

晶体管特性曲线

晶体管特性曲线即管子各电极电压与电流的关系曲线,是管子内部载流子运动的外部表现,反映了晶体管的性能,是分析放大电路的依据。为什么要研究特性曲线:

- (1) 直观地分析管子的工作状态
- (2) 合理地选择偏置电路的参数,设计性能良好的电路重点讨论应用最广泛的共发射极接法的特性曲线

1. 测量晶体管特性的实验线路

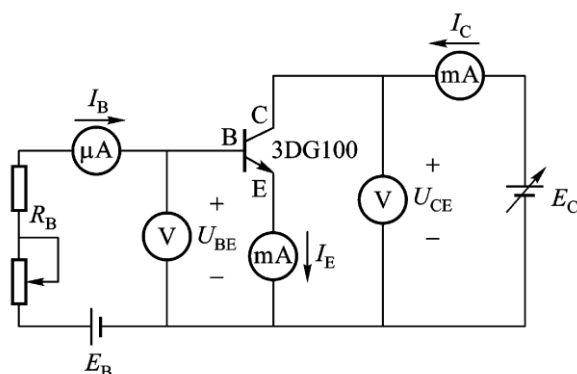


图 1 共发射极电路

共发射极电路:发射极是输入回路、输出回路的公共端。如图 1 所示。

2. 输入特性曲线

输入特性曲线是指当集-射极电压 U_{CE} 为常数时,输入电路(基极电路)中基极电流 I_B 与基-射极电压 U_{BE} 之间的关系曲线 $I_B = f(U_{BE})$,如图 2 所示。

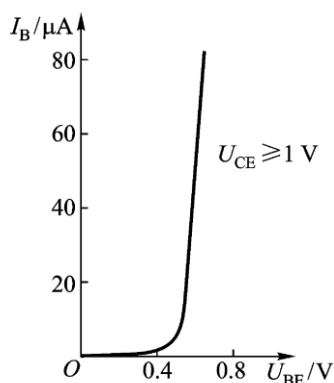


图 2 3DG100 晶体管的输入特性曲线

$U_{CE}=0V$ 时, B、E 间加正向电压,这时发射结和集电结均为正偏,相当于两个二极管正向并联的特性。

$U_{CE} \geq 1V$ 时,这时集电结反偏,从发射区注入基区的电子绝大部分都漂移到

集电极，只有小部分与空穴复合形成 I_B 。 $U_{CE} > 1V$ 以后， I_C 增加很少，因此 I_B 的变化量也很少，可以忽略 U_{CE} 对 I_B 的影响，即输入特性曲线都重合。

由输入特性曲线可知，和二极管的伏安特性一样，晶体管的输入特性也有一段死区。只有在发射结外接电压大于死区电压时，晶体管才会导通，有电流 I_B 。

晶体管死区电压：硅管 0.5V，锗管 0.1V。晶体管正常工作时发射结电压：

NPN 型硅管 U_{BE} 0.6 ~ 0.7) V

PNP 型锗管 U_{BE} 0.2 ~ 0.3) V

3. 输出特性曲线

输出特性曲线是指当基极电流 I_B 为常数时，输出电路(集电极电路)中集电极电流 I_C 与集-射极电压 U_{CE} 之间的关系曲线 $I_C = f(U_{CE})$ ，如图 3 所示。

在不同的 I_B 下，可得出不同的 I_C 随 U_{CE} 变化曲线，所以晶体管的输出特性曲线是一族曲线。下面结合图 4 共发射极电路来进行分析。

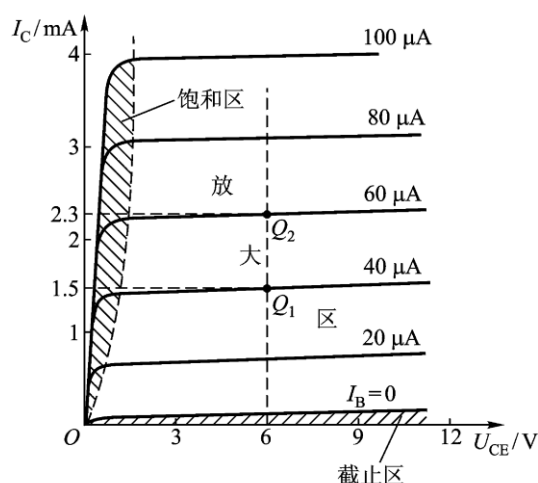


图 4 共发射极电路

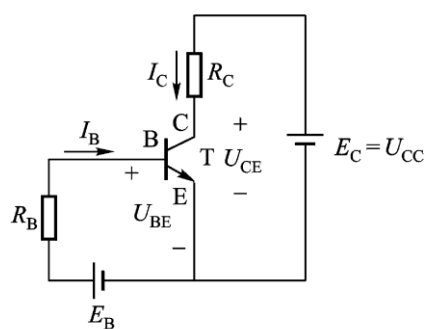


图 3 3DG100 晶体管的输出特性曲线

性曲线

晶体管有三种工作状态，因而输出特性曲线分为三个工作区

(1) 放大区

在放大区 $I_C = \beta I_B$ ，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。

对 NPN 型管而言，应使 $U_{BE} > 0$, $U_{BC} < 0$ ，此时， $U_{CE} > U_{BE}$ 。

(2) 截止区 $I_B = 0$ 的曲线以下的区域称为截止区。

$I_B = 0$ 时， $I_C = I_{CEO}$ (很小)。($I_{CEO} < 0.001mA$)。对 NPN 型硅管，当 $U_{BE} < 0.5V$ 时，即已开始截止，为使晶体管可靠截止，常使 $U_{BE} \leq 0$ 。截止时，集电结也处于反向偏置 ($U_{BC} \leq 0$)，此时， $I_C \approx 0$, $U_{CE} \approx U_{CC}$ 。

(3) 饱和区当 $U_{CE} < U_{BE}$ 时，集电结处于正向偏置 ($U_{BC} > 0$)，晶体管工作于饱和状态。

在饱和区, $\beta I_B \geq I_C$, 发射结处于正向偏置, 集电结也处于正偏。

深度饱和时 硅管 $U_{CES} \approx 0.3V$;

锗管 $U_{CES} \approx 0.1V$ 。 $I_C \approx U_{CC}/R_C$ 。当晶体管饱和时, $U_{CES} \approx 0$, 发射极与集电极之间如同一个开关的接通, 其间电阻很小; 当晶体管截止时, $I_C \approx 0$, 发射极与集电极之间如同一个开关的断开, 其间电阻很大, 可见, 晶体管除了有放大作用外, 还有开关作用。

图 5 所示的就是晶体管三种工作状态的电压和电流。

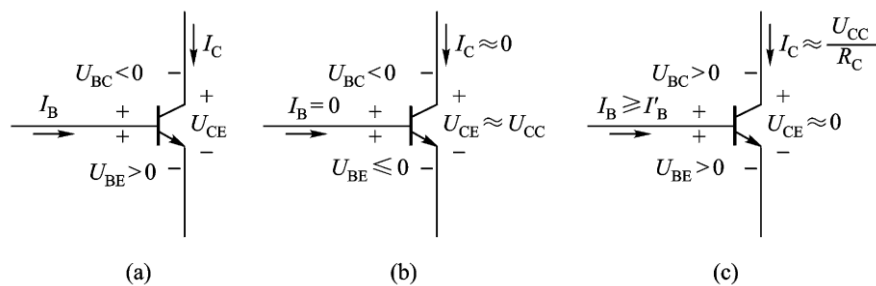


图 5 晶体管三种工作状态的电压和电流