

收音机整机装配与调试

电子元件识别与测试



电子元件识别与测试

知识与技能要点



了解半导体器件的定义



理解基本半导体器件的基本工作原理



掌握二极管、三极管等基本半导体器件的识别与测量方法



会熟练地识别基本的半导体器件



会基本半导体器件的符号、种类、参数的读取方法



会熟练地对基本半导体器件的性能进行测试



漯河职业技术学院

电子元件识别与测试

01

物质的导电性

自然界中的物质按照导电能力可分为导体、绝缘体与半导体。

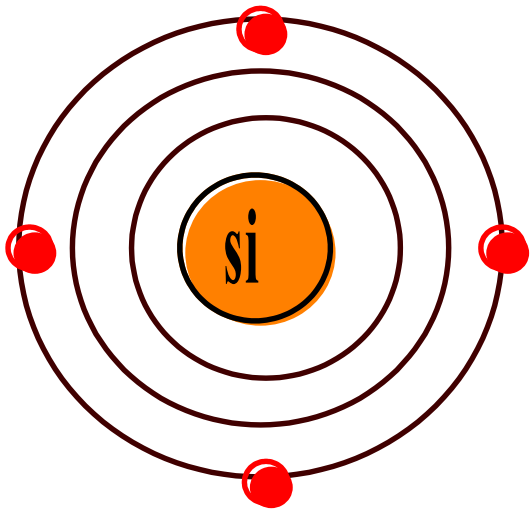
导体：导电能力良好的物体，如银、铜、铝等。

绝缘体：不能导电或导电能力很差的物体，如橡胶、陶瓷、玻璃、塑料等。

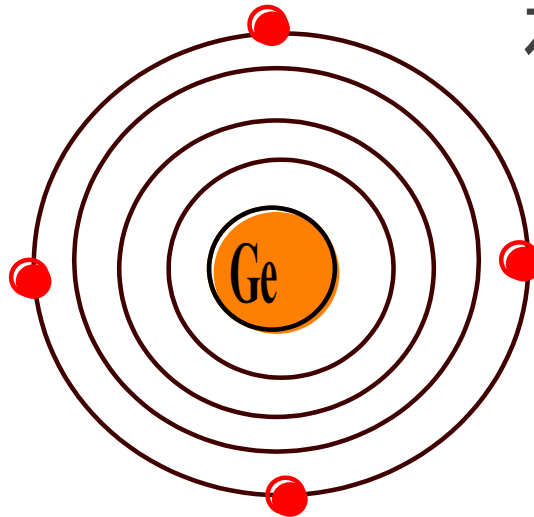
半导体：导电性能介于导体和绝缘体之间的物体。

电子元件识别与测试

典型的元素半导体有硅 Si 和锗 Ge

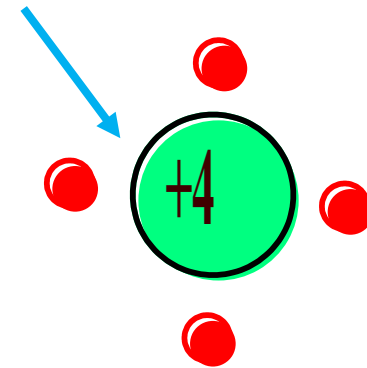


硅原子



锗原子

内层电子和原子核合在一起称为**惯性核**。



硅和锗最外层轨道上的四个电子称为**价电子**。

电子元件识别与测试

半导体的导电特性

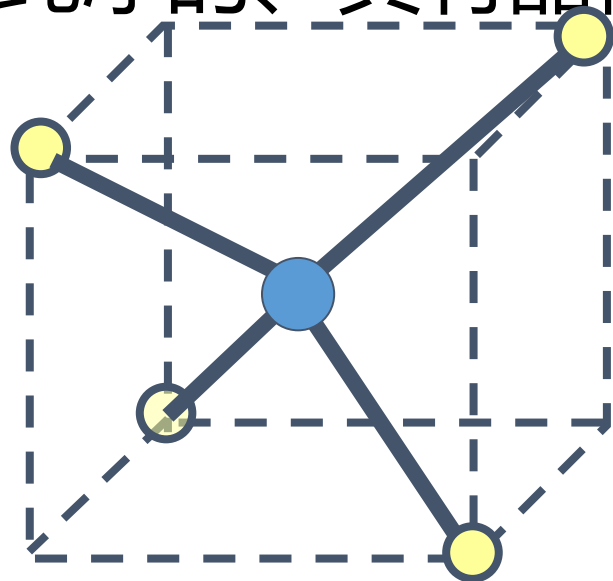
热敏性：当环境温度升高时，导电能力显著增强（可做成温度敏感元件，如热敏电阻）。

光敏性：当受到光照时，导电能力明显变化（可做成各种光敏元件，如光敏电阻、光敏二极管、光敏三极管等）。

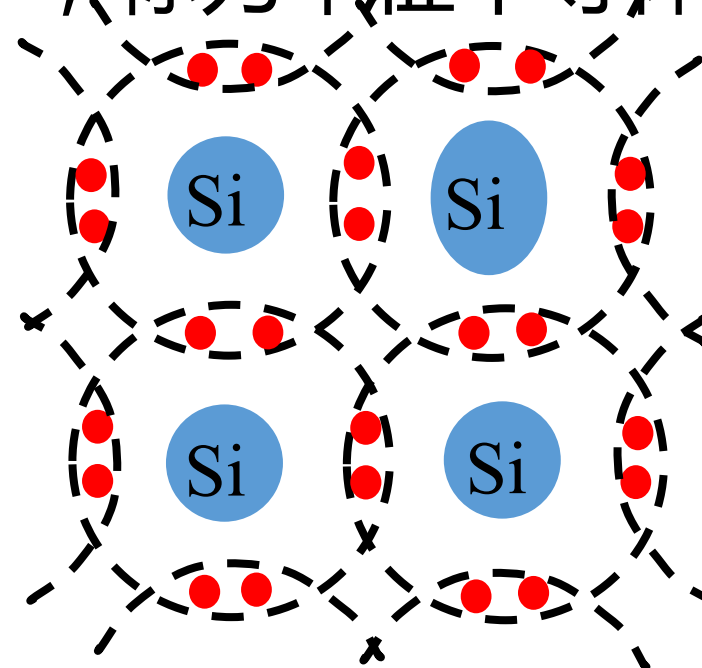
掺杂性：往纯净的半导体中掺入某些杂质，导电能力明显改变（可做成各种不同用途的半导体器件，如二极管、三极管和晶闸管等）。

本征半导体

完全纯净的、具有晶体结构的半导体，称为本征半导体。



晶体中原子的排列方式

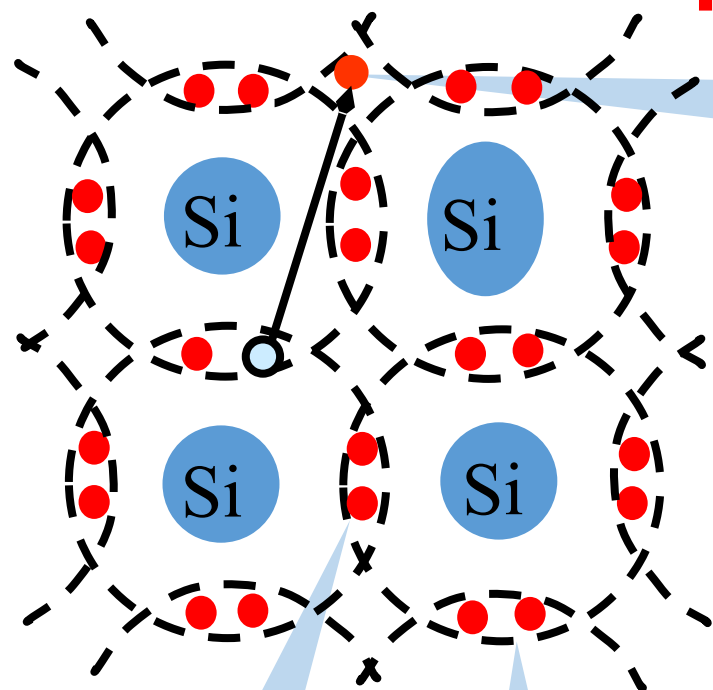


硅单晶中的共价键结构

共价键中的两个电子，称为价电子。

电子元件识别与测试

本征半导体的导电机理



自由电子

本征激发：价电子在获得一定能量（温度升高或受光照）后，挣脱原子核的束缚，成为**自由电子**（带负电），同时共价键中留下一个空位，称为**空穴**（带正电）。

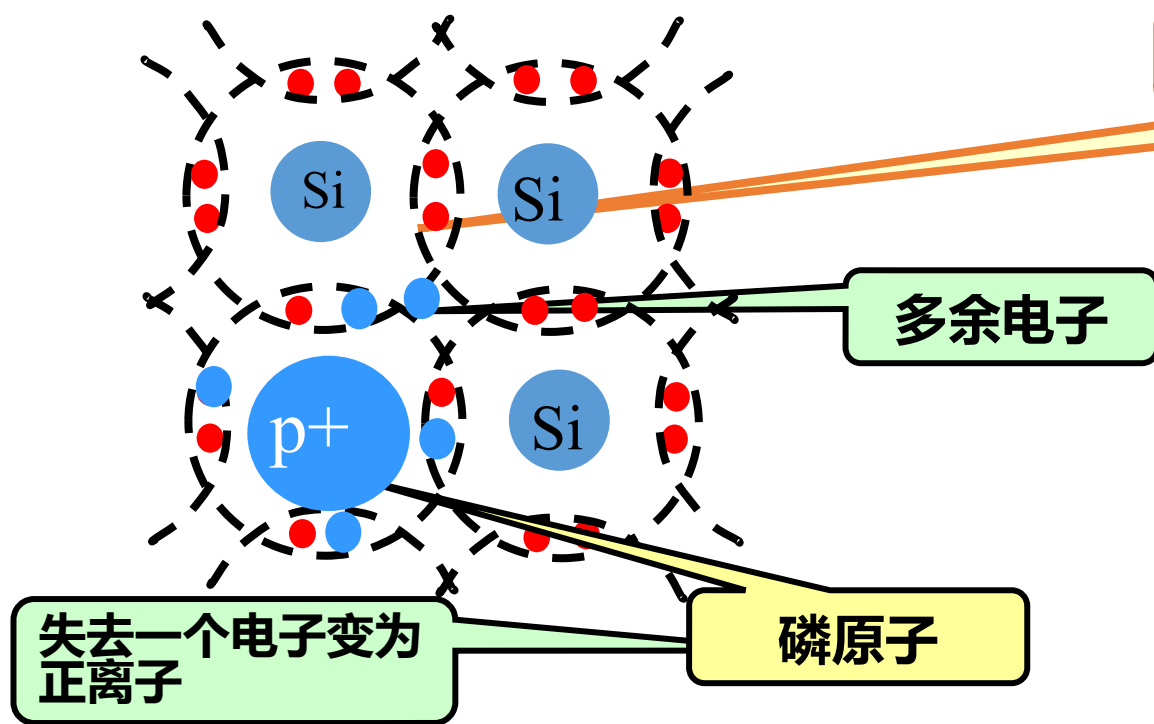
温度愈高，本征激发越剧烈，晶体中产生的自由电子、空穴愈多。

空穴

价电子

杂质半导体

在本征半导体中掺入微量的杂质（某种元素），形成杂质半导体。



在常温下即可变为自由电子

多余电子

磷原子

失去一个电子变为正离子

掺入五价元素，掺杂后自由电子数目大量增加，自由电子导电成为这种半导体的主要导电方式，称为**电子半导体**或**N型半导体**。

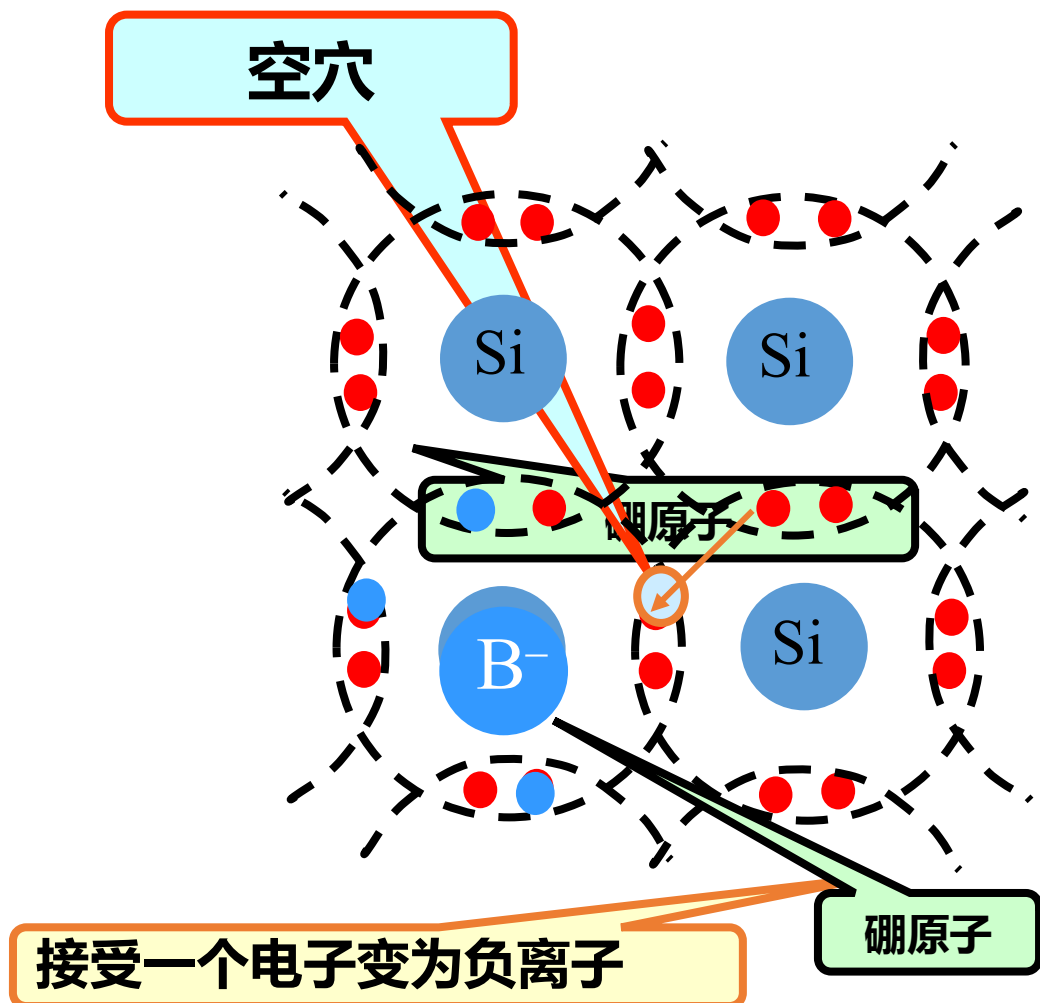
在**N型半导体**中**自由电子**是多数载流子，**空穴**是少数载流子。

电子元件识别与测试

掺入三价元素

因三价杂质原子在与硅原子形成共价键时，缺少一个价电子而在共价键中留下一个空穴。

掺杂后空穴数目大量增加，空穴导电成为这种半导体的主要导电方式，称为空穴半导体或 P 型半导体。



无论 N 型或 P 型半导体都是中性的，对外不显电性。

电子元件识别与测试

半导体的导电特性

(1) N 型半导体（电子型半导体）

形成：向本征半导体中掺入少量的 5 价元素

特点：（ a ）含有大量的电子——多数载流子

（ b ）含有少量的空穴——少数载流子

(2) P 型半导体（空穴型半导体）

形成：向本征半导体中掺入少量的 3 价元素

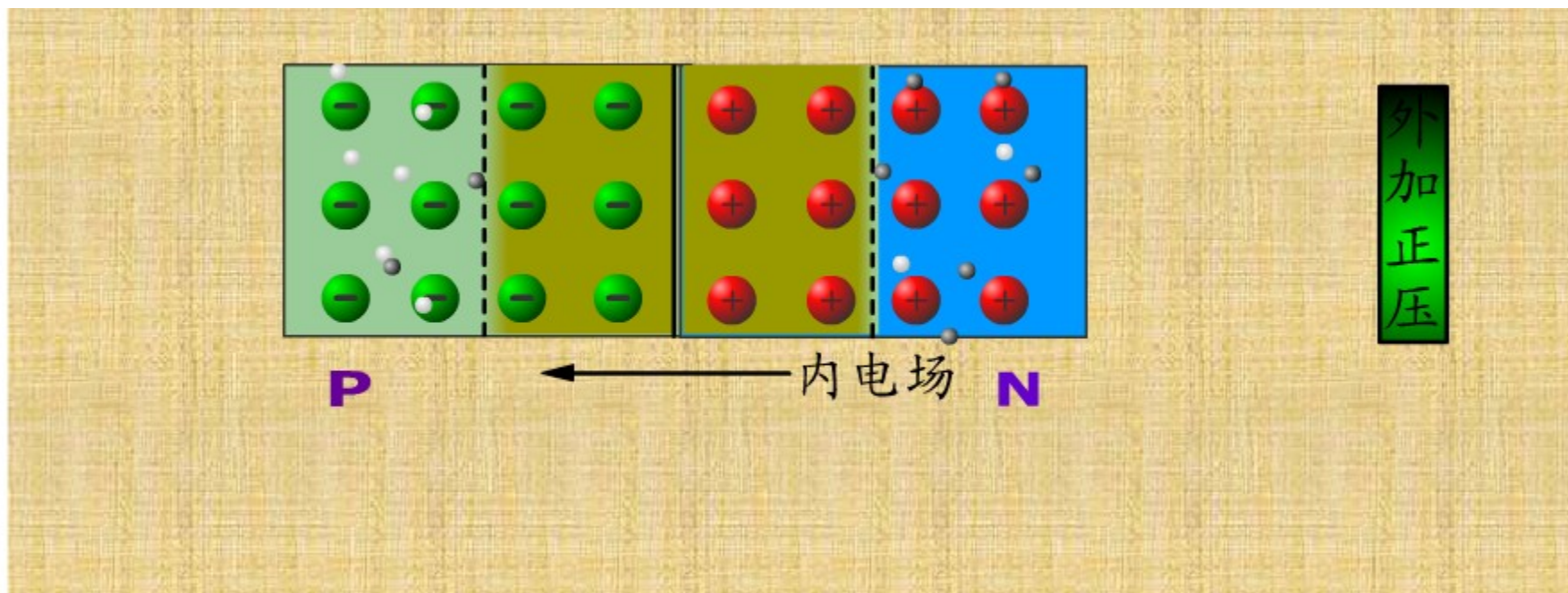
特点：（ a ）含有大量的空穴——多数载流子

（ b ）含有少量的电子——少数载流子

电子元件识别与测试

PN 结的单向导电性

(1) PN 结加正向电压 (正向偏置) P 接正、 N 接负

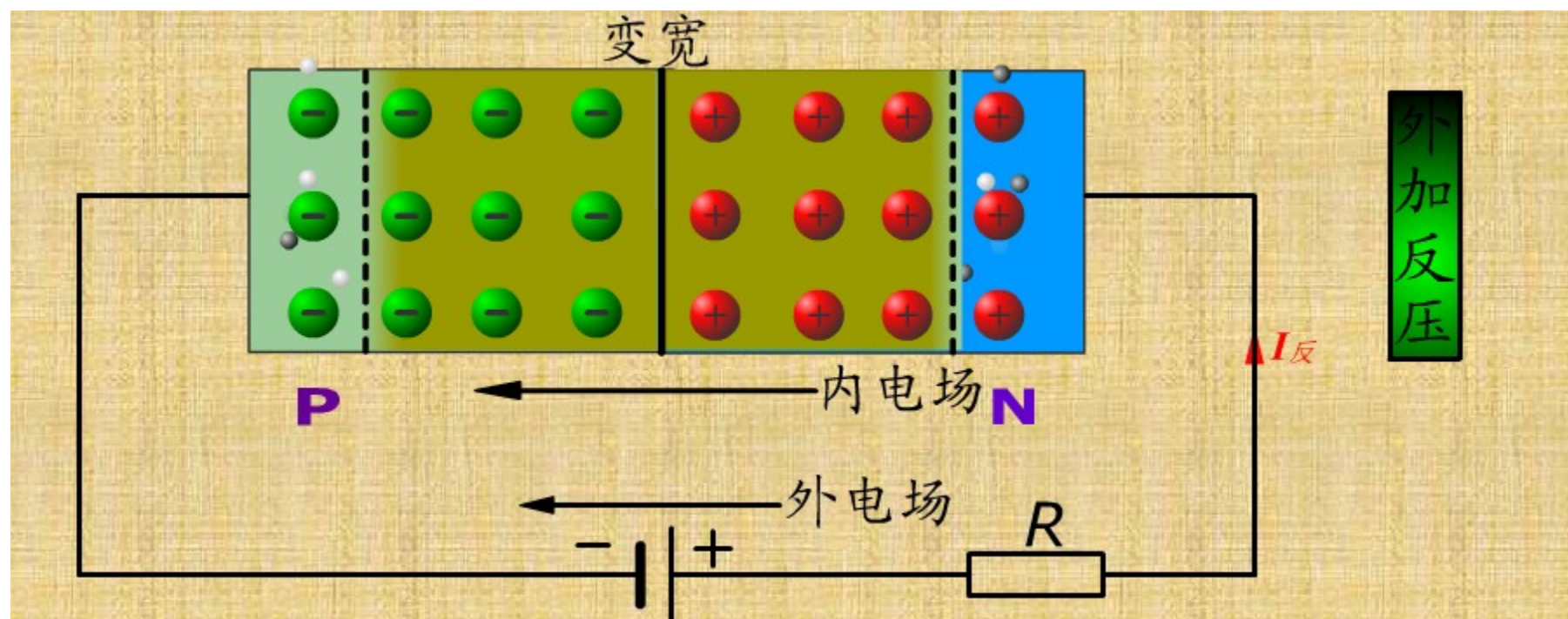


PN 结正向导通

电子元件识别与测试

PN 结的单向导电性

(2) PN 结加反向电压 (反向偏置) P 接负、 N 接正



PN 结反向截止

电子元件识别与测试



结论

PN 结加正向电压时，PN 结变窄，正向电流较大，正向电阻较小，PN 结处于导通状态。

PN 结加反向电压时，PN 结变宽，反向电流较小，反向电阻较大，PN 结处于截止状态。

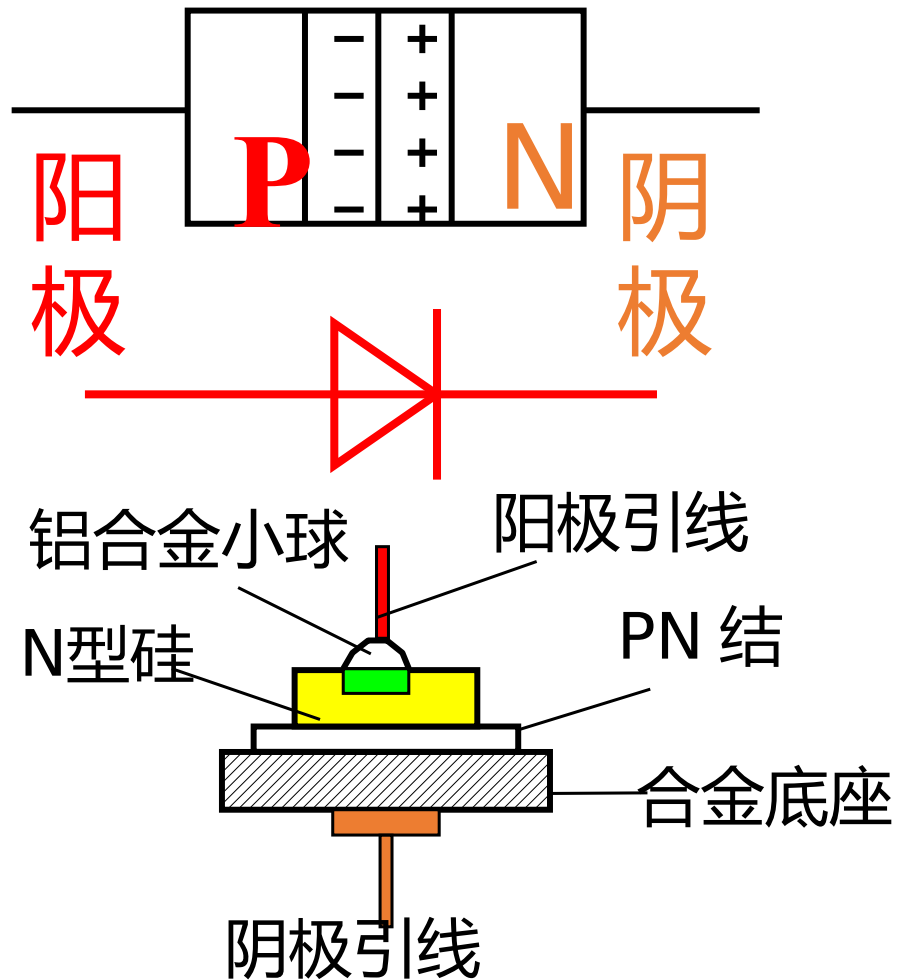
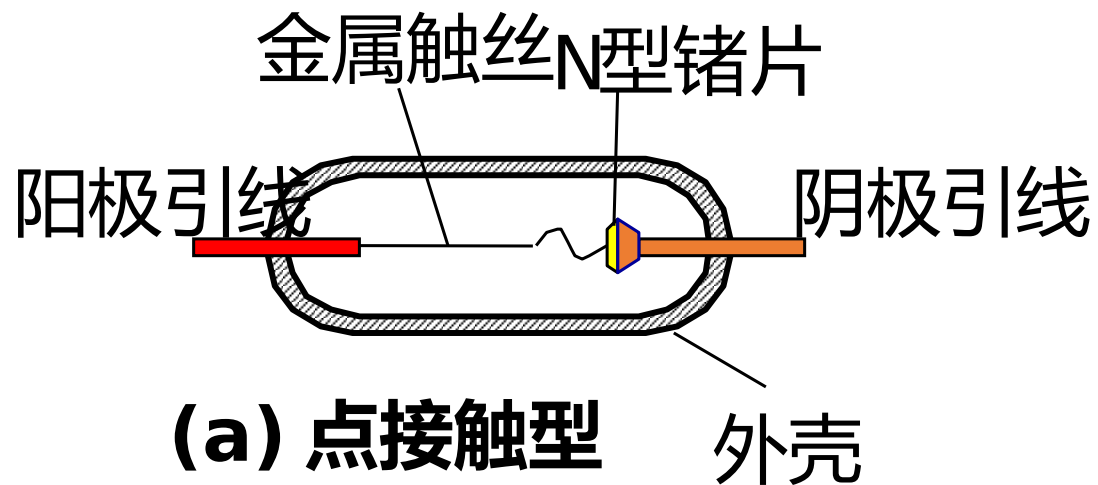
PN 结具有单向导电性。

2. 半导体二极管

1 基本结构

两层半导体 一个 PN 结

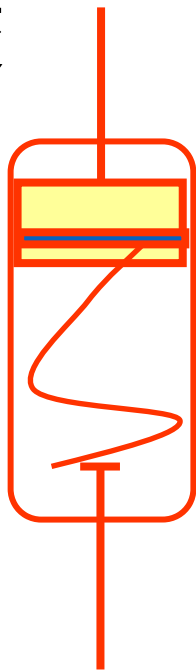
按 PN 结分 {
点接触型
面接触型



(1) 点接触型

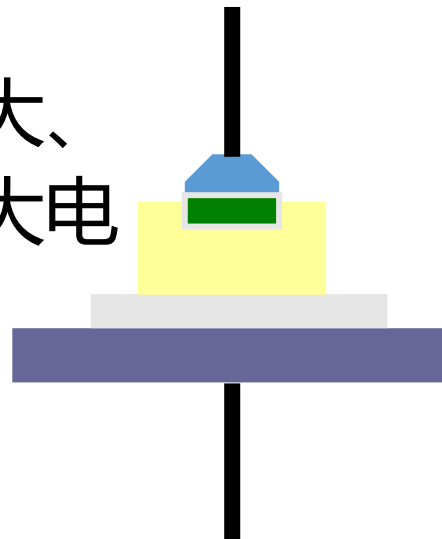
结面积小、结电容小、正向电流小。用于检波和变频等高频电路。

按材料分 {
 硅管
 锗管

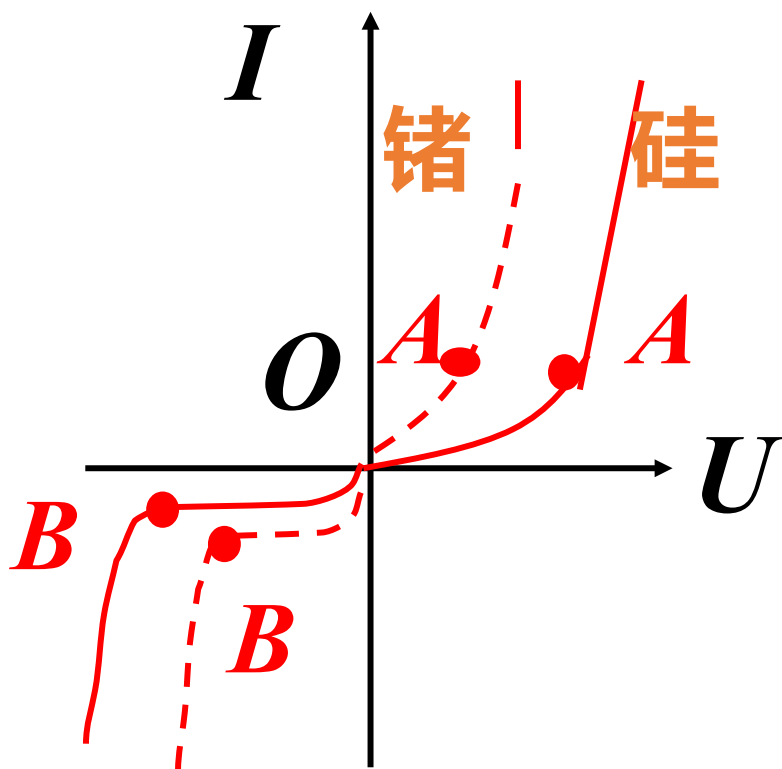


(2) 面接触型

结面积大、正向电流大、结电容大，用于工频大电流整流电路。



2 伏安特性



二极管电流与电压之间的关系

正向：死区：硅管约 0.5 V ，锗管约 0.2 V ；
导通区：硅管约 0.7 V ，锗管约 0.3 V

反向：截止区： I 近似为 0 ；
击穿区：管子被击穿

半导体二极管的伏安特性

3 主要参数

(1) I_{OM} : 最大整流电流

二极管长期使用时，允许流过二极管的最大正向平均电流。

(2) U_R : 最高反向工作电压

是保证二极管不被击穿而给出的反向峰值电压，一般是二极管反向击穿电压的一半或三分之二。二极管击穿后单向导电性被破坏，甚至过热而烧坏。

(3) I_{Rm} : 最大反向电流

指二极管加最高反向工作电压时的反向电流。反向电流越小，说明管子的单向导电性越好。

4 二极管的主要应用

整流、限幅、钳位、开关、元件保护、温度补偿等。

二极管电路分析：先判断二极管的工作状态

分析方法：将二极管断开，分析二极管两端电位的高低或 所加电压 U_D 的正负。

若 $V_{阳} > V_{阴}$ 或 U_D 为正，二极管导通

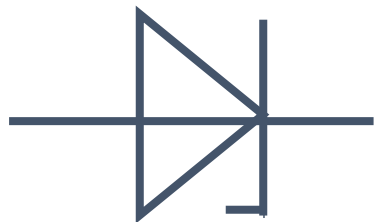
若 $V_{阳} < V_{阴}$ 或 U_D 为负，二极管截止

若二极管是理想的，正向导通时管压降为零，反向截止时相当于开路。

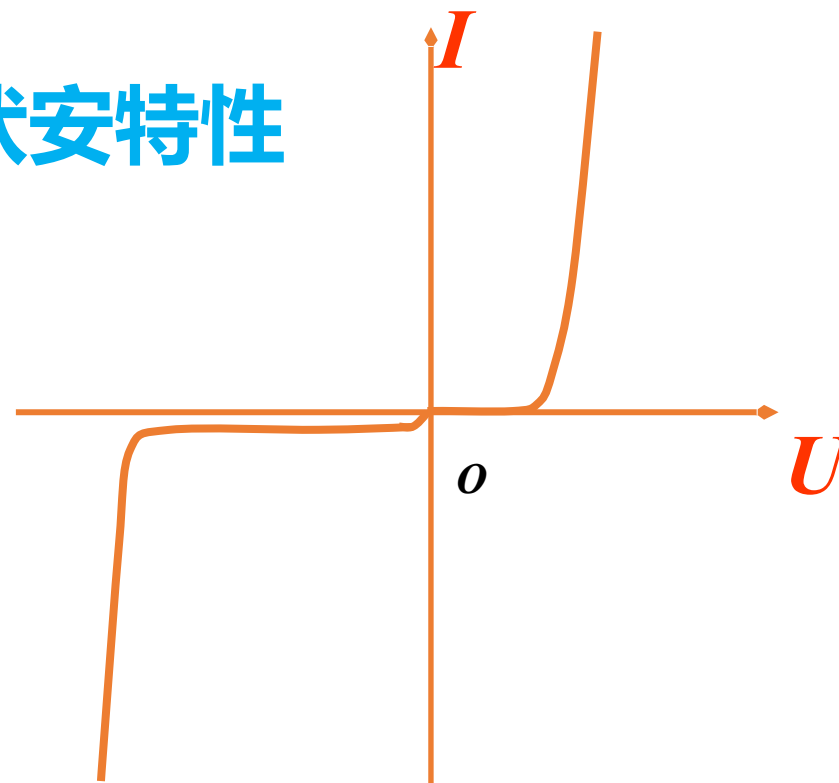
否则，正向管压降 $\left\{ \begin{array}{l} \text{硅 } 0.6 \sim 0.7V \\ \text{锗 } 0.2 \sim 0.3V \end{array} \right.$

3. 稳压二极管

1 符号



2 伏安特性



稳压管反向击穿后，电流变化很大，但其两端电压变化很小，利用此特性，稳压管在电路中可起稳压作用。

使用时要加限流电阻

稳压管正常工作时加反向电压

3 主要参数

(1) 稳定电压 U_Z

稳压管正常工作（反向击穿）时管子两端的电压。

(2) 电压温度系数 α_u

环境温度每变化 1°C 引起稳压值变化的百分数。

(3) 动态电阻

$$r_Z = \frac{\Delta U_Z}{\Delta I_Z}$$

r_Z 愈小，曲线愈陡，稳压性能愈好。

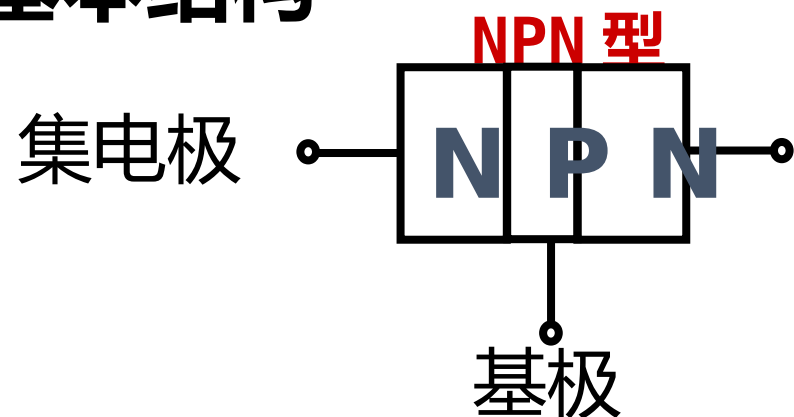
(4) 稳定电流

I_Z

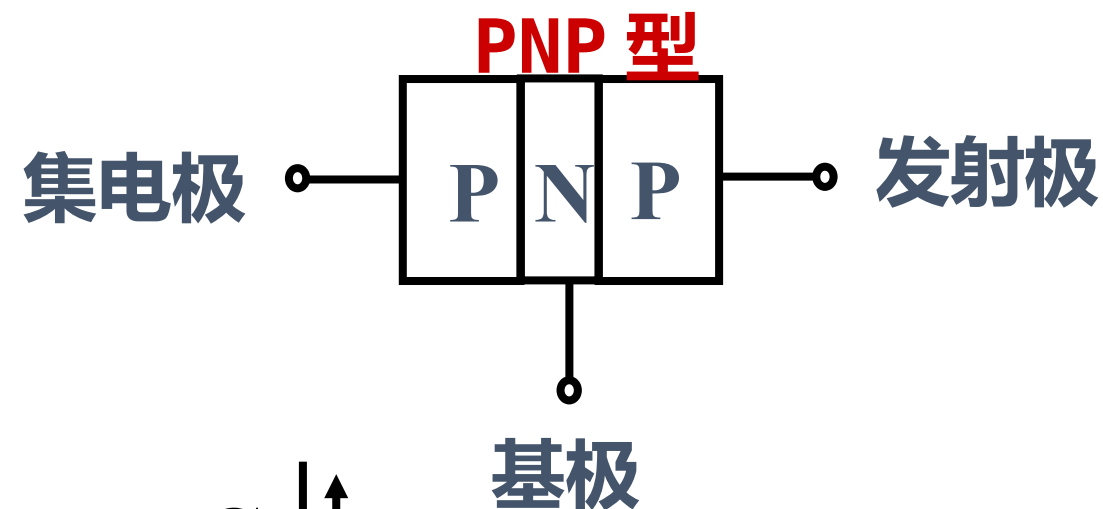
指稳压管工作在稳压状态的参考电流。

4. 半导体三极管

1 基本结构

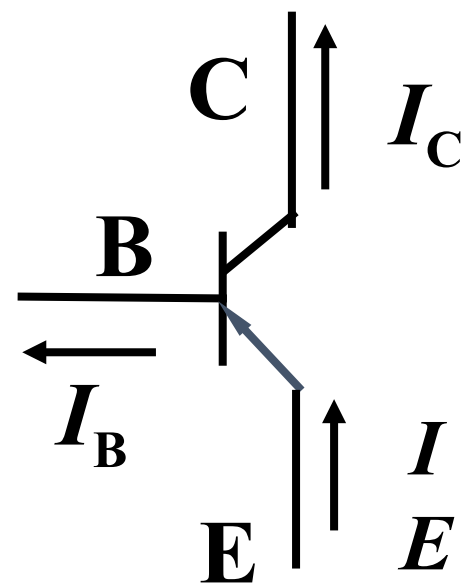
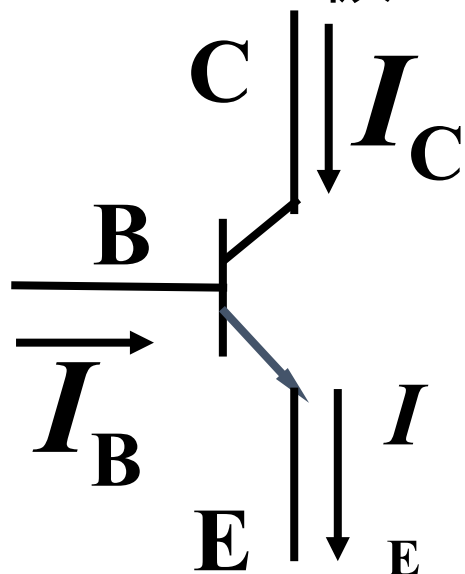


发射极



发射极

符号：



结构特点：

集电区：
面积最大

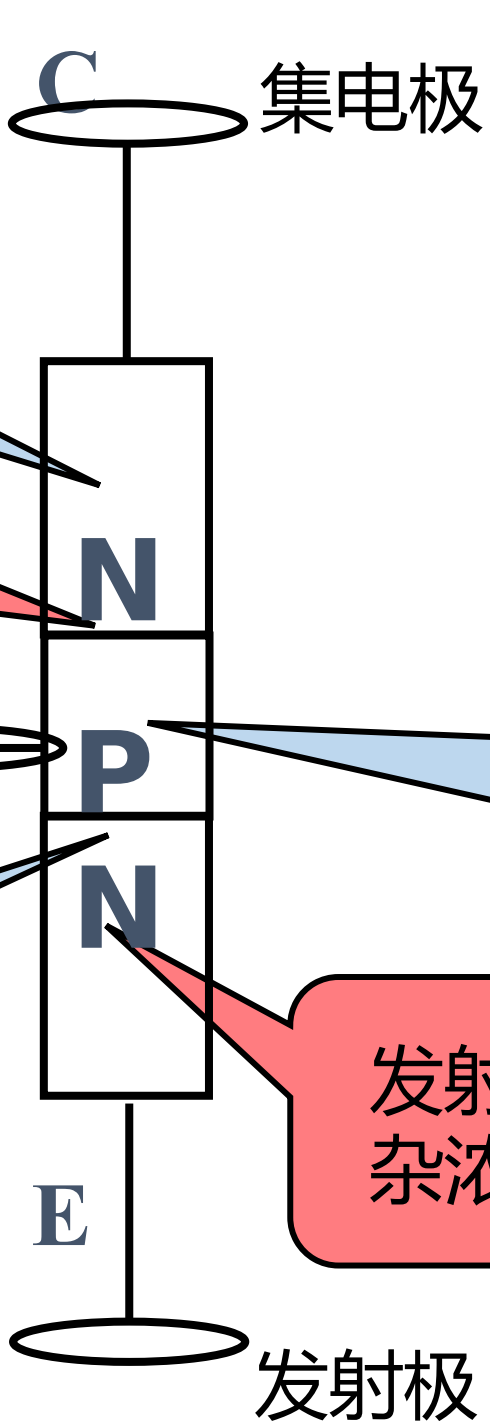
集电结：面积大

基极

发射结

基区：最薄，
掺杂浓度最低

发射区：掺
杂浓度最高



2 工作状态

三极管放大的外部条件：

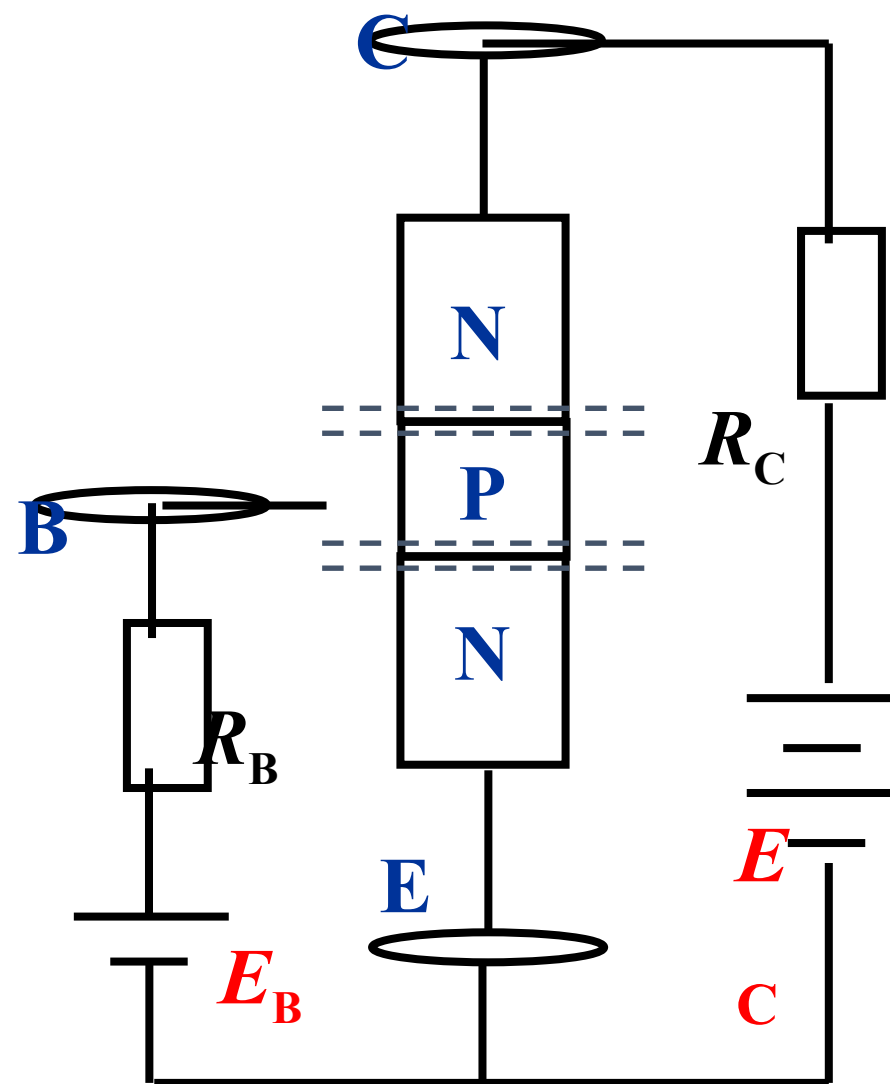
发射结正偏、集电结反偏

从电位的角度看：

NPN：

$$V_C > V_B > V_E$$

PNP： $V_C < V_B < V_E$



电子元件识别与测试

各电极电流关系及电流放大作用

$I_B(\text{mA})$	0	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10
$I_C(\text{mA})$	<0.001	0.70	1.50	2.30	3.10	3.95
$I_E(\text{mA})$	<0.001	0.72	1.54	2.36	3.18	4.05

结论：

①

三电极电流关系： $I_E = I_B + I_C$

②

$I_C \gg I_B$, $I_C \approx I_E$

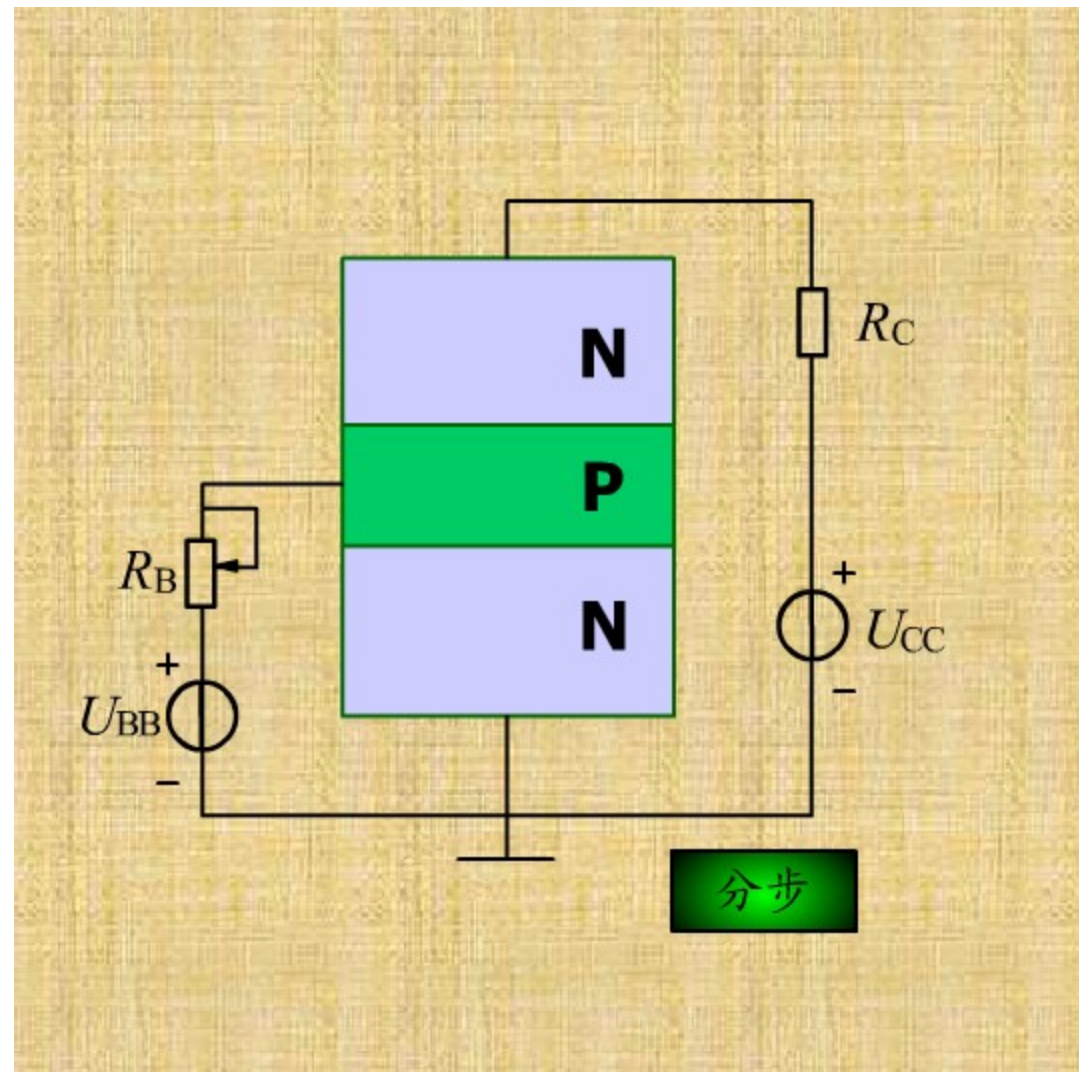
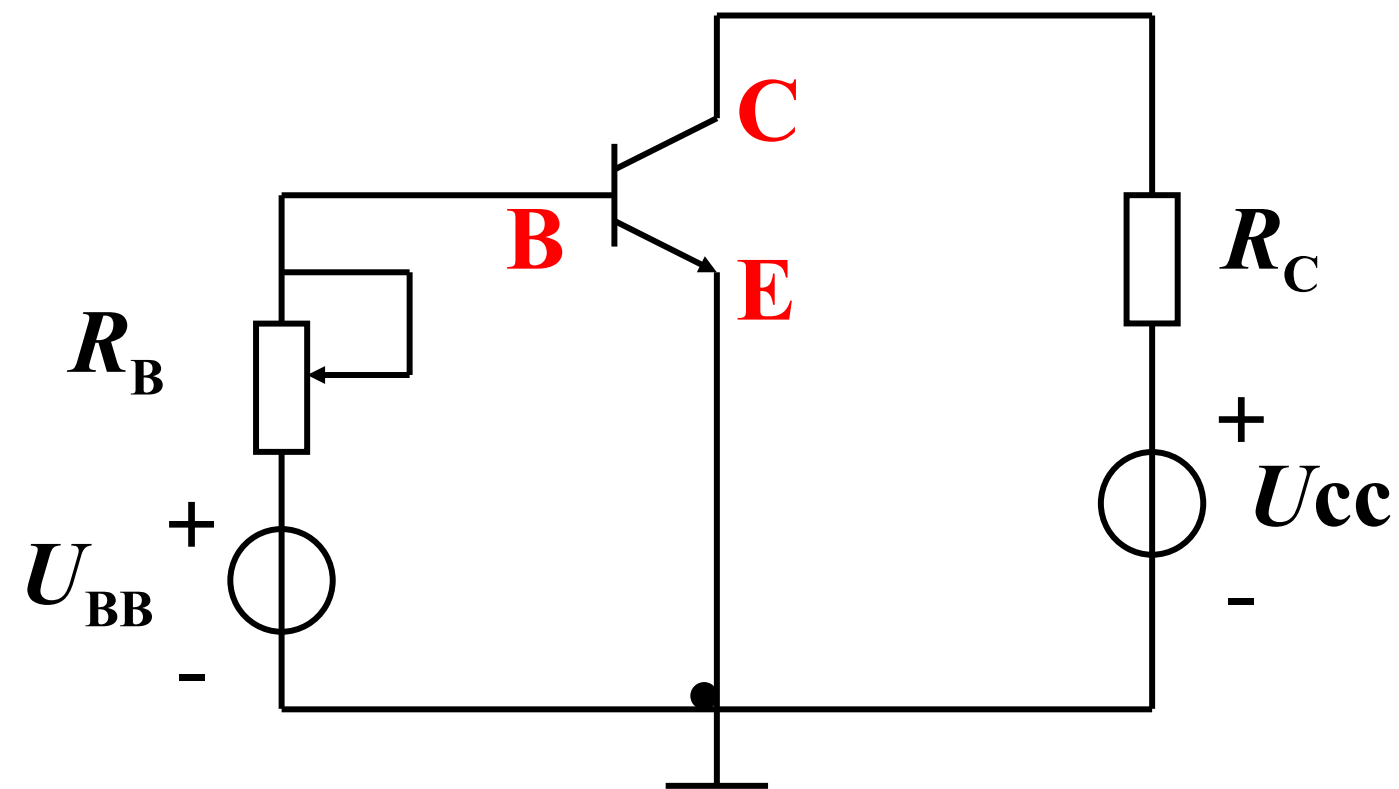
③

$\Delta I_C \gg \Delta I_B$

把基极电流的微小变化能够引起集电极电流较大变化的特性称为晶体管的**电流放大作用**。

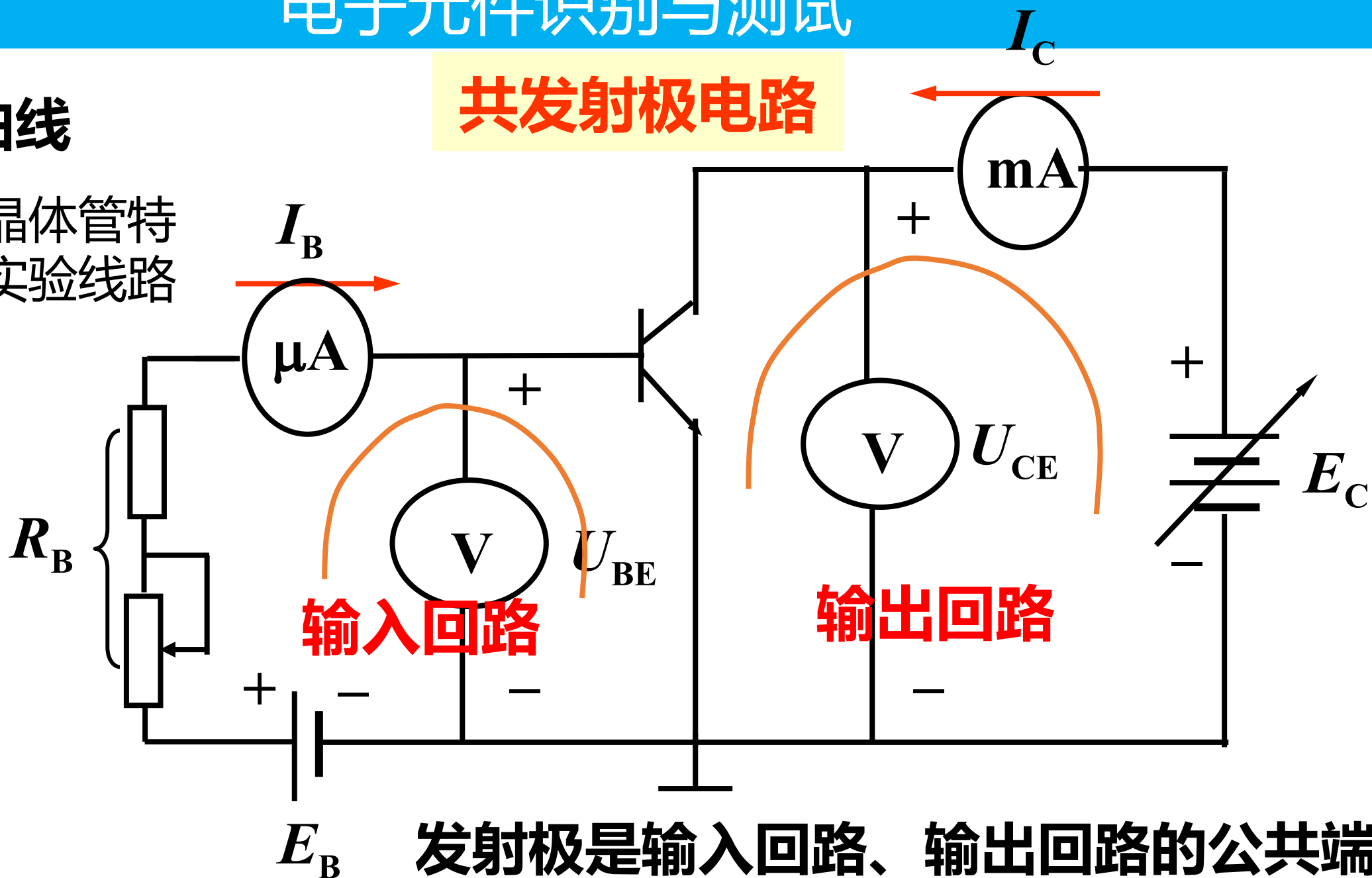
电子元件识别与测试

晶体管中载流子运动过程

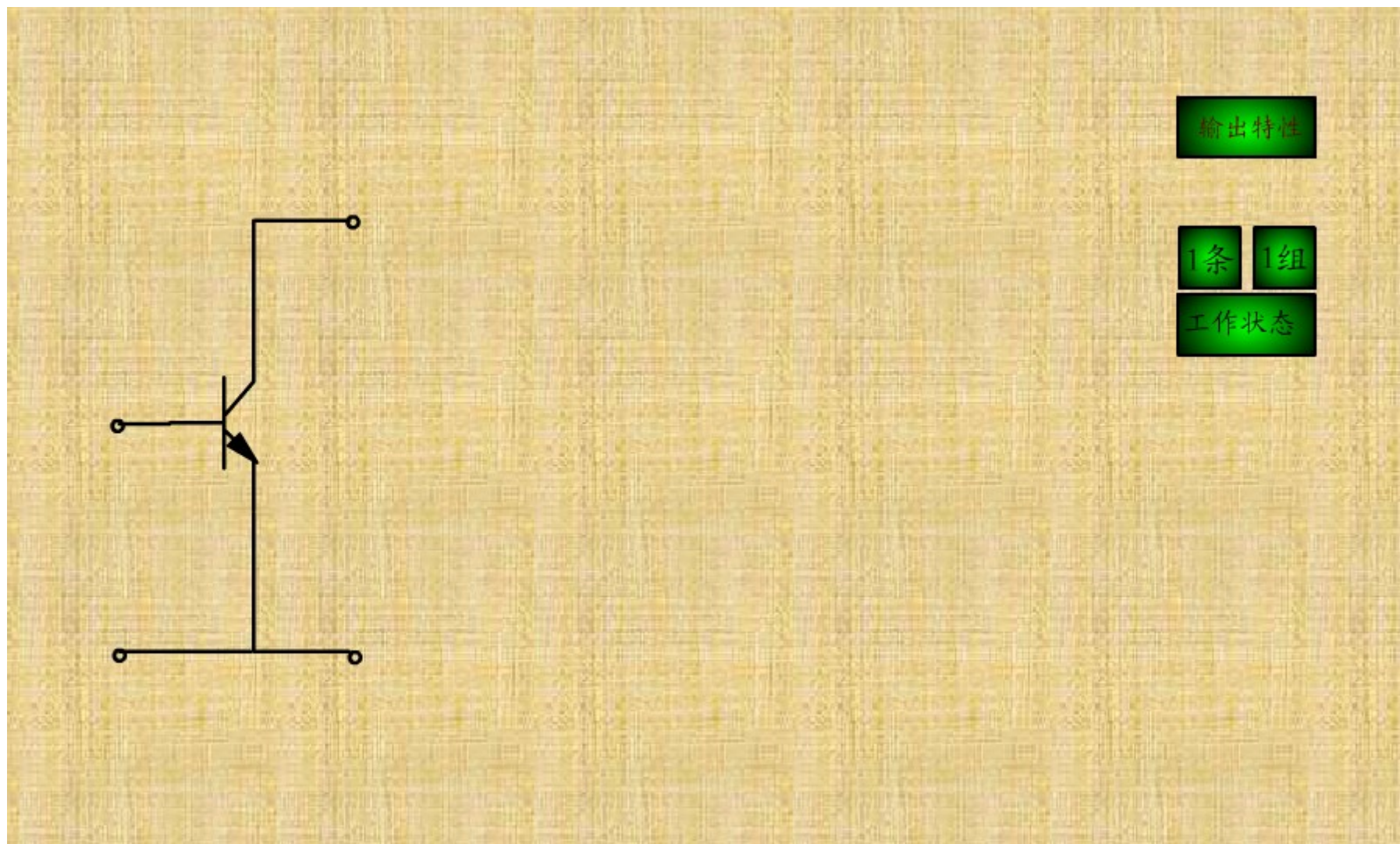


3 特性曲线

测量晶体管特性的实验线路



三极管输出特性曲线

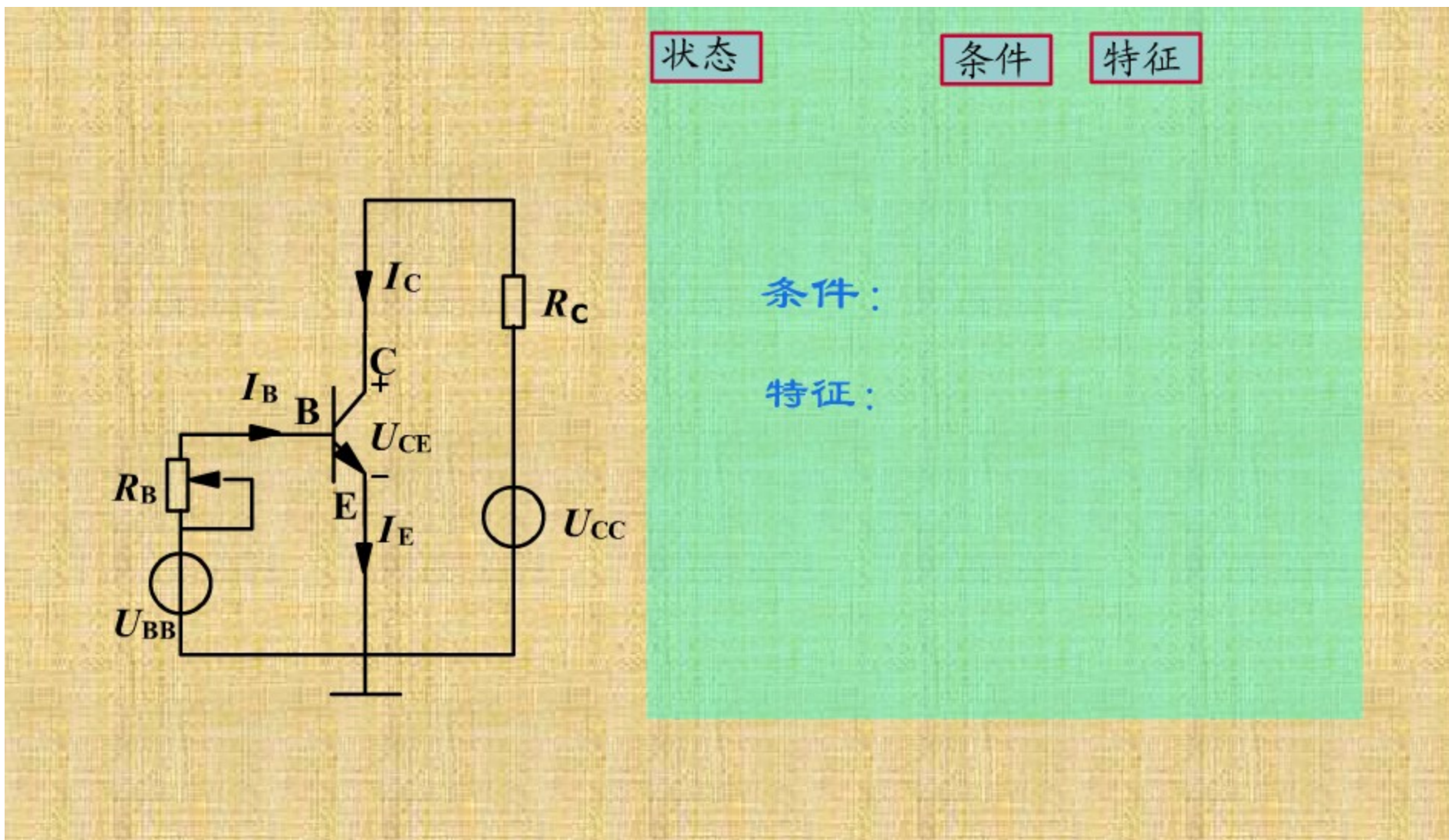




结论

- (1) 输入特性是发射结的正向特性，它是一条非线性曲线。**
- (2) 只有当加在发射结的电压大于死区电压时，晶体管才会出现基极电流。**
- (3) 正常工作时，NPN 型硅管的发射结电压 $U_{BE}=0.6—0.7V$, PNP 型锗管的发射结电压 $U_{BE}=-0.2— -0.3V$ 。**

晶体管的工作状态





结论

(1) 放大区

在放大区有 $I_C = \beta I_B$ ，也称为线性区，具有恒流特性。

在放大区，发射结处于正向偏置、集电结处于反向偏置，晶体管工作于放大状态。

(2) 截止区 $I_B \leq 0$ 以下区域为截止区，有 I_C

≈ 0 。在截止区发射结处于反向偏置，集电结处于反向偏置，晶体管工作于截止状态。

(3) 饱和区

当 $U_{CE} \leq U_{BE}$ 时，晶体管工作于饱和状态。在饱和区，发射结处于正向偏置，集电结也处于正偏。

电子元件识别与测试

测得工作在放大电路中几个晶体管三个极电位值 V_1 、 V_2 、 V_3 ，判断管子的类型、材料及三个极。

(1) $V_1=3.5V$, $V_2=2.8V$,
 $V_3=12V$ 。NPN 型硅管 , 1、2、3 依次为 B、

(2) $V_1=3V$, $V_2=2.7V$,
 $V_3=12V$ 。NPN 型锗管 , 1、2、3 依次为

(3) $V_1=6V$, $V_2=11.3V$,
 $V_3=12V$ 。PNP 型硅管 , 1、2、3 依次为

(4) $V_1=6V$, $V_2=11.7V$,
 $V_3=12V$ 。PNP 型锗管 , 1、2、3 依次为 C、B、E

谢谢观看