

中华人民共和国国家标准

半导体器件 分立器件 第3部分:信号(包括开关)和调整二极管

Semiconductor devices—Discrete devices
Part 3:Signal (including switching)
and regulator diodes

GB/T 6571—1995
IEC 747-3—1985
代替 GB 6571—86

本标准等同采用国际标准 IEC 747-3—1985《半导体器件 分立器件 第3部分:信号(包括开关)和调整二极管》及其第1次修订(1991)。

第1章 总则

1 引言

通常,本标准与 IEC 747-1—1983《半导体器件 分立器件和集成电路 第1部分:总则》一起使用。在 747-1 中可找到下列全部基础资料:

- 术语;
- 文字符号;
- 基本额定值和特性;
- 测试方法;
- 接收和可靠性。

本标准各章的编排顺序符合 IEC 747-1 第Ⅲ章第2.1条的规定。

2 范围

本标准给出了下列类型及其分类型器件的标准:

- 信号二极管(包括开关二极管);
- 电压基准二极管和电压调整二极管;
- 电流调整二极管。

3 文字符号

通常,在术语的标题中加进了文字符号。当一个术语有几个不同的文字符号时,本标准只选取了最常用的。

第Ⅱ章 术语和文字符号

第1节 信号二极管(包括开关二极管)

1 通用术语

747-1 中给出的有关术语和定义在此适用,下面 1.1 条的术语引自该标准第Ⅳ章 4.8 条。

1.1 信号二极管 signal diode

用来提取或处理包含在随时间变化的电信号中的信息的一种二极管,此电信号可以是模拟的,也可以是数字的。

2 有关额定值和特性的术语

747-1 第Ⅳ章第5条中给出的有关术语和定义在此适用。此外,补充下列的术语和定义。

2.1 电压

2.1.1 反向直流电压(V_R) continuous (direct) reverse voltage

施加于二极管反向的恒定电压值。

2.1.2 反向平均电压($V_{R(AV)}$) mean reverse voltage

反向电压在某一规定时间内的平均值。

2.1.3 反向峰值电压(V_{RM}) peak reverse voltage

在二极管两端出现的,包含所有重复和不重复瞬态反向电压在内的最大瞬时值。

2.1.4 电压检波效率(η_V) detector voltage efficiency

在规定的电路条件下,直流负载电压与正弦输入的峰值电压之比。

2.1.5 正向恢复电压(V_{FR}) forward recovery voltage

从零电压或某一规定的反向电压,瞬时转换到规定的正向电流之后,在正向恢复时间内出现的变化差的电压。

2.2 电流

2.2.1 正向平均电流($I_{F(AV)}$) mean forward current

正向电流在某一规定时间内的平均值。

2.2.2 正向峰值电流(I_{PM}) peak forward current

包括所有重复和不重复瞬态正向电流在内的最大瞬时值。

2.3 功率耗散

2.3.1 功率检波效率(η_P) detector power efficiency

当二极管在规定的条件下工作时,由交流信号在负载电阻上产生的直流功率变化量与正弦电压源输出的有用功率之比。

2.3.2 单脉冲能量(E_P) (用于检波二极管) single-pulse energy

在二极管的正向施加短时间的脉冲能量。

注:为了达到最大额定值,脉冲持续时间通常规定为小于10 ms。

2.3.3 重复脉冲能量($E_{P(rep)}$) repetitive pulse energy

在一系列重复脉冲中一个单脉冲所包含的能量。

2.4 其他特性

2.4.1 恢复电荷(Q_r) recovered charge

由规定的正向电流条件转换到规定的反向条件之后,使二极管得以恢复的总电荷。

注:该电荷包含由载流子存储和耗尽层电容引起的两部分电荷。

2.4.2 反向恢复时间(t_{rr}) reverse recovery time

当二极管从正向转换到反向时,从电流通过零点的瞬间起到反向电流经过峰值 I_{RM} 后减少到某一规定的低值的瞬间(为图1所示)或把反向电流外推到零点的瞬间为止(如图2所示)的时间间隔。

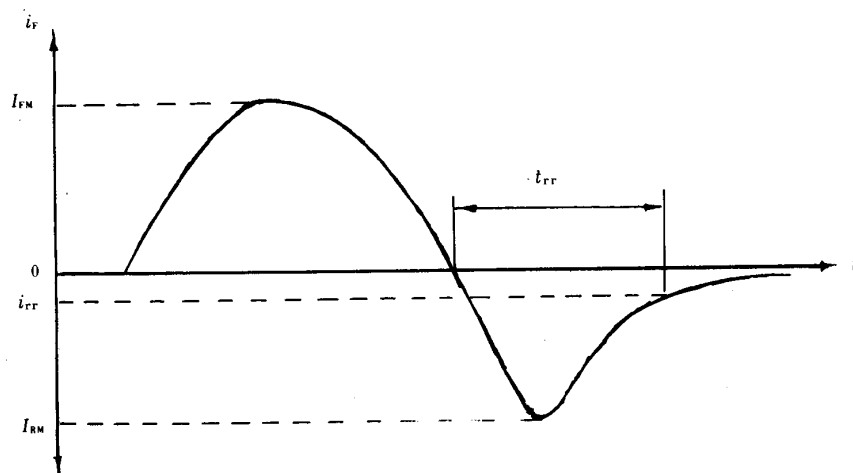


图 1

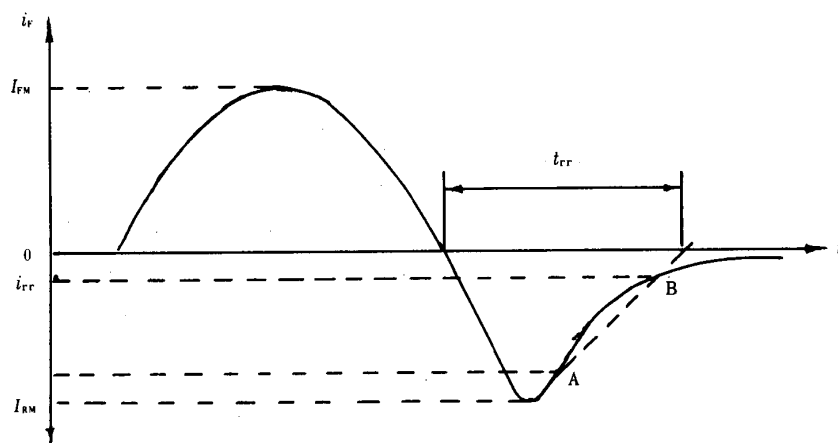


图 2

注：从规定的 A 点和 B 点进行外推，一般形式为图 2 所示。

2.4.3 正向恢复时间(t_{fr}) (整流二极管或信号二极管的) forward recovery time

是指正向电压从升至第一规定值到由峰值 V_{FRM} 降至接近于最终稳定值的第二规定值之间的时间间隔(如图 3 所示方法 A)。或者是指正向电压从升至第一规定值到由峰值 V_{FRM} 降至以规定 A、B 点外推的零点电压之间的时间间隔(如图 4 所示方法 B)。这两种定义均是指在零电压或其他规定的反向电压条件下施加规定的正向阶跃电流的情况。

注：① 第一指定电压和第二指定电压通常分别指最终稳定值(图 3 和图 4 中的 V_F) 的 10% 和 110%。

② 外推值是通过 A 点和 B 点计算出的，A 点和 B 点如图 4 所示。

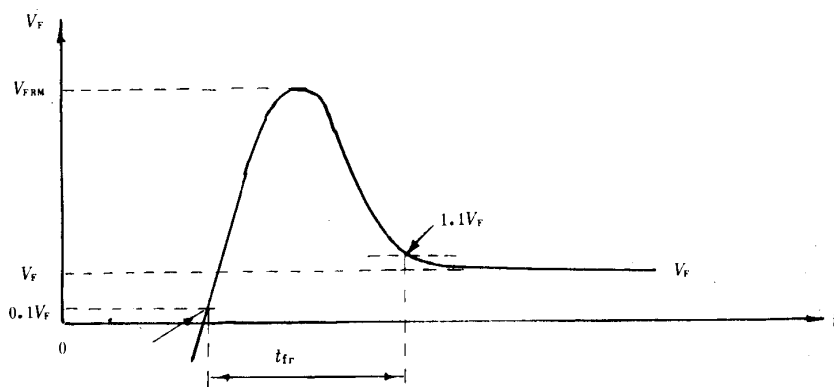


图 3 正向恢复时间 方法 A

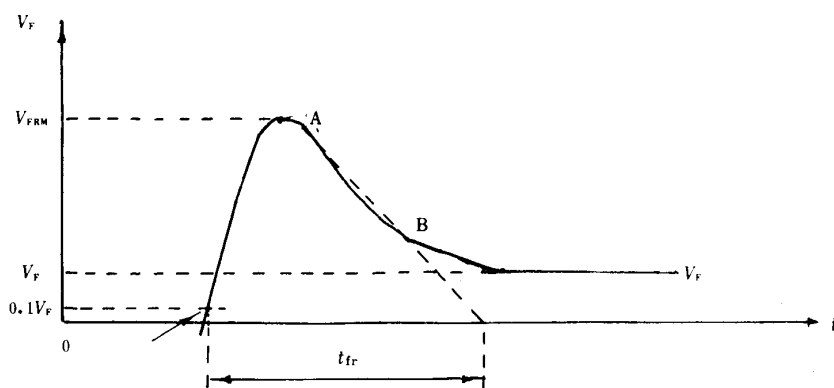


图 4 正向恢复时间 方法 B

2.4.4 微分电阻(r) differential resistance

在规定的测试条件下,在二极管两端之间测得的微分电阻。

2.4.5 正向直流电阻 forward d.c resistance

在二极管两端的正向直流电压除以相应的直流正向电流所得的商。

2.4.6 反向直流电阻 reverse d.c resistance

在二极管两端的反向直流电压除以相应的直流反向电流所得的商。

2.4.7 总电容(C_{tot}) total capacitance

在规定的偏置条件下,在二极管两端之间测得的电容。

2.4.8 总电流灵敏度(β_i) total current sensitivity

在规定负载下,检波二极管的总电流除以该二极管的输入信号总功率所得的商。

2.4.9 增量电流灵敏度(β_i) incremental current sensitivity

在规定负载下,检波二极管的电流增量除以引起该增量的输入信号功率的变化量所得的商。

2.4.10 品质因数(M)(检波二极管) figure of merit

表征接收器件灵敏度的一个参数,定义如下:

$$M = \frac{\beta \cdot r_{op}}{\sqrt{N_r \cdot r_{op} + R_A}}$$

式中: β —— 增量电流灵敏度(β_i)或总电流灵敏度(β_t)按适用,二者取一(在短路条件下)。

r_{op} —— 工作点微分电阻。

N_r —— 二极管的信噪比。

R_A —— 用于放大检波二极管输出的高阻抗放大器的等效噪声电阻。

3 文字符号

3.1 概述

IEC 747-1 第 V 章的通用规则在此适用。

3.2 除 IEC 747-1 第 V 章 2.2.1 和 3.3.1 条推荐的有关通用下标外,再推荐下列专用下标:

3.2.1 电流、电压和功率:

A, a 为阳极;

K, k 为阴极;

O 为检波平均输出。

3.2.2 电参数:

δ, d 为阻尼;

r 为恢复, 检波;

S, s 为贮存。

3.3 补充的文字符号一览表

下表中推荐的文字符号适用于信号二极管;这些符号是按照通用规则给出的。

补充的文字符号一览表

名称和命名	文字符号	备 注
3.3.1 电压		
正向直流电压	V_F	
正向瞬态总电压	U_F	
正向平均电压	$V_{F(AV)}$	
反向直流电压	V_R	
反向瞬态总电压	U_R	
反向峰值电压	V_{RM}	
反向浪涌电压	V_{RSM}	
击穿电压	$V_{(BR)}$	
正向恢复电压	U_{FR}	
正向恢复峰值电压	V_{FRM}	
3.3.2 电流		
正向直流电流	I_F	
正向瞬态电流	i_F	
正向峰值电流	I_{FM}	
正向浪涌电流	I_{FSM}	

续表

名称和命名	文字符号	备 注
平均输出整流电流	I_O	适用于检波二极管
反向直流电流	I_R	
反向瞬态电流	i_R	
反向峰值电流	I_{RM}	
3.3.3 功率		
浪涌功率	P_{SM}	
射频连续波功率耗散	P_{CM}	
射频脉冲功率耗散	P_{RFP}	
3.3.4 开关参数		
正向恢复时间	t_{ir}	
反向恢复时间	t_{rr}	适用于检波二极管
反向恢复电流	i_{rr}	
恢复电荷	Q_r	
3.3.5 其他参数		
微分电阻	r	
阻尼系数	δ 或 d	
阻尼电阻	r_δ 或 r_d	
效率	η	
电压检波效率	η_v	
增量电流灵敏度	β_i	
总电流灵敏度	β_I	
单脉冲能量	E_P, W_P	
重复脉冲能量	$E_{P(rep)}$	
工作点微分电阻	r_{op}	
品质因数	M	

第2节 电压基准二极管和电压调整二极管

1 通用术语

IEC 747-1 中给出的有关术语和定义在此适用,下面 1.1 条和 1.2 条的术语来引自该标准第 IV 章 4.10 条和 4.11 条。

增加的专用术语如下:

1.1 电压基准二极管 voltage-reference diode

在规定的偏置电流范围内工作时,在其两个端子间产生规定精确度的基准电压的一种二极管。

1.2 电压调整二极管 voltage-regulator diode

在规定的电流范围内,在两个端子间产生基本恒定电压的一种二极管。

1.3 正向 forward direction

与一端连接的 P 型半导体区对于与另一端连接的 N 型区处于正电势时,所产生的电流方向。

1.4 反向 reverse direction

与一端连接的 N 型半导体区对于与另一端连接的 P 型区处于正电势时,所产生的电流方向。

2 有关额定值和特性的术语

在 IEC 747-1 中给出的有关术语和定义在此适用。

3 文字符号

3.1 概述

IEC 747-1 第 V 章的通用规则在此适用。

3.2 补充的下标

除 IEC 747-1 第 V 章 2.2.1 和 3.3.1 条推荐的有关通用下标外,再推荐下列专用下标:

3.2.1 电流、电压和功率

Z, z 工作状态。

3.2.2 电参数

Z, z 工作状态。

3.3 补充的文字符号一览表

推荐下表中的文字符号适用于电压基准二极管和电压调整二极管,这些符号是按照通用规则给出的。

名称和命名	文字符号	备 注
3.3.1 电压		
工作电压	V_Z	
在工作电压范围以下的反向直流电压	V_R	
在工作电压范围内的噪声电压	V_{nZ}	在不发生误会时可用 V_n
3.3.2 电流		
在工作电压范围内的反向直流电流	I_Z	
在工作电压范围以下某一电压下的反向直流电流	I_R	
3.3.3 其他参量		
在工作电压范围内的微分电阻	r_Z	
工作电压的温度系数	α_{VZ}	保留的文字符号: S_Z
工作电压的长期稳定性	δ_{VZ}	适用于电压基准二极管

第3节 电流调整二极管

1 通用术语

IEC 747-1 中给出的有关术语和定义在此适用。下面 1.1 条的术语引自该标准第 IV 章 4.12 条。
增加的专用术语如下：

1.1 电流调整二极管 current-regulator diode

在规定的电压范围内,将电流限制在一个基本恒定值上的一种二极管。

1.2 阳极端(电流调整二极管的) anode terminal

当二极管作为电流调整器工作时,需施加正电势的器件端子。

1.3 阴极端(电流调整二极管的) cathode terminal

当二极管作为电流调整器工作时,需施加负电势的器件端子。

2 有关额定值和特性的术语

IEC 747-1 第 IV 章第 5 条中给出的有关术语和定义在此适用。

此外,补充下列的术语和定义：

2.1 电压

2.1.1 调整范围 regulating range

电流维持在规定的狭窄范围之内的电压范围。

2.1.2 调整电压(工作电压) (V_S) regulator voltage

电流调整二极管工作在伏-安特性饱和区所需施加的电压。

2.1.3 极限电压 (V_L) limiting voltage

在电流-电压曲线上电流为规定的下限值所对应的电压。

2.1.4 拐点电压 (V_K) knee voltage

在电流-电压曲线上靠近较低拐点处的电压。

2.2 电流

2.2.1 调整电流(工作电流) (I_S) regulator current

电流调整二极管作为电流调整器工作时,在规定的直流电压下,通过电流调整二极管的电流。

2.2.2 极限电流 (I_L) limiting current

与极限电压 (V_L) 相对应的电流值。

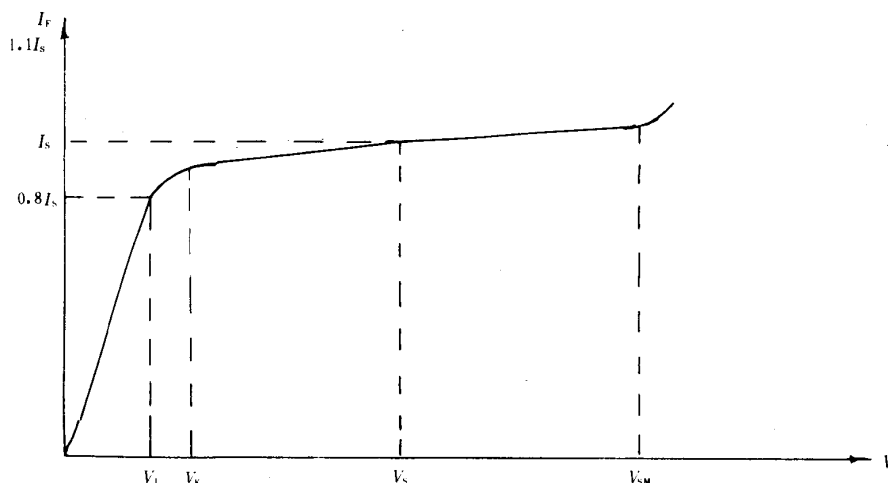


图5 用符号表示的电流调整二极管的特性

2.3 功率耗散

2.4 其他特性

2.4.1 小信号调整电导 (g_s) small-signal regulator conductance

电流调整二极管在规定的测试条件下,在阳极与阴极之间测得的小信号电导。

2.4.2 拐点电导 (g_K) knee conductance

在拐点电压下测得的小信号电导。

2.4.3 调整电流(工作电流)的温度系数 (α_{IS}) temperature coefficient of regulator current

在两个规定温度之间的调整电流(工作电流)的变化量与这两个温度差之比。

注:调整电流(工作电流)的变化量通常以调整电流(工作电流)的百分比来表示。

3 文字符号

3.1 概述

IEC 747-1 第 V 章的通用规则在此适用。

3.2 补充的下标

除推荐的有关通用下标外,再推荐下列专用下标:

3.2.1 电流、电压和功率

S,s 为调整(工作);

L 为极限;

K 为拐点。

3.2.2 电参数

S,s 为调整(工作);

K,k 为拐点。

3.3 补充的文字符号一览表

推荐下表中的文字符号供电流调整二极管领域使用。这些符号是按照通用规则给出的。

名称和命名	文字符号	备 注
3.3.1 电流		
调整电流(工作电流)	I_s	
极限电流	I_L	
3.3.2 电压		
调整电压(工作电压)	V_s	
极限电压	V_L	
拐点电压	V_K	
最大工作电压	V_{SM}	
3.3.3 其他参数		
小信号电导	g_s	
拐点电导	g_K	
调整电流(工作电流)的温度系数	α_{IS}	
调整电流(工作电流)的变化量	ΔI_s	

第Ⅲ章 基本额定值和特性

第1节 信号二极管(包括开关二极管)

1 概述

1.1 适用范围

本节适用于工作频率小于几百兆赫的二极管。

1.2 额定方式

信号二极管应按环境额定或管壳额定来规定,或适用时按两者来规定。

1.3 推荐温度

除非另有规定本标准中的多数额定值和特性都要求在 25℃ 或另外的规定温度下给出。其它的规定温度应由制造厂从 IEC 747-1 第Ⅵ章 5 条的一览表中选择。

2 额定值(极限值)

下列额定值应予以规定。

2.1 温度

2.1.1 最低和最高贮存温度 (T_{stg})。

2.1.2 最低和最高工作环境温度或管壳温度 (T_{amb} 或 T_{case})。

2.2 电压和电流

给定的电压和电流额定值必须保证器件在额定的工作温度范围内能够工作。在上述额定值(例如正向电流、反向电压等)与温度有关时,应指出与温度的依赖关系。

2.2.1 最大反向直流电压 (V_R)。

2.2.2 在规定脉冲条件下的最大反向峰值电压 (V_{RM}) (用于开关二极管)。

2.2.3 最大正向直流电流 (I_F)。

2.2.4 在规定条件下的最大正向峰值电流(不包括开关二极管) (I_{FM})。

2.2.5 在规定的脉冲持续时间和规定的占空因数时的正向峰值电流(用于开关二极管) (I_{FM})。

2.3 功率耗散(适用时)

随温度而变化的最大耗散功率 (P), 或结-管壳的最大热阻 ($R_{(th)j-c}$) 或结-环境的最大热阻 ($R_{(th)j-a}$) 最大等效结温 (T_{vj}) 和耗散功率的最大值 (P), 应规定对通风和(或)安装的任何特殊要求。

3 特性

应规定从 IEC 747-1 第Ⅵ章 6 条的一览表中选取的一个电压和(或)电流下的值。

3.1 反向电流 (I_R)

在 25℃ 和从 IEC 747-1 第Ⅵ章 5 条的一览表中选取的一个更高温度下, 在最高反向直流电压下和某一低的反向电压下的最大电流值。

3.2 正向电压 (V_F)

在 25℃ 和额定的最大正向直流电流下的最大电压值。

在 25℃ 和低的正向直流电流下的最小电压值。

3.3 总电容 (C_{tot})

在 25℃ 和规定低的反向电压以及低于复杂的二次效应显著时的频率下的最大电容值。

3.4 开关参数

用于作开关应用的二极管, 并在 25℃ 下规定下列特性:

3.4.1 恢复电荷或反向恢复时间

a) 恢复电荷 (Q_r)

在规定的正向电流和规定的反向电路条件下的最大电荷值。

b) 反向恢复时间 (t_{rr})

当恢复电荷的最大值不能规定时(3.4.1a条),就应规定反向恢复时间的最大值,在规定的电路条件下,通过施加规定的反向电压或电流,当二极管从规定的正向电流转换时应规定反向恢复时间的最大值。

3.4.2 正向恢复峰值电压 (V_{FRM}) (适用时)

从规定的反向电压转换到规定的正向电流时的最大电压值。

3.4.3 正向恢复时间 (t_{fr}) (适用时)

从规定的反向偏置转换到规定的正向电流时的最大时间值。

3.5 检波效率

对于规定供检波电路用的二极管而言,应规定下列特性:

a) 电压检波效率 (η_v)

在 25℃ 和规定的偏置条件下的最小值。同时还应规定电路条件和测量频率。

该特性通常用于大信号射频检波器。或者:

b) 功率检波效率 (η_p)

在 25℃ 或从 IEC 747-1 第 VI 章 5 条的一览表中选取的一个更高温度下以及规定的偏置条件下的最小值。

该特性通常用于小信号射频检波器。

3.6 噪声 (V_n, I_n) (适用时)

取决于二极管是正向偏置还是反向偏置下的噪声电压或噪声电流的最大值。

4 应用数据

在考虑中。

第 2 节 电压基准二极管和电压调整二极管

1 概述

1.1 额定方式

电压基准二极管和电压调整二极管应按环境额定或管壳额定来规定,或适用时按两者来规定。

1.2 推荐温度

除非另有规定,本标准中的许多额定值和特性都要求在 25℃ 和别的规定温度下给出。其他的规定温度应由制造厂从 IEC 747-1 第 VI 章 5 条的一览表中选择。

2 额定值(极限值)

下列额定值应予以规定。

2.1 温度

2.1.1 最低和最高贮存温度 (T_{stg})。

2.1.2 最低和最高工作环境温度或管壳温度 (T_{amb} 或 T_{case})。

2.2 电流

这些电流额定值必须保证器件在额定的工作温度范围之内能够工作。在上述额定值与温度有关时,则应指出这种依赖关系。

2.2.1 最大反向直流电流 (I_Z) (用于击穿区工作的二极管)。

2.2.2 最大正向直流电流 (I_F) (对在正向导通区工作的二极管)。

3 特性

3.1 概述

应在 25℃ 下或适用时从 IEC 747-1 第 VI 章 5 条的一览表中选取另一规定温度来规定其特性。

3.2 工作电压 (V_Z)

按 1, 2, 5, 比例规定电流下的电压标称值、最小值和最大值。

以反向击穿方式工作的电压基准二极管的优选电压标称值及其相应的极限值由 IEC 747-1 第 VI 章

6.3 和 6.4 条给出。

3.3 工作电压范围内的微分电阻 (r_Z)

3.3.1 在 3.2 条规定电流下的最大电阻值。

3.3.2 在推荐的最小工作电流下的最大电阻值。

3.4 工作电压的温度系数 (α_{VZ})

在 3.2 条的规定电流下的最小值和最大值 ($\%/^{\circ}\text{C}$) 如果该系数随温度明显地变化, 则应规定其这种变化以及进行测量时的温度。

3.5 结电容 (C_j) (适用时)

在低于击穿电压的规定反向电压下的最大电容值。

3.6 反向电流 (I_R)

在低于击穿电压的规定反向电压下的最大电流值。

3.7 正向电压 (V_F) (仅用于电压调整二极管)

工作在击穿区的二极管在最大正向直流电流下的典型电压值或最大电压值。

3.8 工作电压范围内的噪声电压 (V_{nz}) (适用时)。

在规定频率、带宽和工作电流条件下的最大电压值。当该参数随温度的变化明显时, 则应表示出这种变化。

第 3 节 电流调整二极管

1 类型

环境额定或管壳额定电流调整二极管。

2 半导体材料

硅等。

3 外形

3.1 按 GB 7581《半导体分立器件外形尺寸》。

3.2 管壳材料: 玻璃/金属/塑料/其他。

3.3 端子与管壳之间任何连接的端子识别和标志。

4 极限值(绝对最大额定值)

除非另有规定, 极限值(绝对最大额定值)在全工作温度范围内适用。

4.1 最低和最高贮存温度 (T_{stg})。

4.2 最低和最高工作温度或管壳温度 (T_{amb} 或 T_{case})。

- 4.3 在 25℃ 的环境温度或管壳温度下的最大总功率耗散 (P_{tot}) 以及降额曲线或降额系数。
- 4.4 适用时,最大反向电压 (V_R) 或最大反向电流 (I_R)。
- 4.5 适用时,最大正向电压 (V_F)。

5 电特性

引 证	特 性	条 件 (除非另有规定,在 T_{amb} 或 $T_{case} = 25^{\circ}\text{C}$ 时)	符 号	要 求
5.1	调整电流	V_s 规定为 (V_{s1})	I_{s1}	最小,最大
5.2	调整电流	V_s 规定为最高推荐工作电压 (V_{s2})	I_{s2}	最大
5.3	适用时,调整电流的温 度系数	按 5.1 条 T_{amb} 或 T_{case} 的范围 规定的 V_s	α_{IS}	最小 ¹⁾ ,最大 ¹⁾
5.4 或 5.5	在 V_s 规定变化时,调整 电流的变化量	在 V_{sL} 的两端上 V_s 的两个规 定值	ΔI_s	最大
5.5	小信号调整电导	$V_{s1}, f = 1\text{ kHz}$	g_s	最大
5.6	极限电压	规定的 I_L , 最好为 $0.8I_{S1min}$	V_L	最大
5.7	适用时,拐点电导	规定的 $V_K, f = 1\text{ kHz}$	g_K	最大

注：1) “最大”是指正的最大(负的最小)极限,“最小”是指正的最小(负的最大)极限。还应给出与每个极限值有关的符号(+/-)。

第 IV 章 测试方法

第 1 节 信号二极管(包括开关二极管)

1 反向电流(I_R)

- a) 目的
在规定的反向电压下,测试二极管的反向电流。
- b) 电路图

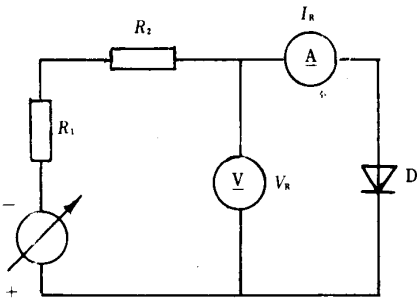


图 6 I_R 的测试电路

c) 电路说明和要求

D 为被测二极管。

R_1 为校准过的电阻(仅用于脉冲测量)。

R_2 为限流电阻。

如果需要脉冲测试时,则可用脉冲电压发生器代替可调电压源,用峰值读数仪表代替直流电压表,并用一跨接在电阻 R_1 两端的峰值电压表代替直流电流表。

d) 测试步骤

将温度调到规定值。

调节可调电压发生器,使被测二极管两端的反向电压 V_R 达到规定值。

从电流表上读得反向电流 I_R 的值。

e) 规定条件

——环境、外壳或基准点温度 ($T_{amb}, T_{case}, T_{ref}$);

——反向电压 (V_R);

——脉冲宽度和占空比(在用脉冲法测量时)。

2 正向电压(V_F)

a) 目的

在规定的条件下,测量信号二极管或开关二极管两端的正向电压。

b) 电路图

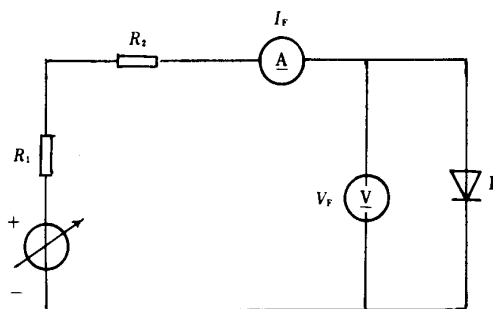


图 7 V_F 的测试电路

c) 电路说明和要求

D 为被测二极管

R_1 为已校准电阻(仅用于脉冲测量)。

R_2 为高阻值电阻。

如果需要脉冲法测量时,则可用脉冲电压发生器代替可调电压源,用峰值读数仪表代替直流电压表,并用一跨接在电阻 R_1 两端的峰值电压表代替直流电流表。

d) 测量步骤

将温度调到规定值。

调节可调电压源,使二极管正向电流 I_F 达到规定值。

从电压表上读得正向电压 V_F 。

e) 规定条件

——环境、外壳或基准点温度 ($T_{amb}, T_{case}, T_{ref}$);

——正向电流 (I_F);

——脉冲宽度和占空比(需要时)。

3 总电容(C_{tot})

a) 目的

在规定条件下测量二极管的总电容。

b) 电路图

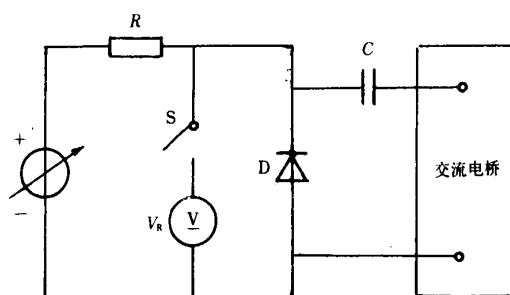


图 8 C_{tot} 的测试电路图

c) 电路说明和要求

D 为被测二极管

电阻 R 的电导应低于被测二极管的导纳。

电容器 C 必须能承受二极管的反向偏置电压,并在测量频率下应呈现短路。

d) 注意事项

如果被测电容量很小,则安装条件将会影响测试结果的精度,因此,应对安装条件加以规定。

e) 测量步骤

将温度调到规定值。

将二极管两端的电压调到规定值 V_R 。然后,将电压表 V 从电路断开,并用交流电桥测定被测二极管的电容值,由管座上装有二极管时测得的电容值减去管座上装不装二极管时测得的电容值为总电容。

f) 规定条件

——环境、管壳或基准点温度 (T_{amb} 、 T_{case} 、 T_{ref});

——反向电压 (V_R);

——测量频率(一般取 1 MHz);

——二极管的安装条件(在必要时)。

4 开关参数

4.1 正向恢复时间(t_{fr})和正向恢复峰值电压(V_{FRM})

a) 目的

测量二极管的正向恢复时间和正向恢复峰值电压。

b) 电路图和测试波形

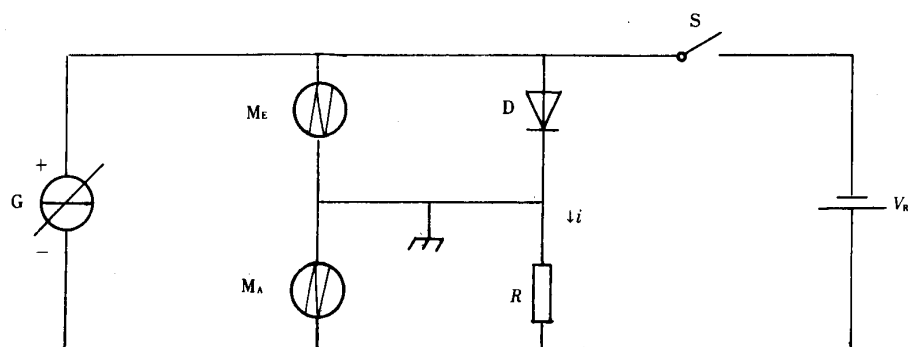
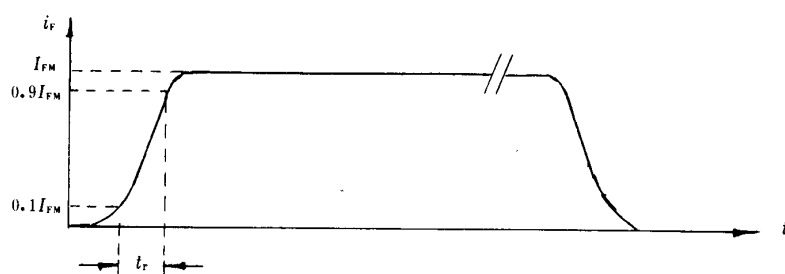
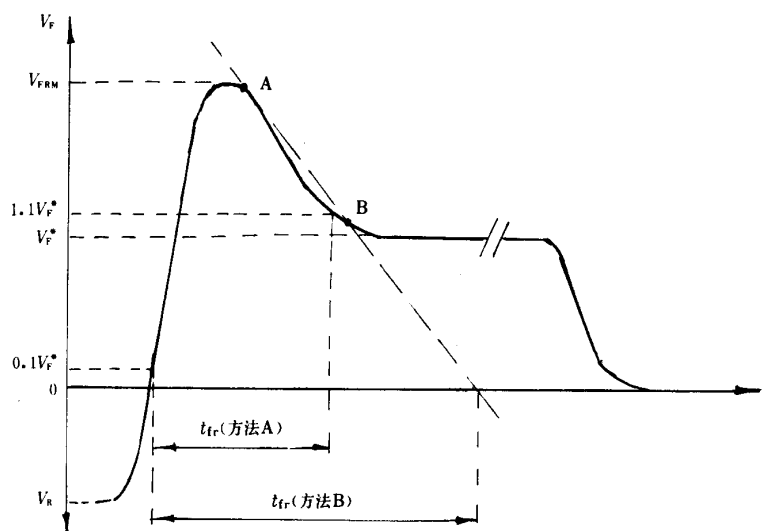


图 9 t_{tr} 和 V_{FRM} 的测试电路图



(a) 电流波形



(b) 电压波形

图 10 电流和电压波形

c) 电路说明和要求
D 为被测二极管

G 为有适当电压(开路输出电压)的脉冲电流发生器,电压选择至少 50 V 或 V_{FRM} 的三倍量中较大的一个。

R 为无电感标准电阻器;

S 为电子开关,只在脉冲电流前及其持续中开启一段时间,其他时间均闭合。

M_A 和 M_E 为示波器或其他监视装置。

脉冲持续时间要足够长以满足正向电压达到稳定值 V_F ;

脉冲持续时间及脉冲发生器的脉冲保持时间与间歇时间之比,应达到使二极管内部发热可忽略不计。

d) 测试步骤

将温度调到规定值。

当在 M_A 上观测电流波形时,脉冲电流调到规定的上升时间 t_r 和正向电流 I_{FM} 的指定要求。

调节反向电压 V_R 到规定值,开关 S 应置于恰当位置。

根据已给出的规定方法,正向恢复峰值电压 V_{FRM} 和正向恢复时间 t_{fr} 在 M_B 上测量。

e) 规定条件

——环境或管壳温度 (T_{amb} 、 T_{case});

——正向峰值电流 (I_{FM});

——脉冲电流的上升时间 (t_r)(在 I_{FM} 的 10% 和 90% 之间,除非是稳定的);

——如果不同于分别定义在 V_F 的 10% 和 110%,应规定正向恢复时间开始及结束时的电压;

——反向电压 (V_R)。

4.2 恢复电荷 Q_r , 反向恢复时间 t_{rr}

4.2.1 引言

当二极管突然从正向工作转换到反向工作时,其反向电流首先呈现一个初始瞬态值,然后才降到该二极管反向电流的最终值如图 1,图 2 所示。

这个现象可能会限制开关电路的速度。

通常,确定二极管的反向特性有两种方法:

方法 1 是使二极管在正向电流、反向电压、电路阻抗和开关脉冲形状都完全被规定的电路中工作。测试从正向电流开始跌落起到反向电流经过一个峰值之后下降到规定值瞬时止之间的时间,并引用这个时间来作为反向恢复时间(见图 1,图 2)。该方法不足之处在于;这样测得反向恢复时间只能在特定的电路条件下应用,而不能直接适用于不同的电路条件。

方法 2 是利用这样一个事实,即出现反向恢复特性的基本原因是由于二极管所存贮的电荷。该电荷由两部分组成;第一部分是少数载流子引起,第二部分是二极管电容充电引起。当二极管在规定的电路中,从规定的正向电流转换到一规定的反向电压时,从二极管提取的总电荷称为恢复电荷。

如果由二极管电容提供的电荷所占的比例可以忽略,且电路阻抗比较低,则恢复电荷和转换瞬间的二极管正向电流近似地成比例,基本上与施加的反向电压无关。

在这些条件下,单位正向电流的恢复电荷就是二极管的一种特性,基本上与电路条件无关,因此,只要有可能,根据恢复电荷来确定二极管的反向恢复特性更为可取。

由下列例子来说明恢复电荷概念的应用。

在本测试方法规定的条件下,假定二极管在关断 10 mA 的正向电流时有 500pC 的恢复电荷。

当在 10 000 Ω 的回路阻抗中,以 10 V 的反向电压关断 2 mA 的电流时,则可按下式计算二极管的恢复时间:

$$\text{恢复电荷为: } 500 \text{ pC} \times \frac{2 \text{ mA}}{10 \text{ mA}} = 100 \text{ pC}$$

直到二极管中的贮存电荷被耗尽完为止,转换后的反向电流将受到外电路的限制,其值为:

$$\frac{10 \text{ V}}{10\,000 \, \Omega} = 1 \text{ mA}$$

提取电荷的时间为: $\frac{100 \text{ pC}}{1 \text{ mA}} = 100 \text{ ns}$

这就是在这些条件下所导出的二极管的反向恢复时间。

4.2.2 恢复电荷 (Q_r)

a) 目的

当二极管由正向偏置条件迅速地转换到反向偏置条件时,测量二极管的恢复电荷。

b) 电路图

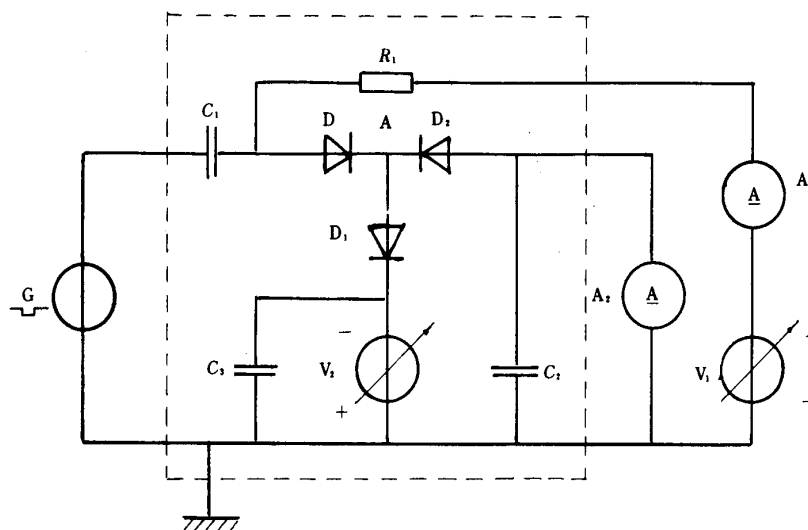


图 11 Q_r 测试电路

c) 电路说明和要求

D 为被测二极管

C_1 应足够小, 以使其两个脉冲间隔期内充分放电:

$$R_g C_1 \ll \frac{1}{f}$$

式中, R_g 为脉冲发生器 G 的内阻。

R_1 应足够大, 以保证一个恒定电流通过被测二极管。

在测试电路条件下, 二极管 D_1 和 D_2 的反向电流应可以忽略不计。二极管 D_1 的恢复电荷应比被测器件的恢复电荷小得多。适当地选择 C_2 使通过电流表 A_2 的电流为平均电流值:

$$R_a C_2 \gg t_p$$

式中: R_a 为电流表 A_2 的内阻。

d) 测试步骤

将温度调到规定值。

在脉冲发生器脱开电路的情况下, 调节 V_1 使在 A_1 上读得规定的正向电流 I_F , 并调节 V_2 , 使 A 点和地之间的电压正好低于 D_2 的正向阈值电压, 如对硅二极管取 0.6 V 。

调节脉冲发生器, 使输出幅度 V_g 、脉冲宽度 t_p 、上升时间 t_r 和频率 f 达到规定值。

在电压源 V_1 脱开电路和脉冲发生器 G 接通的情况下, 在电流表 A_2 上读得电流 I_1 。

在电压源 V_1 和脉冲发生器均接通的情况下, 在电流表 A_2 上读得电流 I_2 。

用下列公式计算其恢复电荷:

$$Q_r = \frac{I_2 - I_1}{f}$$

e) 注意事项

虚线以内的那部分电路,应以快速开关电路是否切实可行作为依据来设置。应该特别注意的是要尽量减小包括被测二极管连线在内的电路电感。

f) 规定条件

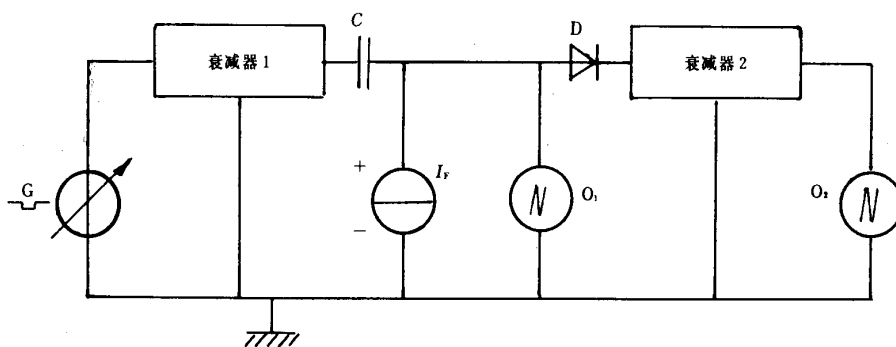
- 环境、管壳或基准点温度 (T_{amb} 、 T_{case} 、 T_{ref})；
- 正向电流 (I_F)
- 脉冲幅度 (V_g)、脉冲宽度 (t_p)、上升时间 (t_r) 和重复频率 (f)。

4.2.3 反向恢复时间 (t_{rr}) (对于规定的 V_R)

a) 目的

在规定的开关条件下,测试二极管的反向恢复时间。

b) 电路图

图 12 t_{rr} 的测试电路

c) 电路说明和要求

D 为被测二极管。

除非另有规定,发生器 G 的输出阻抗 R_G 和示波器 O_2 的输入阻抗 R_S 均等于 $50\ \Omega$ 。发生器和示波器的上升时间均应小于 t_{rr} 。

脉冲宽度 t_p 应大于 t_{rrmax} 规定值的 3 倍。

衰减器 1 和 2 是任选的,可以用来改善脉冲发生器和示波器的匹配,该衰减器应具有大于或等于 6 dB 的衰减量。

除非另有规定,时间常数 $R_L C_L$ 应小于 $0.1 t_{rrmax}$ ；

$R_L = R_G + R_S$ 为总阻抗的实部(从二极管看进去),其值为 $100\ \Omega$ (除非另有规定)。

C_L 为包括二极管在内的电路总电容。

C_1 应大于 t_{rrmax}/R_L 。

电流发生器的阻抗 Z_i 应大于 R_L 。

测试施加在二极管上电压 V_R 的示波器 O_1 的输入阻抗应大于 R_L 。

可用一台双线示波器代替示波器 O_1 和 O_2 。

d) 测试步骤

将温度调到规定值。

电流发生器给二极管提供规定的正向电流 I_F 。

由发生器 G 提供的脉冲加到二极管上;增加脉冲的幅度直到加于处在关态的二极管上的电压达到规定值 V_R (在示波器 O_1 上进行观察)。

在示波器 O_2 上测得反向恢复时间 t_{rr} , 即:

从电流等于零的瞬间到反向电流减少到规定的恢复电流 i_{rr} 的瞬间(见图 13)。

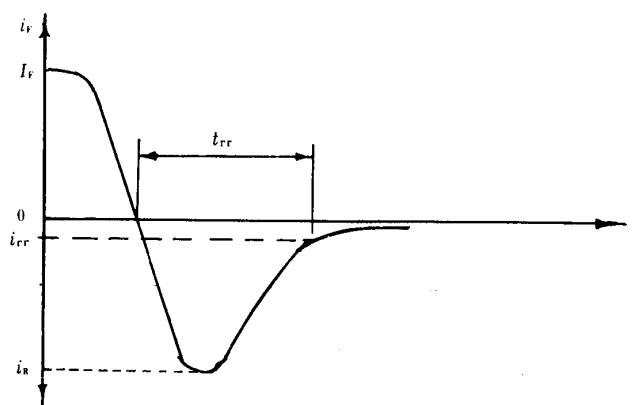


图 13 测试 t_{rr} 的二极管电流波形

e) 规定条件

- 环境、管壳或基准点温度 (T_{amb} 、 T_{case} 、 T_{ref}) ;
- 正向电流 (I_F) ;
- 恢复电流 (i_{rr}) ,一般取 I_{RM} 典型值的 1/10 ;
- 反向电压 (V_R) ;
- 从二极管看进去的总负载电阻 R_L (R_G 或 R_S) (如果不等于 $100\ \Omega$ 时)。

4.2.4 反向恢复时间 (t_{rr}) (在规定的 I_{RM} 时)

a) 目的

测量快速二极管的反向恢复时间(例如反向恢复时间小于 $100\ ns$)。

b) 电路图

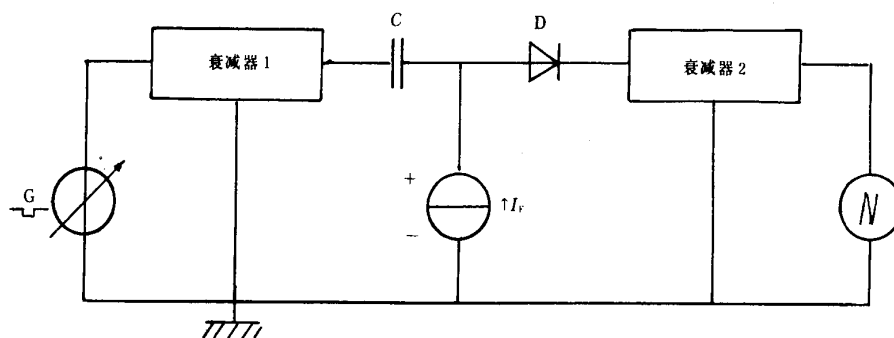


图 14 t_{rr} 的测试电路

c) 电路说明和要求

除非另有规定,发生器 G 的输出阻抗和示波器的输入阻抗均为 $50\ \Omega$ 。其发生器和示波器的上升时间应小于 t_{rr} 。

脉冲宽度 t_p 应大于 t_{rrmax} 的 3 倍。

除非另有规定,衰减器的特性阻抗应为 $50\ \Omega$,其衰减量应大于或等于 $6\ dB$ 。

除非另有规定,时间常数 $R_L C_L$ 应小于 $0.1\ t_{rrmax}$;

R_L 为总阻抗的实部(从二极管看进去)。

C_L 为包括二极管在内的电路总电容。

C 的值应大于 t_{rrmax}/R_L 。

电流发生器的阻抗 Z_i 应大于 R_L 。

d) 测试步骤

将温度调到规定值。

电流发生器给二极管提供规定的正向电流 I_F 。

发生器 G 提供的脉冲施加到二极管上,增加脉冲的幅度,使其达到规定的反向峰值电流 I_{RM} 。

反向恢复时间 t_{rr} 就是从电流经过零的瞬间到电流从 I_{RM} 减少到规定的恢复电流 i_{rr} 的瞬间的时间间隔(见图 13)。

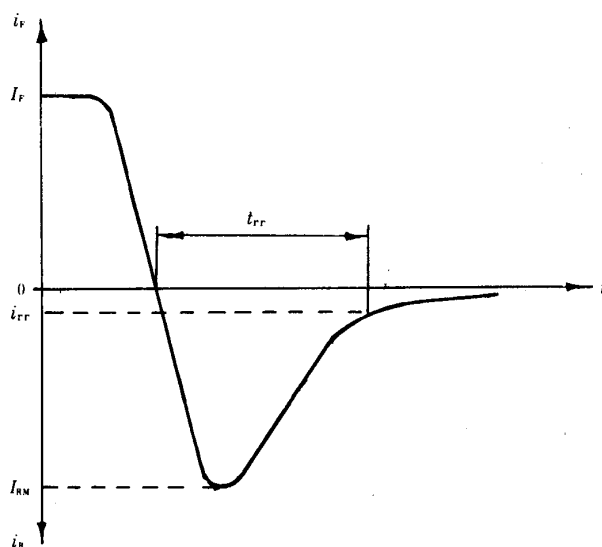


图 15 测试 t_{rr} 的二极管电流波形

e) 规定条件

——环境或基准点温度 (T_{amb}, T_{ref});

——正向电流 (I_F);

——反向峰值电流 (I_{RM});

——反向恢复电流 (i_{rr})。

——规定条件的举例: $I_F = 10 \text{ mA}$

$$I_{RM} = 10 \text{ mA}$$

$$i_{rr} = 1 \text{ mA}$$

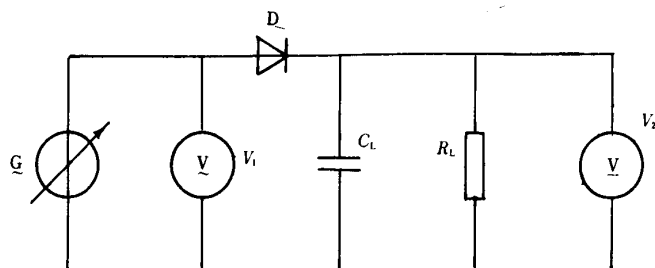
5 检波效率

5.1 电压检波效率 η_v

a) 目的

在规定条件下,测试信号二极管的电压检波效率。

b) 电路图

图 16 η_v 的测试电路

c) 电路说明和要求

D 为被测二极管。

G 为低阻抗信号发生器。

V 为有效值读数电压表。

R_L 的值应大于发生器输出阻抗和二极管正向阻抗。

d) 测试步骤

将温度调到规定值；

调节发生器以便给出规定的有效值 V_1 ；

从电压表上读出 V_2 ，并用下式计算电压检波效率：

$$\eta_v = \frac{V_2}{V_1 \cdot \sqrt{2}} (\times 100\%)$$

e) 规定条件

——环境、管壳或基准点温度 (T_{amb} 、 T_{case} 、 T_{ref})；

——测试频率(如无规定,通常为 100 MHz)；

——电路参数 (R_L 和 C_L)；

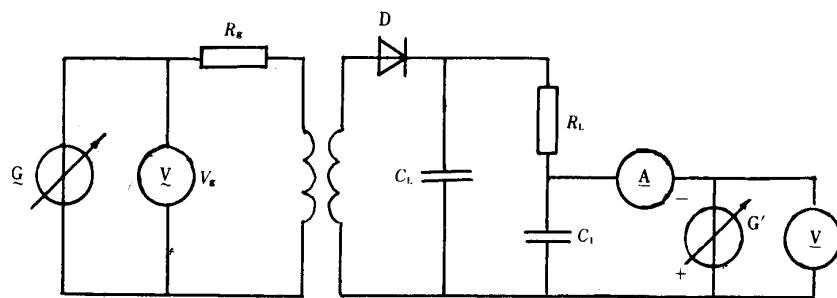
——电压 V_1 (有效值)。

5.2 功率检波效率 (η_p)

a) 目的

在规定条件下,测试信号二极管的功率检波效率。

b) 电路图

图 17 η_p 的测试电路

c) 电路说明和要求

D 为被测二极管。

G 为低阻抗信号发生器。

V 为电子电压表。

变压器应该是低损耗的,其等效的损耗电阻值应包括在 R_g 之中。

变压器的变换比应保证 R_g 和 R_L 之间的阻抗匹配。

R_L 的值应高于二极管的正向阻抗。时间常数 $C_L R_L$ 应大于测试频率的倒数。电容 C_1 应在测试频率下呈现短路。

G' 为直流电压发生器。

d) 测试步骤

将温度调到规定值。

将交流电压发生器的输出调到零,并调节直流电压发生器 G' 以便给出规定的正向偏置条件。从直流电压表 A 上读出电流 I_{L1} 。

将交流电压发生器调到规定的有效电压 V_g , 并从电流表上读出另一个电流值 I_{L2} 。

用下式计算功率检波效率:

$$\eta_p = \frac{4(I_{L2} - I_{L1})^2 \cdot R_L \cdot R_g}{V_g^2} (\times 100\%)$$

e) 规定条件

——环境、管壳或基准点温度 (T_{amb} 、 T_{case} 、 T_{ref});

——测试频率 (f) 和电压 (V_g);

——直流偏置条件;

——电路参数 (R_L 和 C_L);

——发生器的阻抗 (R_g)。

6 噪声 (V_n 、 I_n)

二极管的噪声既可以用与二极管串联的噪声电压源 V_n 来表示,也可以更好地用与二极管并联的噪声电流源 I_n 来表示,(如图 18 所示)。

图 19 为测试 I_n 的基本电路之一。

滤波器的通带推荐极限值为 900 Hz~1 100 Hz。

通过具有确定带宽和增益的带通放大器之后,测出二极管噪声电流在负载电阻上所产生的电压降。在输出端,用平方律电压表观察噪声电压。通常的噪声电流由下式给出:

$$\sqrt{I_n^2} = \frac{\sqrt{V_n^2}}{A_v \cdot R}$$

式中: A_v ——放大器加滤波器的电压放大系数。

还可算出 1 Hz 带宽的噪声电流。

二极管可按正向或反向偏置获得正向或反向的噪声值。

放大器、负载电阻和直流电源引入的噪声应该忽略不计。否则,必须以合适的电阻器代替二极管测量噪声,以便进行修正。

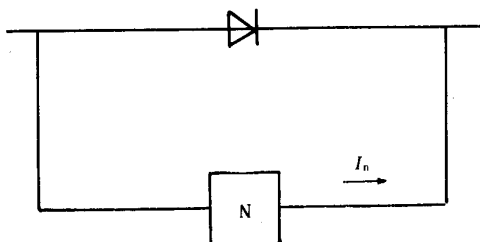


图 18 表示二极管噪声的电路
N—噪声电流源

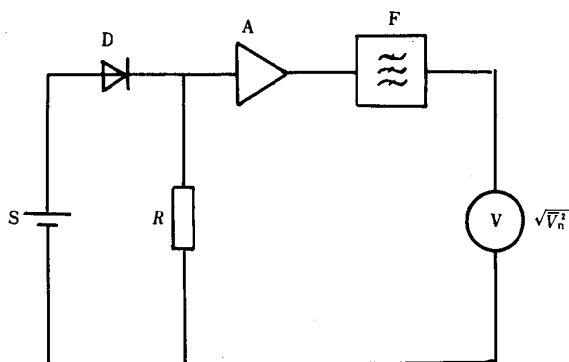


图 19 噪声电流的测试电路
A—低噪声放大器;D—被测二极管;F—带通滤波器;
S—直流电源;V—平方律电压表

第 2 节 电压基准二极管和电压调整二极管

1 工作电压(V_Z)

1.1 工作电压(直流法)

a) 目的

在规定的工作电流下测试相应的工作电压。

b) 电路图

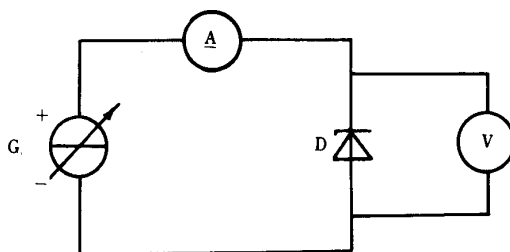


图 20 V_Z 的测试电路(直流法)

c) 电路说明和要求

D 为被测二极管。

G 为可调直流电流发生器。

电压表 V 的内阻应高于在工作电压下二极管的电阻。

d) 测试步骤

将温度调到规定值。

将直流工作电流调节到规定值, I_Z 从电流表 A 上读出, 然后测试二极管两端的工作电压 V_Z 。

e) 规定条件

——环境、管壳或基准点温度 (T_{amb} 、 T_{case} 、 T_{ref});

——工作电流 (I_Z);

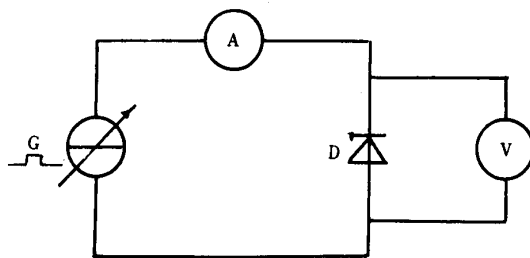
——包括引线长度在内的安装条件(需要时)。

1.2 工作电压(脉冲法)

a) 目的

在脉冲条件下, 测试相应的规定电流下的工作电压。

b) 电路图

图 21 V_Z 的测试电路(脉冲法)

c) 电路说明和要求

D 为被测二极管

G 为脉冲电流发生器;

A 为峰值读数电流表;

V 为峰值读数电压表;

电压表 V 的内阻应大于工作电压下二极管的微分电阻。

d) 测试步骤

将温度调到规定值。

增加脉冲发生器的输出直到电流表上指示出规定的工作电流。然后从电压表上读出二极管两端的工作电压。

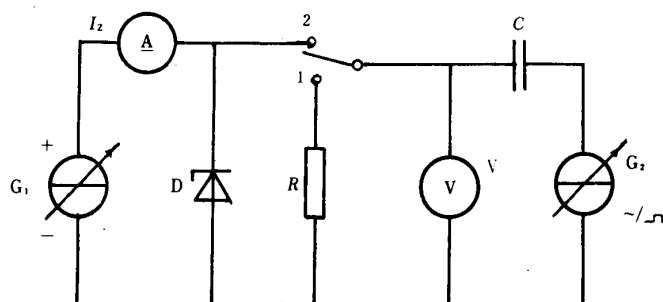
e) 规定条件

——环境、管壳或基准点温度 (T_{amb} 、 T_{case} 、 T_{ref});——工作电流 (I_Z);——脉冲宽度和脉冲占空比 (t_p 、 δ), 最好取: $t_p = 300\mu s$, $\delta \leq 2\%$ 。2 微分电阻(r_z)2.1 工作电压范围内的微分电阻 r_z (直流法)

a) 目的

规定工作电流测量微分电阻。

b) 电路图

图 22 r_z 的测试电路(直流法)

c) 电路说明和要求

D 为被测二极管。

V 为有效值电压表或峰值电压表。

C 为隔直电容器。

G_1 为可调直流电流发生器。

G_2 为交流电流发生器或脉冲电流发生器。

电压表的内阻应大于被测二极管的微分电阻。

交流电流的有效值应不大于直流工作电流的 10%；对于脉冲电流发生器，其峰-峰值应不超过直流工作电流值的 30%。 R 应约等于二极管的微分电阻。

d) 测试步骤

将温度调到规定值。

调节直流电流发生器 G_1 ，以便给出规定的工作电流值 I_z 。

将开关置于位置“1”，调节恒流电流发生器直到电压表的读数为：

$$V_1 = R \cdot I_z$$

式中： I_z 为规定的小信号交流电流的有效值（如直流工作电流的 10%）。

将开关置于位置“2”，得到第二个读数 V_2 。则微分电阻可用下式计算：

$$r_z = \frac{V_2}{I_z} = \frac{V_2}{V_1} R$$

e) 规定条件

——环境、管壳或基准点温度 (T_{amb} 、 T_{case} 、 T_{ref})；

——工作电流 (I_z)；

——测量频率（如果不是 1 kHz）；

——包括引线长度在内的安装条件（需要时）。

2.2 工作电压范围内的微分电阻 r_z （脉冲法）

a) 目的

在脉冲条件下，测试规定工作电流时的微分电阻。

b) 电路图

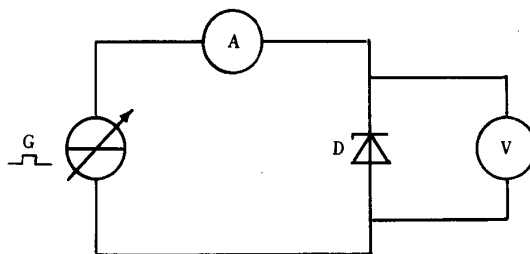


图 23 r_z 的测试电路（脉冲法）

c) 电路说明和要求

D 为被测二极管。

G 为脉冲电流发生器。

A 为峰值读数电流表。

V 为峰值读数电压表。

分别在两个工作电流值 I_{zL} 和 I_{zH} 下测量工作电压 V_z ，而规定的工作电流 I_z 便是上述两个电流的平均值。

I_{zL} 和 I_{zH} 之差不应超过 I_z 的 30%。然而，由于被测的两个电压之差比工作电压小，故应采用精确的高阻抗法测量电压。

d) 测试步骤

应将温度准确地调到规定值并在测试过程中加以控制。

在较低的工作电流 I_{zL} 下测试工作电压 V_{zL} ，在较高的工作电流 I_{zH} 下测试工作电压 V_{zH} 。

用下式计算出微分电阻:

$$r_z = \frac{V_{ZH} - V_{ZL}}{I_{ZH} - I_{ZL}}$$

e) 规定条件

——环境、管壳或基准点温度 (T_{amb} 、 T_{case} 、 T_{ref});

——工作电流 (I_Z)

——脉冲宽度和脉冲占空比 (t_p 、 δ), 最好取: $t_p = 300 \mu s$, $\delta \leq 2\%$ 。

3 工作电压的温度系数 (α_{VZ})

3.1 工作电压的温度系数 (α_{VZ}) (直流法)

a) 目的

在规定的工作电流和规定的温度范围内测试工作电压的温度系数。

b) 电路图

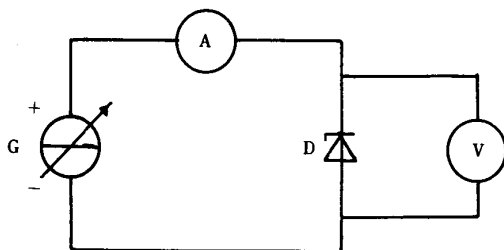


图 24 α_{VZ} 的测试电路(直流法)

c) 电路说明和要求

D 为被测二极管。

G 为可调恒流源。

分别在两个规定温度 T_1 和 T_2 下测试工作电压 V_Z 。然而, 由于被测的电压之差比工作电压小, 故应采用精确的高阻抗方法测量电压。

另外, 还需要将电流传输接点和电压测试接点分开。

d) 测试步骤

从电流表 A 上读出规定的工作电流, 在两个规定的环境、管壳或基准点温度 T_1 和 T_2 (应精确地调节并在测试过程中加以控制), 测出工作电压。

用下式计算出温度系数:

$$\alpha_{VZ} = \frac{100(V_{Z2} - V_{Z1})}{(T_2 - T_1)V_{Z1}} (\%/^{\circ}\text{C})$$

式中: V_{Z1} ——在较低温度 T_1 下测得的电压;

V_{Z2} ——在较高温度 T_2 下测得的电压。

e) 规定条件

环境、管壳或基准点温度 (T_{amb} 、 T_{case} 、 T_{ref});

工作电流 (I_Z);

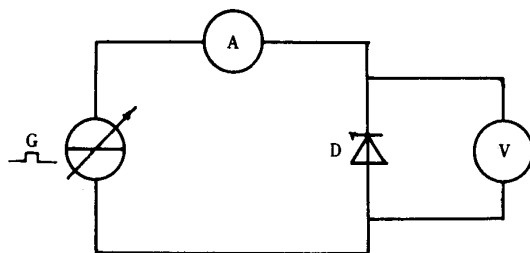
包括引线长度在内的安装条件(需要时)。

3.2 工作电压温度系数 α_{VZ} (脉冲法)

a) 目的

采用脉冲工作法, 在规定的工作电流和规定的温度范围内测试工作电压的温度系数。

b) 电路图

图 25 α_{vz} 的测试电路图(脉冲法)

c) 电路说明和要求

D 为被测二极管。

G 为脉冲电流发生器。

A 为峰值读数电流表。

V 为峰值读数电压表。

在两个规定的温度 T_1 和 T_2 下,按照 1.2 条所述的脉冲法测量工作电压 V_z 。

由于所测量的电压之差,比工作电压小,故应采用精确的高阻抗法测量电压。

d) 测试步骤

从电流表 A 上读出规定的工作电流 I_z ,在两个规定的环境、管壳或基准点温度 T_1 和 T_2 (必须精确地调节并。在测试过程中加以控制),测出工作电压。

用下式计算温度系数:

$$\alpha_{vz} = \frac{100(V_{z2} - V_{z1})}{(T_2 - T_1)V_{z1}} (\%/^{\circ}\text{C})$$

式中: V_{z1} —— 在较低温度 T_1 下测得的电压;

V_{z2} —— 在较高温度 T_2 下测得的电压。

e) 规定条件

—— 环境、管壳或基准点温度 (T_{amb} 、 T_{case} 、 T_{ref});

—— 工作电流 (I_z);

—— 脉冲宽度和脉冲占空比 (t_p 、 δ), 最好取: $t_p = 300 \mu\text{s}$, $\delta \leq 2\%$ 。

4 反向电流 (I_R)

同第 1 节第 1 条中测试信号二极管的方法。

5 正向电压 (V_F)

同第 1 节第 2 条中测试信号二极管的方法。

6 总电容 (C_{tot})

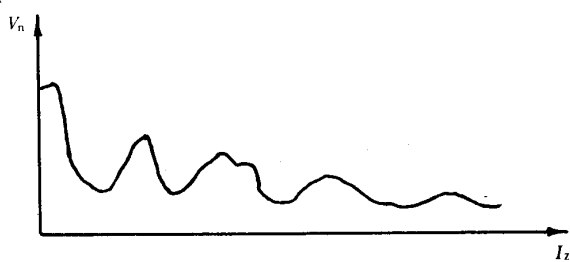
同第 1 节第 3 条中测试信号二极管的方法。

7 噪声电压 (V_n)

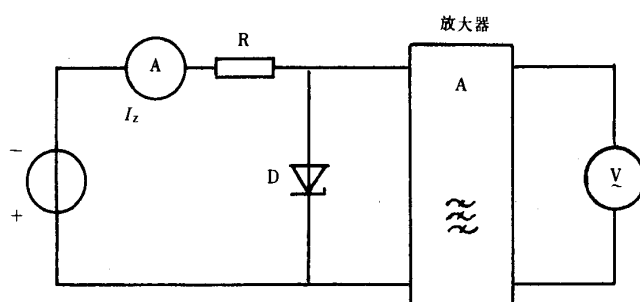
a) 方法原理

噪声与二极管的电流 I_z 的关系如图 26 所示。

在规定的条件下,将噪声放大并用有效值电压表进行测试。

图 26 噪声电压 V_n 与 I_z 的关系

b) 电路图

图 27 V_n 的测试电路

c) 电路说明和要求

测试的频带和 I_z 的范围应予以规定。

D 为被测二极管。

A 是一个具有一定带宽, 已知放大倍数及高输入阻抗的选频放大器。

V 为有效值电压表。

d) 注意事项

如果固有噪声不可忽略, 则对测量的值应加以适当修正。

e) 规定条件

——环境或基准点温度 (T_{amb} 或 T_{ref});

——测试电流和频率范围 (I_z, f);

——噪声检波器带宽。

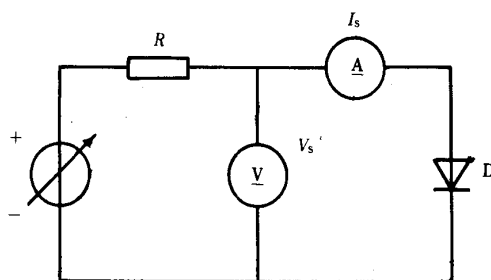
第 3 节 电流调整二极管

1 调整电流 (I_z)

a) 目的

在规定的调整电压下, 测试电流调整二极管的调整电流。

b) 电路图

图 28 I_s 的测试电路

c) 电路说明和要求

D 为被测二极管

R 为限流电阻(仅用于脉冲测试并已校准)

如果要求脉冲测试时,则可用电压脉冲发生器代替可调电压源;用峰值读数仪表代替电压表;并用接在校准电阻 R 两端的峰值读数电压表或用一个电流探针测试电流。

d) 测试步骤

将温度调到规定值。

调节可变电压发生器,以获得电流调整二极管两端的调整电压 V_s 的规定值。从电流表 A 上读得调整电流 I_s 。

e) 规定条件

——环境、管壳或基准点温度 (T_{amb} 、 T_{case} 、 T_{ref});——调整电压 (V_s);——脉冲宽度 (t_p) 和占空比 (δ) (当规定用脉冲测试时)。2 调整电流的温度系数 (α_{IS})

a) 目的

在规定的调整电压下,测试电流调整管的调整电流的温度系数。

b) 电路图(见图 28)

c) 电路说明和要求

如果要求脉冲测试时,则可用电压脉冲发生器代替可调稳压源;用峰值读数仪表代替电压表;并用接在校准电阻 R 两端的峰值读数电压表或电流探针测试电流。

由于在温度系数的计算公式中存在被测的两个电流差,所以电流测试仪表 A 应具有高的精确度。因此,测试仪表 A 应该基于电桥法或补偿法,或应该是一个高精度数字电压表。

在测试过程中应注意控制环境、管壳或基准点温度。当器件功率耗散可观的情况下,在进行电流测试之前,应使温度达到热平衡。

d) 测试步骤

从电压表 V 上读得规定的调整电压 V_s , 在两个规定的环境、管壳或基准点温度 T_1 和 T_2 下,测试调整电流。

$$\alpha_{IS} = \frac{100(I_{S2} - I_{S1})}{(T_2 - T_1)T_{S1}} (\%/^{\circ}\text{C})$$

式中: I_{S1} ——在较低温度 T_1 下测得的电流;

I_{S2} ——在较高温度 T_2 下测得的电流。

e) 规定条件

——环境、管壳或基准点温度 (T_1 和 T_2) (T_{amb} 、 T_{case} 、 T_{ref});

- 调整电压 (V_s);
- 脉冲宽度 (t_p) 和占空因数 (δ) (当规定用脉冲测试时)。

3 调整电流变化量

a) 目的

在规定的调整电压下,测试电流调整二极管的调整电流变化量。

b) 电路图(见图 28)

c) 电路说明和要求

如果需要脉冲测试,则可用电压脉冲发生器代替可调电压源;用峰值读数表代替电压表,并用接在经校准电阻器 R 两端的峰值读数电压表或用一个电流探针测试电流。

d) 测试步骤

调节可调稳压源使达到较低的规定值 V_{S1} ;从电流表 A 上读得调整电流 I_{S1} 。

调节可调稳压源使达到较低的规定值 V_{S2} ;从电流表 A 上读得调整电流 I_{S2} 。

然后,用下式计算调整电流变化量:

$$\Delta I_s = I_{S2} - I_{S1}$$

e) 规定条件

- 环境、管壳或基准点温度 (T_{amb} 、 T_{case} 、 T_{ref});
- 调整电压 (V_{S1} 和 V_{S2});
- 脉冲宽度 (t_p) 和占空比 (δ) (当规定用脉冲测试时)。

4 极限电压(V_L)

a) 目的

在规定的调整电流下,测试电流调整二极管的极限电压。

b) 电路图

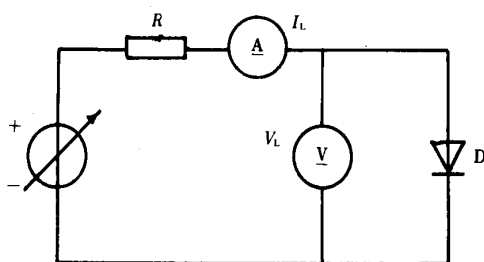


图 29 V_L 的测试电路

c) 电路说明和要求

如果需要脉冲测试,可用电压脉冲发生器代替可调电压源;用峰值读数表代替电压表,并用接在经校准电阻 R 两端的峰值读数电压表或用一个电流探针测试电流。

d) 测试步骤

将温度调到规定值。

调节可变电压发生器使通过电流调整二极管的电流为规定值 I_L 。

从电压表 V 上读得极限电压 V_L 。

e) 规定条件

- 环境、管壳或基准点温度 (T_{amb} 、 T_{case} 、 T_{ref});

——极限电流 (I_L)；

——脉冲宽度 (t_p) 和占空比 (δ) (当规定用脉冲测试时)。

5 小信号调整电导 (g_s)

5.1 双电压表法

a) 目的

在规定的调整电压下,测试电流调整二极管的小信号调整电导。

b) 电路图

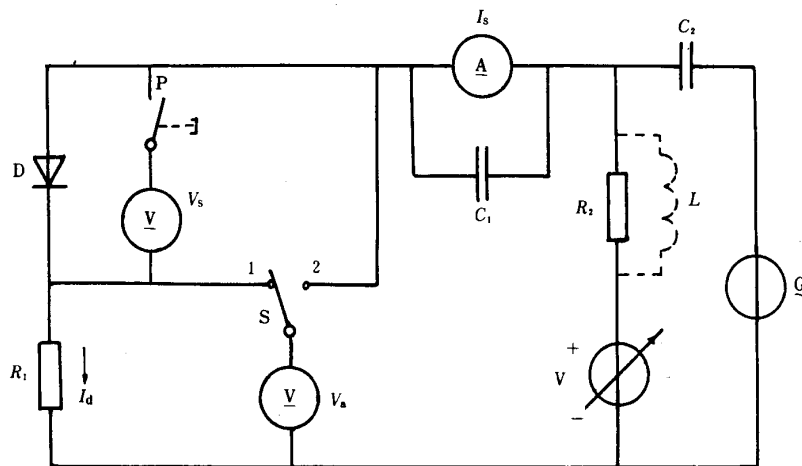


图 30 g_s 的测试电路图(双电压表法)

c) 电路说明和要求

D 为被测二极管。

R_1 该电阻值相对于 $1/g_s$ 来说应足够低,实际上,根据电压表的灵敏度,可使用 $10 \sim 100 \Omega$ 的电阻值。

R_2 该电阻值相对于发生器内阻来说应足够高。

L 为任选的电感,它的使用有助于规定工作点的校准。

C_1, C_2 这两个电容在测试频率下应呈现有效的短路。

P 仅用于测试 V_s 的脉冲按钮开关。

V_a 该电压表应具有足够的灵敏度,对于小电感的测试,最好应为选频表。

d) 测试步骤

将温度调节到规定值。

调整可调电压源 V 使电流调整二极管两端获得规定的直流电压 V_s 。

将开关 S 置于位置 1 时,在电压表 V_a 上测得 $V_1 = I_d R$ 值,而当开关 S 置于位置 2 时,测得 $V_2 = V_s + I_d R_1$ 值,其中, V_s 为电流调整二极管两端的交流电压降。

$$V_2 - V_1 = V_s$$

$$I_d = \frac{V_1}{R_1}$$

然后,用下式计算小信号电导 g_s ;

$$g_s = \frac{V_1}{R_1(V_2 - V_1)}$$

当 $V_2 \gg V_1$ 时,则

$$g_s \approx \frac{V_1}{R_1 V_2}$$

e) 规定条件

- 环境、管壳或基准点温度 (T_{amb} 、 T_{case} 、 T_{ref})；
- 调整电压 (V_s)；
- 测试频率 (f)。

5.2 两端电桥法

a) 目的

在规定的调整电压下,测试电流调整二极管的小信号电导。

b) 电路图

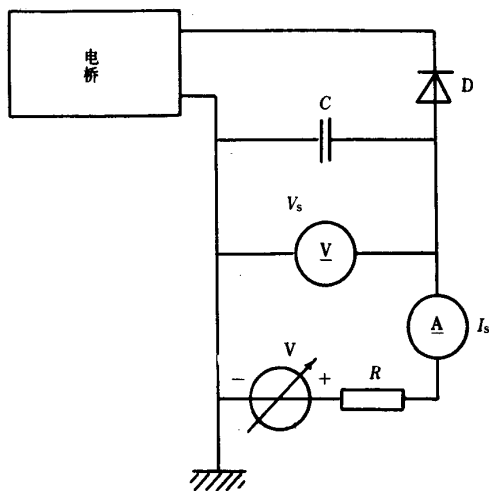


图 31 g_s 的测试电路图(两端电桥法)

c) 电路说明和要求

该电桥在其输入端之间应具有低的直流电阻,且应能传输所需要的电流而不影响测试精度。

电容 C 在测试频率下应呈现有效的短路。

d) 测试步骤

将温度调到规定值。

首先拆去电流调整二极管,使电桥平衡。

将被测器件插入测试插座内,并施加规定的调整电压,使电桥重新平衡。

然后,从电桥上读出 g_s 。

e) 规定条件

- 环境、管壳或基准点温度 (T_{amb} 、 T_{case} 、 T_{ref})；
- 调整电压 (V_s)；
- 测试频率 (f)。

6 拐点电导(g_K)

将调整电压调到规定值 V_K 时,可采用上述小信号电导第 5 条中相同的测试方法进行测试。

第V章 接收和可靠性

第1节 电耐久性试验

1 一般要求

IEC 747-1 第Ⅷ章第3节第2条(具有相同的标题)在此适用。

2 特殊要求

2.1 耐久性试验一览表

表Ⅰ给出了供所有种类二极管选择的耐久性试验。

2.2 耐久性试验的条件

试验条件和试验电路在表Ⅰ中列出。有关规范应规定适用的试验。

2.3 接收试验的判定失效的特性和失效判据

判定失效的特性、失效判据和测试条件均在表Ⅰ中列出。

注：特性的测试应按表Ⅰ列出的顺序进行，因为由于某些失效机理所引起的特性变化，可能受其他测试的影响而全部或部分地被掩盖。

2.4 可靠性试验的判定失效的特性和失效判据

在考虑中。

2.5 误试的处理程序

当器件由于误试(例如试验设备故障或测试设备故障，或操作人员的错误)而造成失效时，应把这种失效记入数据记录中并说明其失效原因。

表Ⅰ 耐久性试验后接收的判定失效的特性

器件种类	判定失效的特性	失效判据 ¹⁾	测试条件
信号二极管	I_R	$>2USL$	为 I_R 而规定的最高 V_R ⁴⁾
	V_F	$>1.1USL$	为 V_F 而规定的最大 I_F
电压基准二极管	I_R	$>2USL$	为 I_R 而规定的最高 V_R
	V_Z	$ \Delta > IVD \times 1^{2)}\%$ $ \Delta > IVD \times 2^{3)}\%$	为标称值 V_Z 而规定的 I_Z
	r_z	$>1.2USL$	
	V_{nz}	$>1.5USL$	见有关规范
电压调整二极管	I_R	$>2USL$	为 I_R 而规定的最高 V_R
	V_Z	$>USL$ $<LSL$	为标称值 V_Z 而规定的 I_Z
	r_z	$>1.2USL$	

注：1) USL——规范的上限；

LSL——规范的下限；

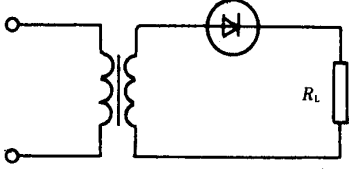
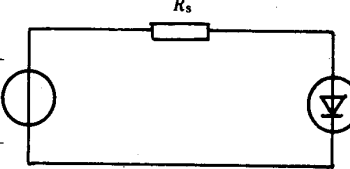
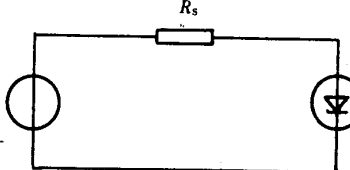
IVD——各个器件的初始值。

2) 用于规定容差小于或等于1%的器件。

3) 用于规定容差大于1%的器件。

4) 为 I_R 的测试而规定 V_R 在击穿区时，可采用较低的 V_R 值。

表 2 耐久性试验的条件

器件种类	试验项目	工作条件			试 验 电 路	备 注
		电 流	电 压	温 度		
信号二极管	工作寿命	等效于给定耗散功率 P_{totmax} 的电流值或规定的最大平均整流电流	正弦波 50 Hz 或 60 Hz, 峰值为 V_{Rmax}	(见 IEC 747-1 第Ⅷ章第 3 节 2.1.3 条)		R_L 为负载电阻
	高温反偏		$V_R = V_{Rmax}$	在 T_{ambmax} 或 $T_{casemax}$ (按规定) 下施加 V_R 时的最高工作温度		R_S 为限流电阻
电压基准二极管和电压调整二极管	工作寿命	按有关规范中给出的 I_{Zmax}	取决于 I_z	(见 IEC 747-1 第Ⅷ章第 3 节 2.1.3 条)		R_S 为限流电阻 $R_S \geq 0.2 \frac{V_Z}{I_Z}$

附加说明:

本标准由中华人民共和国电子工业部提出。
本标准由电子工业部标准化研究所归口。
本标准由电子工业部标准化研究所负责起草。
本标准主要起草人于志贤、吕品桢。
本标准于 1986 年 7 月首次发布,1995 年 7 月第一次修订。