

射频电路辅助分析第一次作业

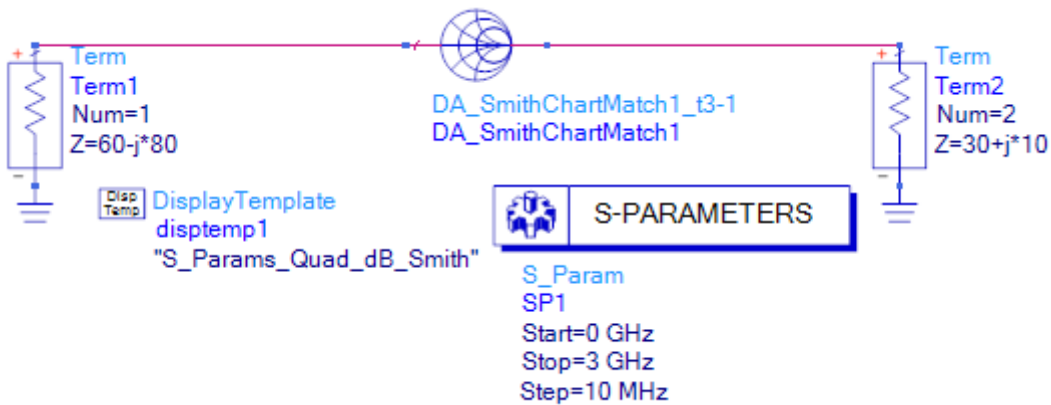
电磁1802 吴叶赛 U201813405

1.安装并熟悉ADS软件，并使用ADS主程序中的传输线及无源元件

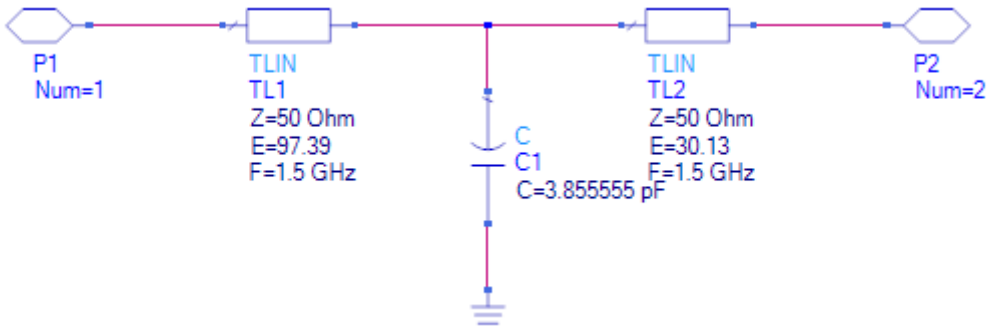
任意设计一个电路

任取负载和信号源内阻，工作频率为1.5GHz。利用“两段串联传输线中间并联电容”的形式设计匹配电路，如下图。来求具体数值和给出仿真结果（传输线特性阻抗为50Ω）。

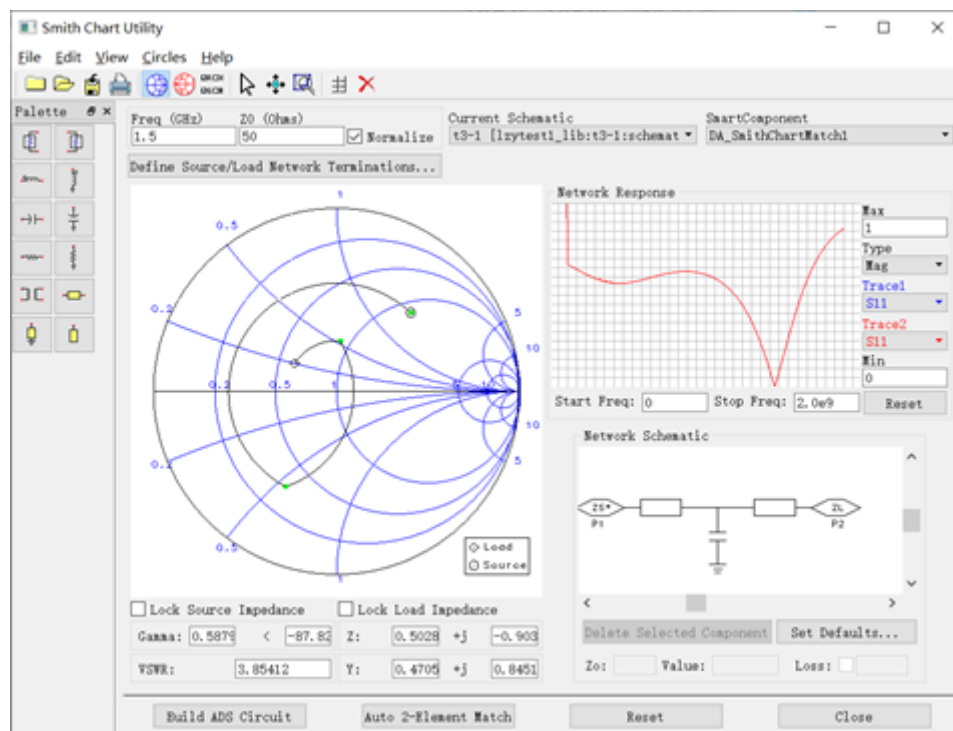
电路图：



子电路图：



史密斯圆图：



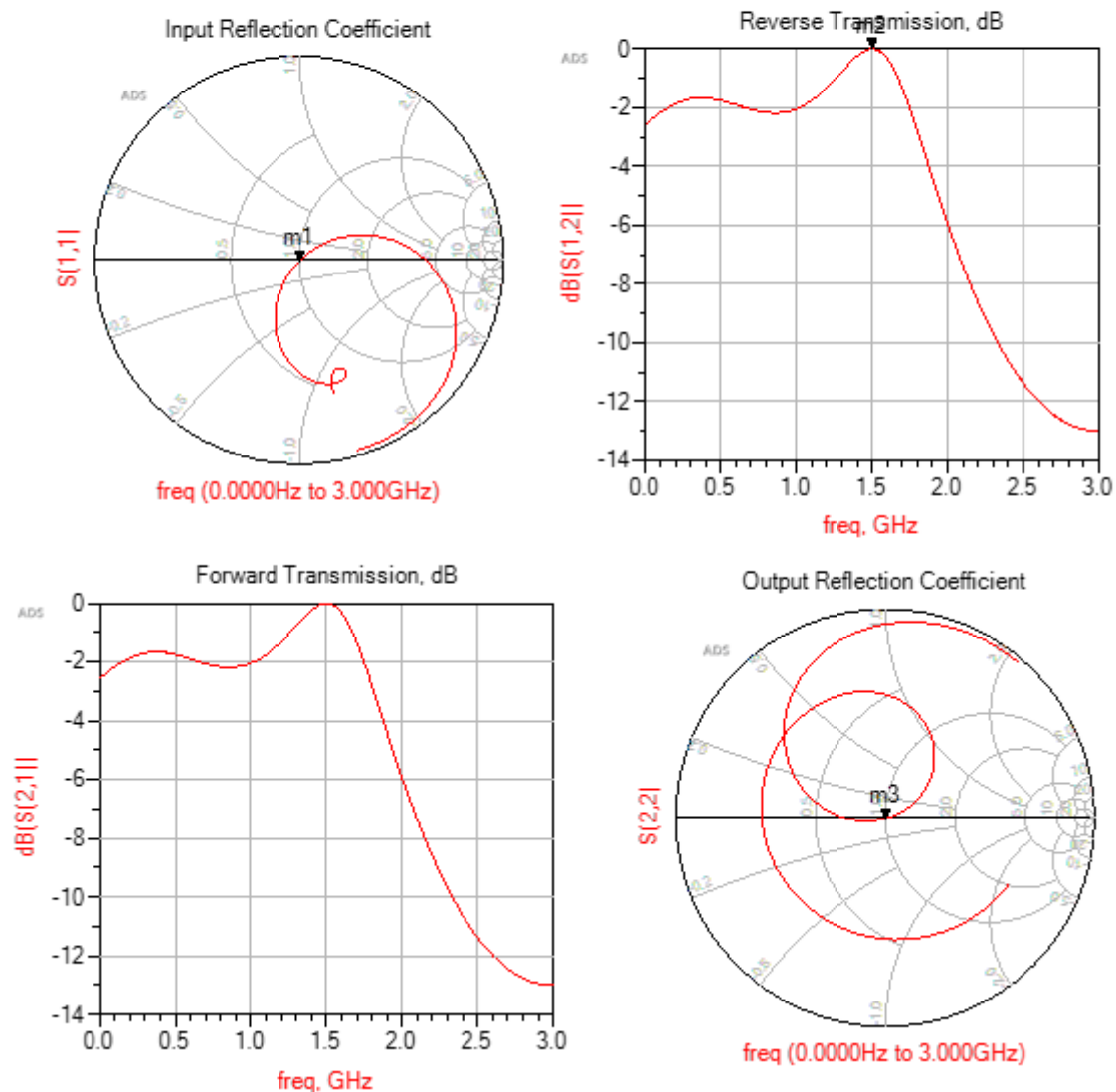
仿真结果:

m3
freq=1.500GHz
S(2,2)=0.003 / -71.087
impedance = $Z_0 * (1.002 - j0.006)$

m1
freq=1.500GHz
S(1,1)=0.003 / -48.278
impedance = $Z_0 * (1.004 - j0.005)$

m2
freq=1.500GHz
dB(S(1,2))=-4.905E-5

S-Parameters vs. Frequency



结果分析:

通过实验，使用“两段串联传输线中间并联电容”的形式实现了匹配，相关电路参数可以在电路图和子电路图中看出。通过仿真，观察到 $S(1,1)$ 中1.5GHz在圆心处，匹配网络设计合理。进一步观察，发现此网络大致是一个低通滤波器。

在史密斯圆图中，串联传输线，匹配路径在S图中以原点为圆心顺时针旋转；并联电容，匹配路径在Y图中从对应阻抗点处沿着等电抗圆向下顺时针旋转。

2、使用ADS中的LineCalc组件工具，进行各类传输线的基本分析和设计。

ads LineCalc中基板参数

Er: 微带线介质基片的相对介电常数

Mur:微带纤介质基片的相对磁导率

H: 微带线介质基片厚度

Hu:微带电路的封装高度

T: 为电线金属片的厚度 Cond: 微带线金属片的电导率

TanD: 微带线的损耗角正切

Rough:微带线的表面粗糙度

Ze: Impedance for even-mode (偶模阻抗)

Zo: Impedance for odd-mode(奇模阻抗)

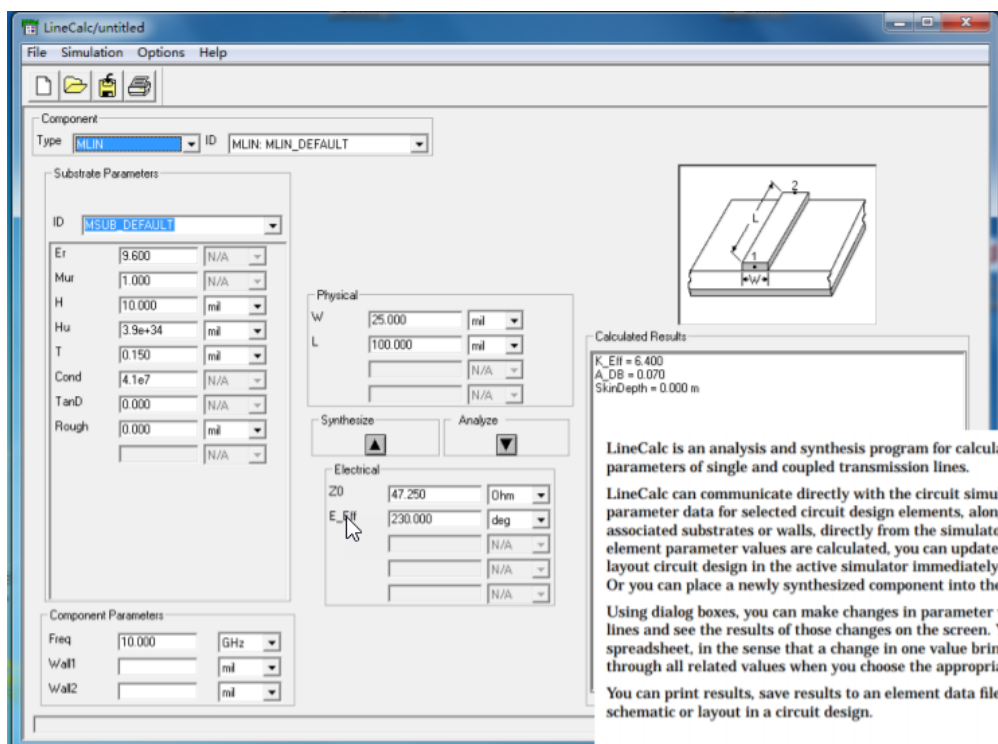
Z0: For coupled-line components, such as SCLIN or MCLIN, $Z_0 = \sqrt{Z_e \cdot Z_o}$

C_DB: Coupling factor in dB, i.e., $C(\text{dB}) = 20 \log_{10} [(Z_e - Z_o)/(Z_e + Z_o)]$ (耦合因子)

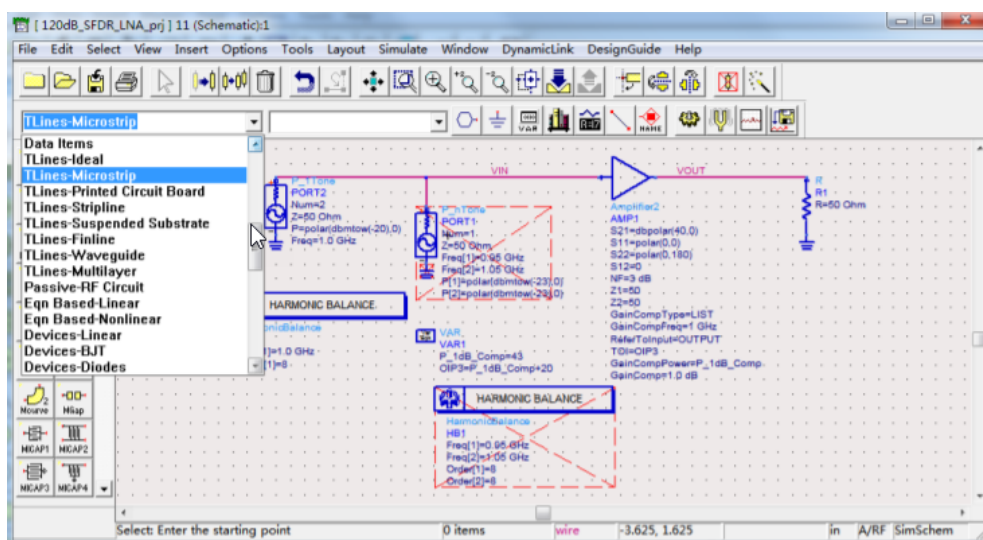
E_EFF: Effective electrical length of line or coupled section (angle units) (等效电长度)

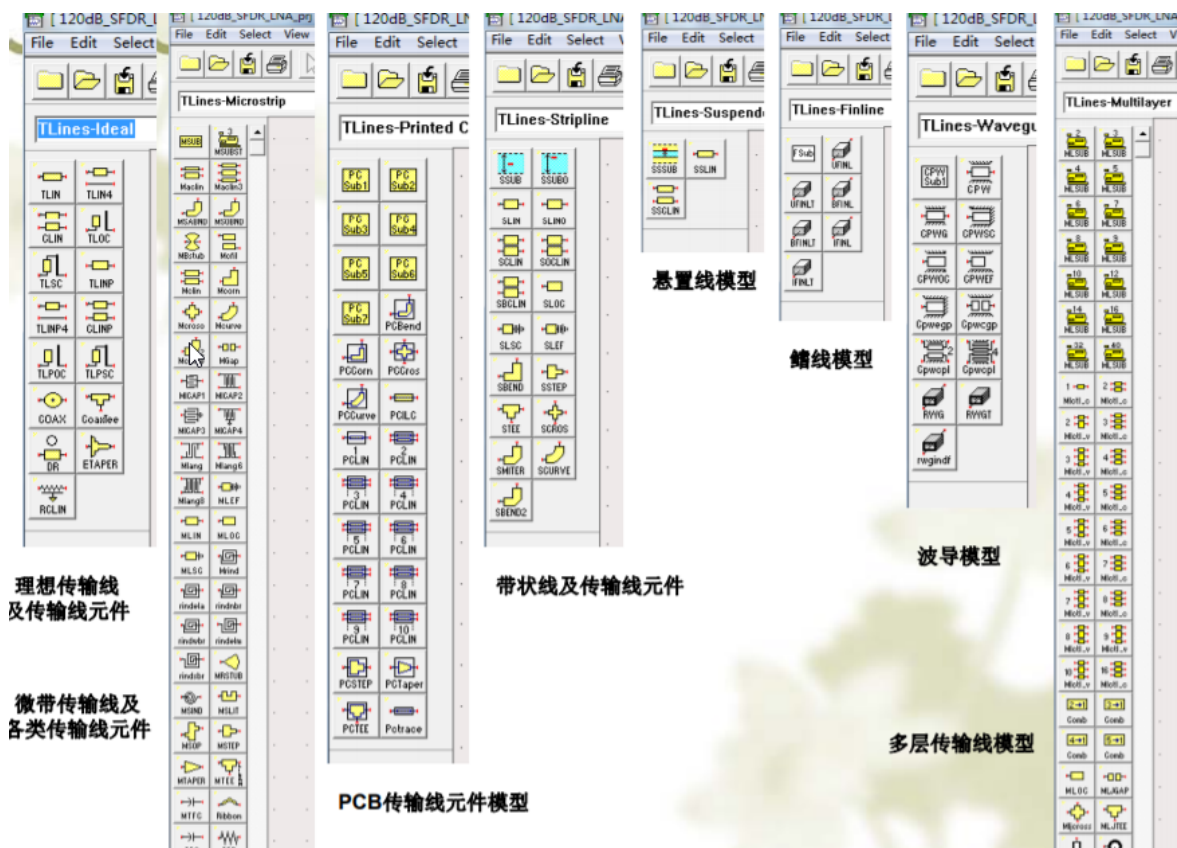
主要用这几种：主要是介电常数、介质厚度、金属厚度、线宽（如果是差分则还有间距）

LineCalc主界面



ADS主程序中的传输线元件





微带线不连续性结构的计算方法：与微带线的使用波长相比，不连续线段的尺寸通常很小，因此可以用集总参数元件等效电路来表征。这些不连续性都是由导体的结构尺寸突变引起的，在间断处电磁场的分布被改变，其中电场的改变引起电容的等效改变，磁场的改变引起电感的等效变化。所以，微带线不连续性的分析计算，就是计算由这种不连续性引起的电容和电感参数的变化。

3、查看和了解ADS软件中的肖特基势垒二极管的模型，参数，等效电路。一个SBD管的实例？

肖特基势垒二极管SBD (SchottkyBarrierDiode, 简称肖特基二极管) 是近年来问世的低功耗、大电流、超高速半导体器件。其反向恢复时间极短 (可以小到几纳秒)，正向导通压降仅0.4V左右，而整流电流却可达几千安培。这些优良特性是快恢复二极管所无法比拟的。中、小功率肖特基整流二极管大多采用封装形式。

肖特基整流管仅用一种载流子 (电子) 输送电荷，在势垒外侧无过剩少数载流子的积累，因此，不存在电荷储存问题 ($Q_{rr} \rightarrow 0$)，使开关特性获得明显改善。其反向恢复时间已能缩短到10ns以内。但它的反向耐压值较低，一般不超过100V。因此适宜在低压、大电流情况下工作。利用其低压降这特点，

能提高低压、大电流整流（或续流）电路的效率。

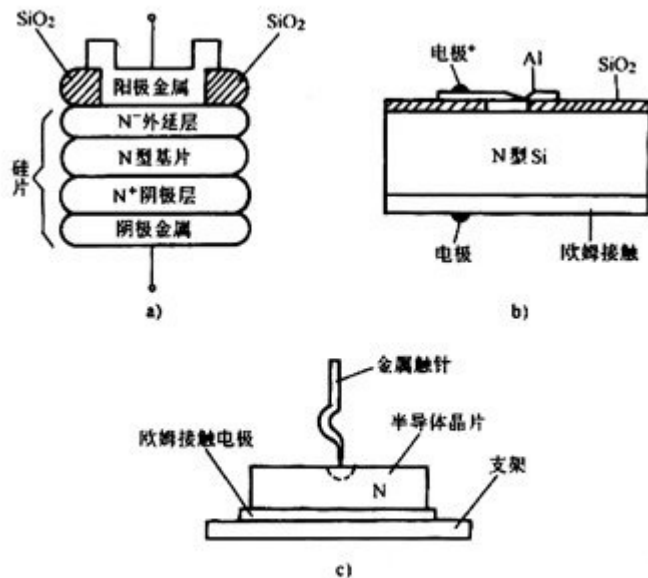


图 4-44 肖特基二极管

肖特基二极管分为有引线 and 表面安装（贴片式）两种封装形式。

采用有引线式封装的肖特基二极管通常作为高频大电流整流二极管、续流二极管或保护二极管使用。它有单管式和对管（双二极管）式两种封装形式，如图4-45所示。

肖特基对管又有共阴（两管的负极相连）、共阳（两管的正极相连）和串联（一只二极管的正极接另一只二极管的负极）三种管脚引出方式，见下图

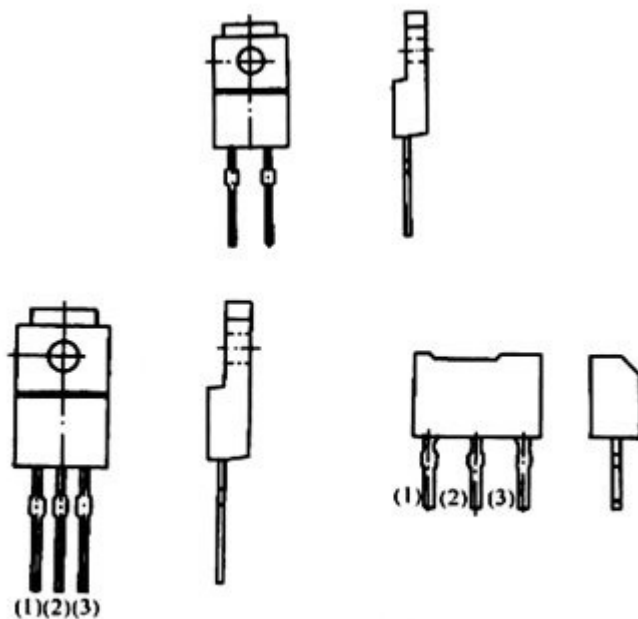


图 4-45 有引线式肖特

下面通过一个实例来介绍检测肖特基二极管的方法。检测内容包括：①识别电极；②检查管子的单向导电性；③测正向导压降 V_F ；④测量反向击穿电压 V_{BR} 。

被测管为B82-004型肖特基管，共有三个管脚，外形如图4所示，将管脚按照从左至右顺序编上序号①、②、③。选择500型万用表的 $R \times 1$ 档进行测量。

测试结论：

第一，根据①②、③④间均可测出正向电阻，判定被测管为共阴对管，①、③脚为两个阳极，②脚为公共阴极。

第二，因①②、③④之间的正向电阻只几欧姆，而反向电阻为无穷大，故具有单向导电性。

第三，内部两只肖特基二极管的正向导通压降分别为0.315V、0.33V，均低于手册中给定的最大允许值 $V_{FM}(0.55V)$ 。

另外使用ZC25-3型兆欧表和500型万用表的250VDC档测出，内部两管的反向击穿电压VBR依次为140V、135V。查手册，B82-004的最高反向工作电压（即反向峰值电压）VBR=40V。表明留有较高的安全系数。

四、常用的肖特基二极管主要参数

常用的有引线式肖特基二极管有D80-004、B82-004、MBR1545、MBR2535等型号，各管的主要参数见表4-43。

表 4-43 几种常用有引线式肖特基二极管的主要参数

参数 型号	额定整流 电流 /A	峰值电流 /A	最大正 向压降 /V	反向击 穿电压 /V	反向恢 复时间 /ns	内部封 装结构	封装 形式
1380-004	15	250	0.55	40	<10	单管	TO-3P
B82-004	5	100	0.55	40	<10	共阴对管	TO-220
MBR1545	15	150	0.7	45	<10	共阴对管	TO-220
MBR2535	30	300	0.73	35	<10	共阴对管	TO-220
RB015T-40	10	60	0.55	40	—	—	TO-220FP
RB025T-40	5	60	0.55	40	—	—	TO-220FP
RB100A	1	40	0.55	40	—	—	MSR

常用的表面封装肖特基二极管有FB系列，其主要参数

表 4-44 RB 系列表面封装肖特基二极管的主要参数

参数 型号	最高反 向电压 /V	额定正 向电流 /A	峰值 电流 /A	最大正 向压降 /V	最大反 向电流 /μA	封装结构及形式	管脚引 出方式	用途
RB035B-40	40	4	30	0.55	3500	CPD (D PAK)	G	整流
RB031B-40	40	3	40	0.55	2000	CPD (D PAK)	I	
RB160L-40	40	1	30	0.55	1000	PSM	J	
RB110C	40	1	5	0.6	80	MPD (SOT-89)	F	
RB401D	40	0.5	3	0.5	70	SMD (SC-59 /SOT-23)	D	
RB111C	40	1	5	0.5	100	MPD (SOT-89)	F	
RB435C	20	0.5	3	0.55	30	MPD (SOT-89)	G	
RB400D	20	0.5	3	0.5	30	SMD (SC-59 /SOT-23)	D	
RB411D	20	0.5	3	0.5	30	SMD	D	
RB420D	25	0.1	1	0.45	1	SMD	D	
RB421D	20	0.1	1	0.55	30	SMD	D	
RB425D	20	0.1	1	0.55	30	SMD	A	
RB450F	25	0.1	1	0.45	1	UMD	D	
RB451F	20	0.1	1	0.55	30	UMD	D	
RB471E	20	0.1	1	0.55	30	FMD (SOT-25)	E	
RB701D	25	0.03	0.2	0.37	1	SMD (SC-59 /SOT-23)	D	小信号检 波
RB705D	25	0.03	0.2	0.37	1	SMD	A	
RB706D	25	0.03	0.2	0.37	1	SMD	C	
RB715F	25	0.03	0.2	0.37	1	UMD	A	
RB717F	25	0.03	0.2	0.37	1	UMD	B	
RB751H	25	0.03	0.2	0.37	1	DSM	J	
RB731U	25	0.03	0.2	0.37	1	IMD (SOT-36)	H	

4、学习和了解隧道二极管的伏安特性、模型和等效电路。一个TD管的实例及应用。

隧道二极管原理：隧道二极管是以隧道效应电流为主要电流分量的晶体二极管。

隧道效应，是指在两片金属间夹有极薄的绝缘层（厚度大约为 1nm (10^{-6}mm)，如氧化薄膜），当两端施加势能形成势垒 V 时，导体中有动能 E 的部分微粒子在 $E < V$ 的条件下，可以从绝缘层一侧通过势垒 V 而达到另一侧的物理现象。

由重掺杂的p区和n区形成的PN结即隧道结。n型半导体的费米能级进入了导带，p型半导体的费米能级进入了价带，在没有外加电压，处于热平衡状态时，n区和p区的费米能级相等。n区导带底比p区价带顶还低，因此，在n区的导带和p区的价带中出现具有相同能量的量子态。在重掺杂情况下，杂质浓度大，势垒区很薄，由于量子力学的隧道效应，n区导带的电子可能穿过禁带，到p区价带，p区价带电子也可能穿过禁带到n区导带，从而有可能产生隧道电流。随着长度越短，电子穿过隧道的概率越大，隧道电流越显著。

隧道二极管的工作符合发生隧道效应具备的三个条件：

- ①费米能级位于导带和满带内；
- ②空间电荷层宽度必须很窄（ $0.01\mu\text{m}$ 以下）；
- ③简并半导体P型区和N型区中的空穴和电子在同一能级上有交叠的可能性。

隧道二极管的伏安特性 隧道二极管的伏安特性，是一条S型特性曲线。曲线中最大电流点P，称为峰点；最小电流点V，称为谷点。其电流和电压间的变化关系与一般半导体二极管不同。当某一个极上加正电压时，通过管的电流先将随电压的增加而很快变大，但在电压达到某一值后，忽而变小，小到一定值后又急剧变大；如果所加的电压与前相反，电流则随电压的增加而急剧变大。

隧道二极管的主要参数：

- (1) 峰点电压 U_p ，约几十毫伏，谷点电压 U_v ，约几百毫伏
- (2) 峰点电流 I_p ，约几毫安，谷点电流 I_v 约几百微安
- (3) 峰谷电流比，约为5-6，越大越好
- (4) 谷点电容 C_v ，几微法至几十微法，越小越好，国产2BS4A： $U_p=80\text{毫伏}$ ， $I_p=4\text{毫安}$ ，峰谷电流比 ≥ 5 ， $C_v=10 \sim 15\text{微法}$ ， $U_v=280\text{毫伏}$ 。