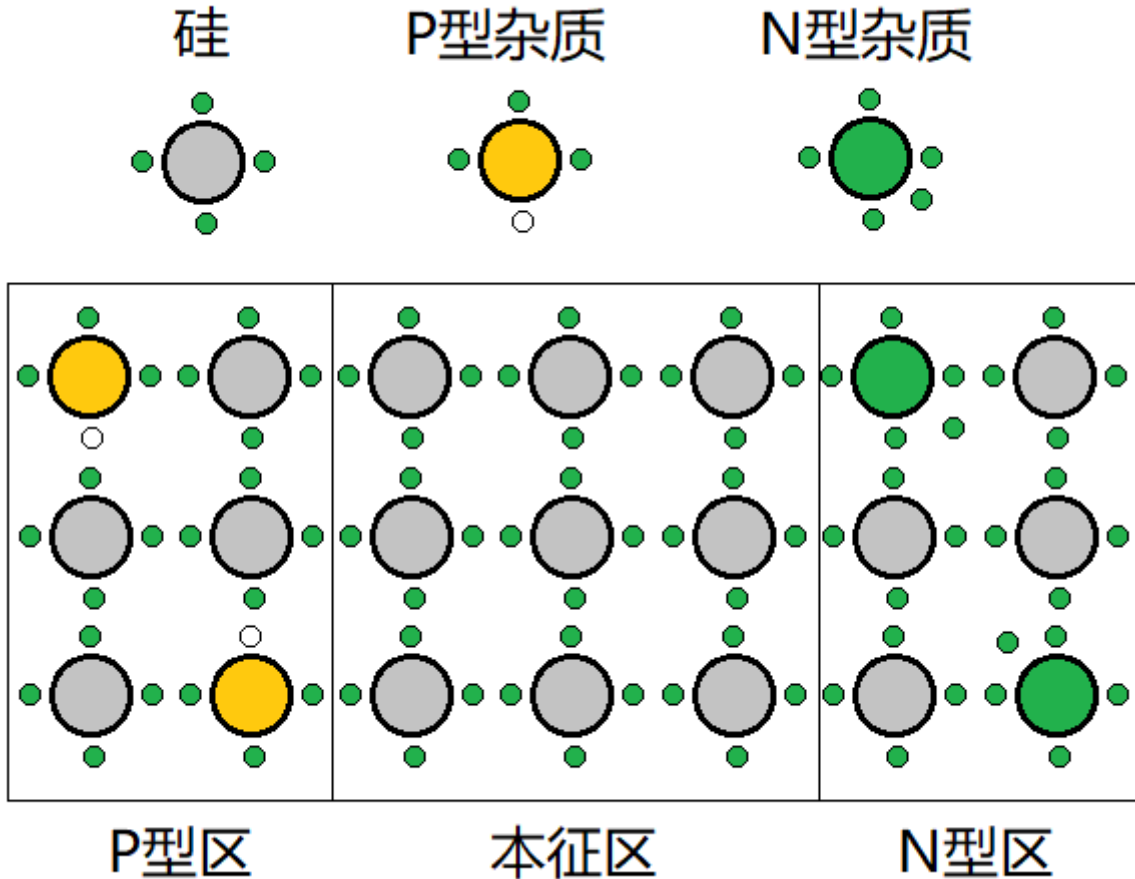


图1. 硅与P型N型杂质

图1中可以看到，本征硅与周围四个硅原子共用电子，就达到了8个电子的稳定状态，它的导电性能很弱。常用的器件需要掺入杂质原子，比如掺入有5个共价电子的N型杂质，就多余一个电子。掺入有3个共价电子的P型杂质，就会留下空穴，空穴并不是实际存在的粒子，只是一个空位。

当P型和N型区域靠近时，它们就会各取所需。为方便图示，这里只显示杂质原子。P型原子得到一个电子填补了空穴，显负电性。N型原子失去一个电子，显正电性。在交界处就会形成一个PN结，这时候显电性的原子构成空间电荷区，形成一个内建电场，方向如粉色箭头所示。这个内建电场阻止了N型区的电子的进一步填补P型区的空穴，也可以说是先前得到电子显负电的P型原子会排斥后续的电子过来。

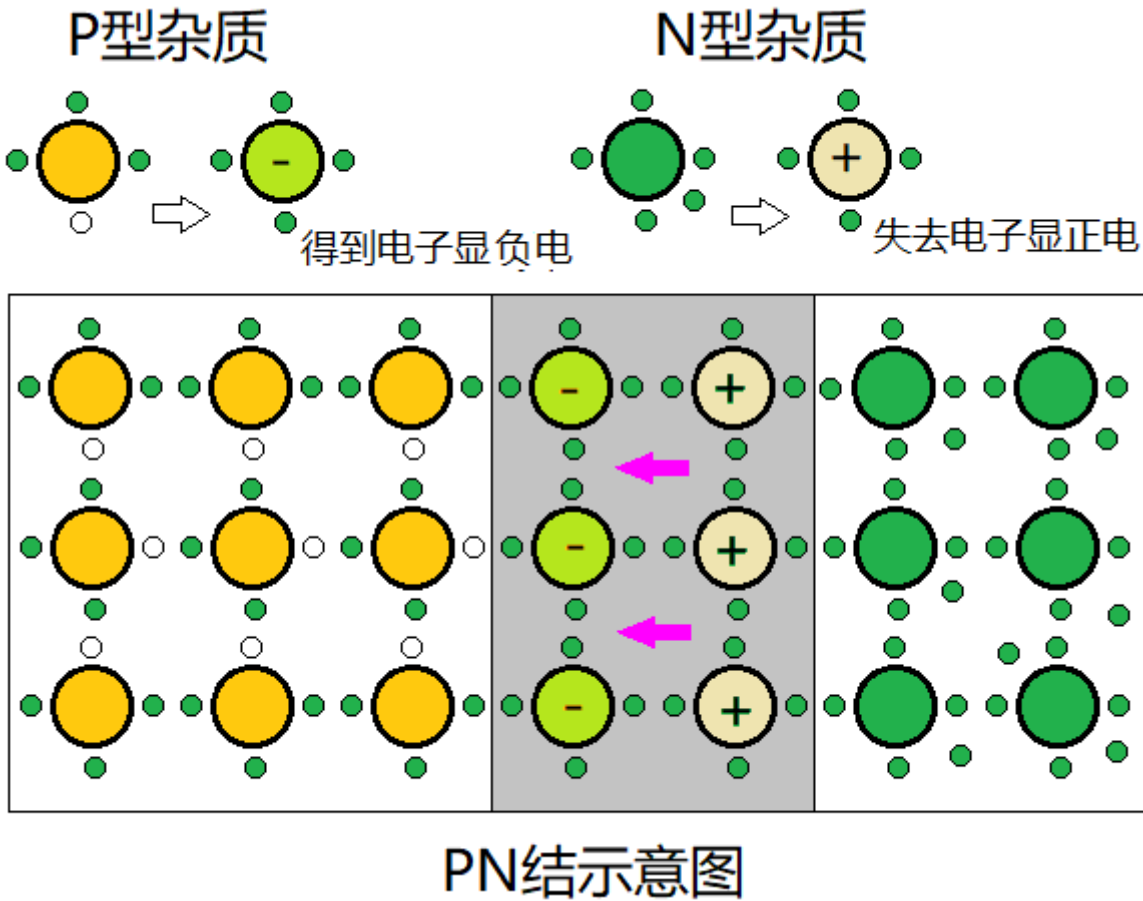


图2. PN结的形成

但是，是不是内建电场可以阻止所有电子穿越呢？不是，总有一些电子能量比较高，角度比较好，能穿越空间电荷区。这就是PN结反偏虽然不导电，但是会有很小漏电流的原因。如图3所示。

漏电

是个别高能电子穿透PN结形成的

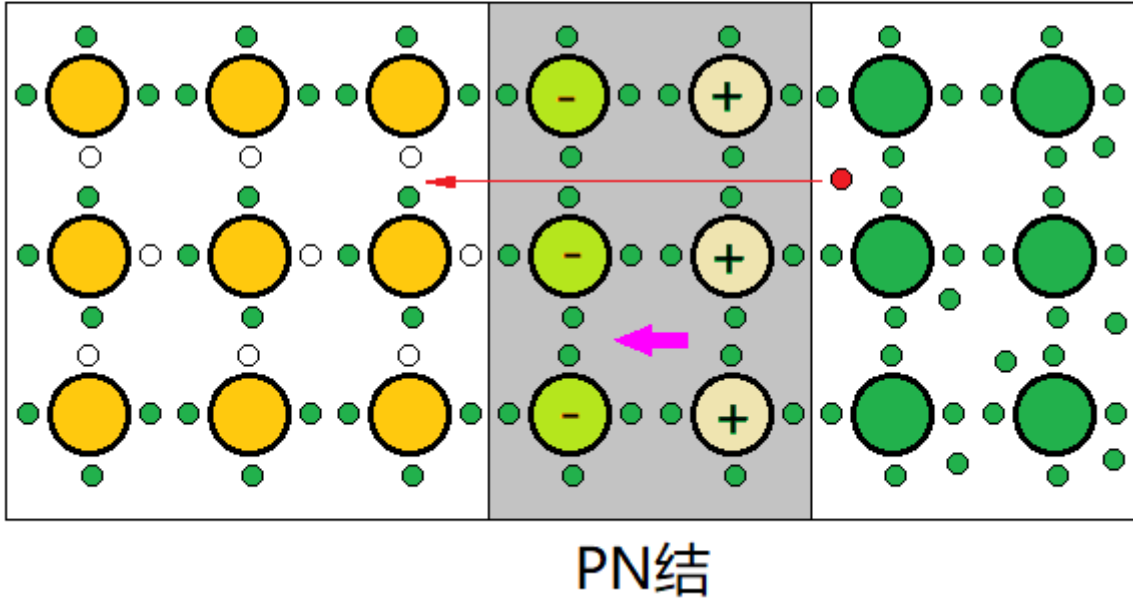
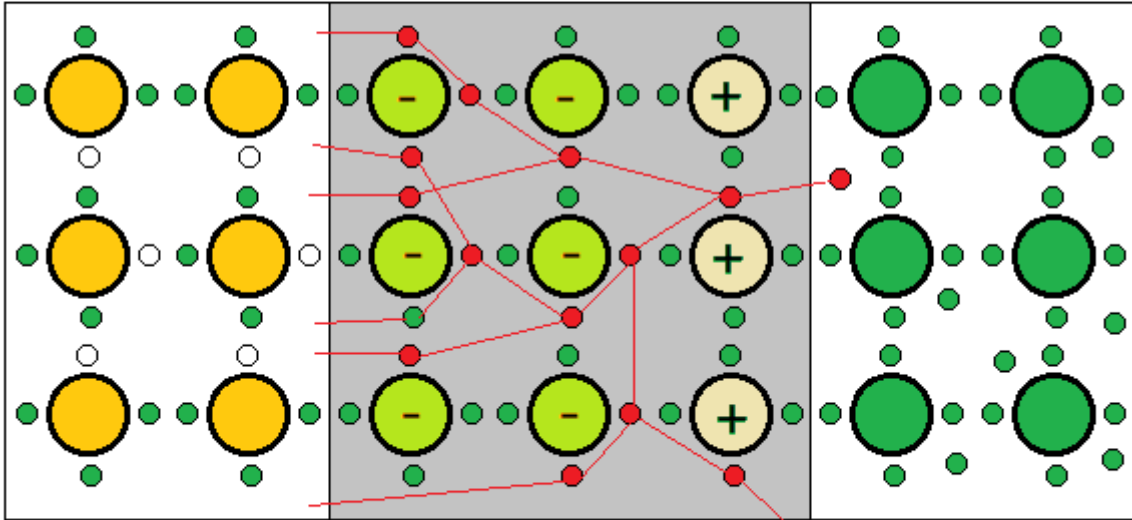


图3.漏电示意图

如果空间电荷区比较宽，电子要穿越就需要更高的能量。高能电子经过时，有可能撞击其他电子。一个变成了一双，甚至发生连锁反应，导致电流倍增。如果不控制电流，PN结可能发热烧毁。如图4所示。

雪崩击穿

是高能电子碰撞造成空间电荷区的共价电子被连锁激活造成的



PN结

图4.雪崩击穿示意图

还有一种情况叫齐纳击穿，它没有雪崩击穿这么猛烈。如果由于内建电场太强，空间电荷区本来已经和空穴复合的电子，又获得能量离开空穴，从而形成电流。

齐纳击穿

齐纳击穿是高强度的内建电场

把已经与空穴复合的电子重新拉出来形成的电流

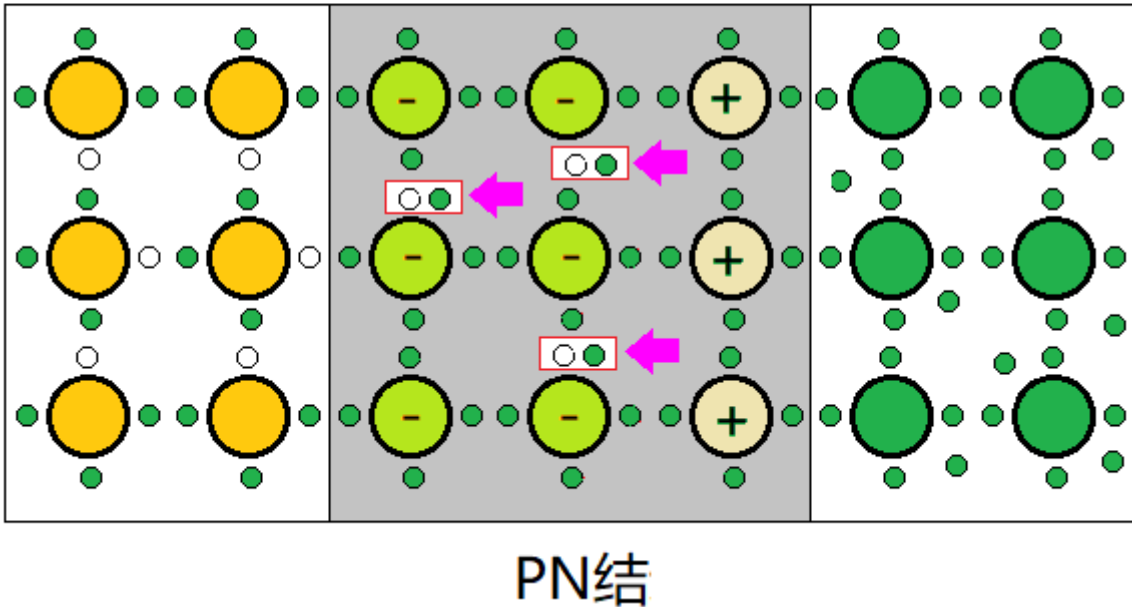


图5. 齐纳击穿示意图

雪崩击穿一般在低掺杂高电压，空间电荷区很宽时容易发生，并随温度升高而升高。但是齐纳击穿在高掺杂低电压，空间电荷区很窄时容易发生，具有负温度系数。这两类击穿可以同时发生。

说到这里，PN结除了漏电，雪崩击穿和齐纳击穿外，反偏应该没有电流了吧。其实不然，在MOS管的饱和区沟道夹断，及三极管的集电极反偏，都好像是一个反偏的PN结，但是电流仍然可以流过。这时这么解释呢？

这是因为PN结是受外界控制的。MOS管是靠栅极电压控制的，三极管是靠基极电压控制的。它们给了电子额外的能量，让它们能注入并通过空间电荷区。如果撤掉外界电压，比如MOS栅极撤掉电压，或者三极管基极没有正偏导通，那么这时候的MOS管和三极管就不会流过电流。

MOS管饱和区和三极管集电极反偏的电流

是靠基极和栅极电压把电子引入空间电荷区的，撤掉不能流过

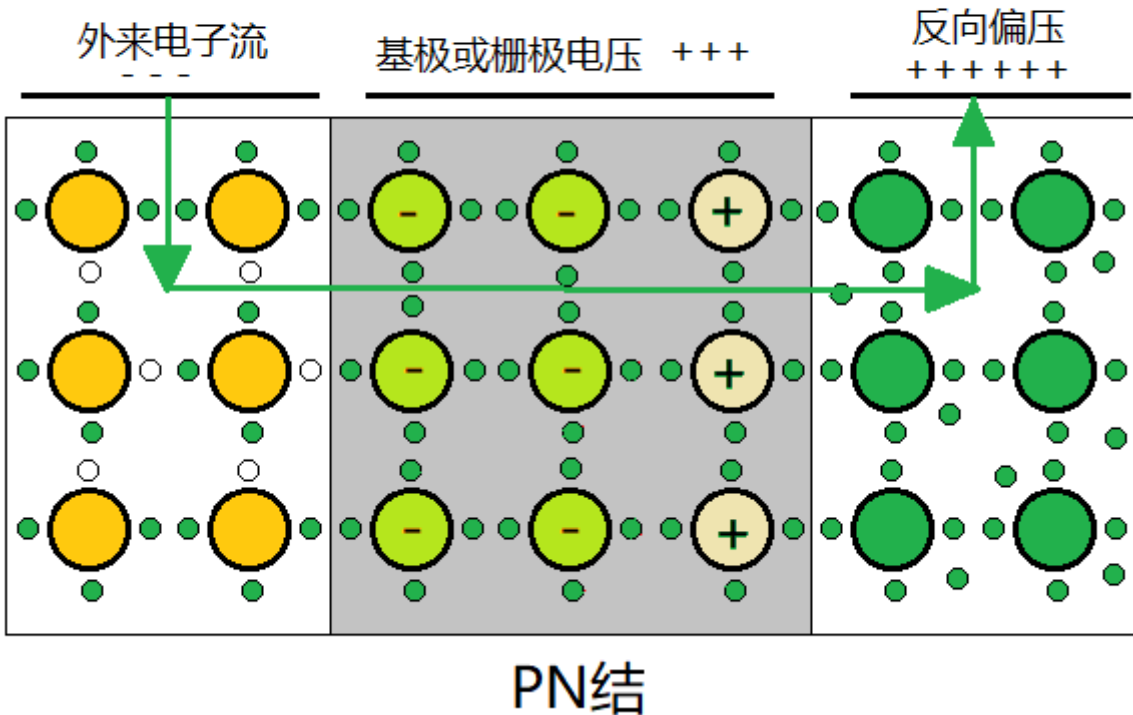


图6. 受控的PN结

反偏的PN结并不是无法通过电流。而是没有其他因素控制时，不考虑漏电或雪崩或齐纳击穿的话，它是有效截止的，不能通过电流。

但是，如果在反偏的基础上，用外来电压控制电子注入反偏PN结的空间电荷区，那么它就像一个大电阻一样，并不能阻止电流通过。

举例来说，就像水流被大坝拦截，要通过好像只有三种方法：少量的漏过去（漏电）或冲垮大坝（雪崩击穿）或大坝薄的地方渗过去（齐纳击穿）。但是实际上还有第四种方法：吹起台风掀起水浪漫过去（靠外压通过）。

不知道这样讲清楚了没有。（大象讲堂18）

SIGNATURE :

【赞佛偈】（大象，2004.5.3）
智慧福德最尊胜，事理无碍超时空。
因果缘起不二法，慈悲恒演菩提行。
我今礼赞诸佛圣，愿脱轮回断死生。
同证如来光明性，广度迷途化有情。

AD
[主页](#)
[论坛](#)
[最新](#)
[赞赏](#)
[编辑](#)
[引用](#)
[评分](#)
[回复](#)
[删除](#)
[屏蔽帖子](#)
[TOP](#)

附件

头条发表1.png (447.51 KB)
2020-4-22 18:52

今日头条 首页 / 科学 / 正文

搜索站内资讯、视频或用户



- 转发
- 微博
- Qzone
- 微信

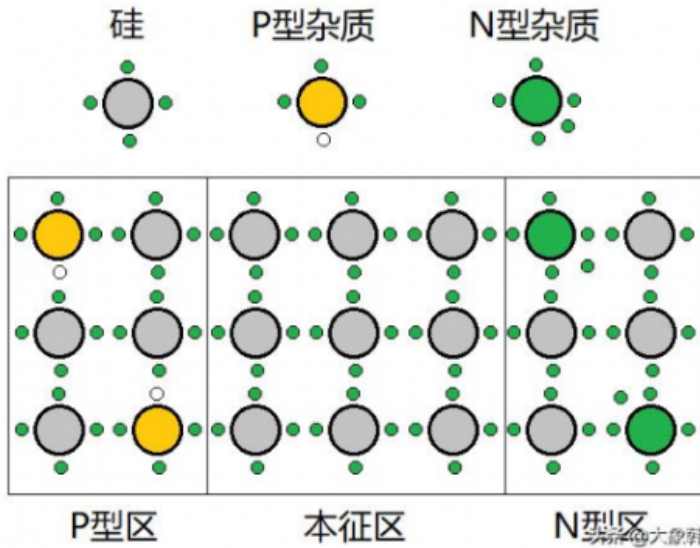
能通过反偏PN结的四种电流，最后一种年年都有学生问

大象韩 2020-04-22 13:55:16

PN结具有单向导通的特性，用途很广。正向导通理解上没有什么难度。但是反向不导通，却经常遇到存在电流的情况。特别是MOS管的饱和区沟道夹断，及三极管的集电极，都是一个PN结反偏，为什么还有能通过电流呢？

笔者做过几年高校老师，这个问题年年都有学生问。这里试用图片做一个详细的解答。

以硅为例说明，硅原子有14个核外电子，其中有10个是内层电子一般不参与外界活动，所以只考虑最外层轨道的4个价电子。而硅最外层轨道可以容纳8个电子，于是硅就会以正四面体结构共用电子。为了简化，我们以二维平面方式画出，如图1所示。



▲ 图1. 硅与P型N型杂质

SIGNATURE:













【赞佛偈】（大象，2004.5.3）
智慧福德最尊胜，事理无碍超时空。
因果缘起不二法，慈悲恒演菩提行。
我今礼赞诸佛圣，愿脱轮回断死生。
同证如来光明性，广度迷途化有情。

编辑 引用 评分 回复 删除 屏蔽帖子 TOP

<< 上一主题 | 下一主题 >>

回复 新帖

最新文章

-   **【大象讲堂24】** 缘分为什么这么难求？心安之处是吾乡
-   **【大象讲堂23】** 帮你了解香港为什么又可爱又可悲？
-   **【电子禅趣小剧】** 有缘与无缘
-   **【大象讲堂22】** 宅腻了？工作不仅是生活来源，还是生活本身
-   **【大象讲堂21】** 拦路巨石终将沉底，美好生活仍将继续
-   **【大象讲堂20】** 两种非暴力无毒味不憋闷的佛系防蚊方法

全球搜索
 本站搜索

[主页](#) 
[论坛](#) 
[最新](#) 
[赞赏](#) 

Since: 2001 站长：韩孝勇（大象） 共享版权：CC BY 4.0 法律顾问：薛永谦律师
 中华人文学会有限公司 **【电子禅工作室】** 地址：华藏世界海-娑婆世界-中国香港
[关于我们](#) | [免责条款](#) | [本站地图](#) | [联系我们](#)
 电子禅国际 DIANZICHAN.COM