

电子计量测试应用手册

半导体分立器件分册



电子计量测试应用手册

——半导体分立器件分册

电子计量测试应用手册编委会

电子工业部电子计量测试研究中心站

1985年

电子计量测试应用手册

——半导体分立器件分册

编辑 电子计量测试应用手册编委会
出版 电子工业部电子计量测试研究中心站
印刷 北京市永乐印刷厂
发行 北京1101信箱

1985年

(限国内发行)

前 言

近年来我国电子元器件的科研和生产发展很快，仅半导体分立器件的年产量已达十亿只，所用的各种测试仪器也有近百万台。但是根据北京、天津、上海三大城市的初步调查，正在使用的绝大部分电子元器件测试仪器至今没有统一的检定规程；基层单位对有关国际标准和我国国家标准的技术文件掌握不全、了解不多，加上电子元器件的参数计量检定与量值传递系统尚未健全，技术服务远跟不上形势发展的需要，因此，在生产与使用部门之间，经常出现参数测量结果不一致，某些参数不知到什么地方去测试计量等问题，这种情况不仅给生产与使用部门带来不少矛盾，而且也严重地影响了产品质量的提高和新产品的开发工作。

为使技术工作更加有效地为科研、生产、使用部门服务，使各有关单位计量工作做到有章可循，我们组编了一部电子计量测试应用手册，其中包括：“半导体分立器件分册”；“电子元件分册”；“半导体集成电路分册”等。这部手册是在现有的技术水平和实施手段的基础上，把标准、计量、测试以及有关科技情报等资料紧密结合汇集整理而成的。

本手册的编写宗旨是：从生产和使用部门对电子元器件的标准计量与测试技术的实际需要出发，以国际电工委员会（IEC）标准和我国国家标准为依据，推荐目前各使用部门最广泛关心和需要的一些检定规程（草案）；介绍国内现有的电子元器件测试仪器的型谱系列与检定传递系统及专业计量站的技术服务能力；对企业单位在质量认证计量工作中所遇到的问题，做一些具体解答；简要地介绍国外电子元

器件测试设备的近况等。总之,本手册以应用为主,力争在有限的篇幅内,使其内容尽可能丰富而又有一定深度。希望它既是一部工具书,又是一部专业工作者的参考书和重要的信息源,能使广大读者阅后有较多的收获和启迪。

本手册可供从事电子元器件生产、科研、使用部门的专业人员、管理人员和领导干部使用。对大专院校教学、各地举办计量专业学习班、技术交流会等亦有参考价值。

参加本书编写和组织工作的有电子工业部电子计量测试研究中心站、中国计量科学研究院、国防科工委第二计量测试研究中心和电子工业部科学技术情报所等单位。在编写过程中得到了电子工业部科技司、质量司、元器件工业管理局等领导部门以及北京、天津、上海等电子工业主管部门的大力支持,得到了有关专家和工程技术人员的热情帮助,在此表示衷心感谢。

由于从征稿到定稿时间仓促,加之我们的水平有限,又是初次尝试,书中难免有错漏和不当之处,望广大读者给予批评指正。

主编:	常新华	顾希如	
编委:	席德熊	赵基	吴听
	赵玉惠	冯新善	蔡仁明
	马道蓉	黄文济	戴严鑫
出版负责人:(以姓氏笔划为序)			
	王洪生	李潮	严小玲
	郑志	赵玉惠	崔德勋
封面设计:刘嘉林			

目 录

第一章 国际电工委员会(IEC)的有关标准和规范简介

一 概况	(1)
二 半导体分立器件名词术语	(3)
1. 一般术语	(3)
2. 整流二极管	(3)
3. 信号、稳压和稳压二极管	(5)
4. 射频二极管	(7)
5. 光电子器件	(8)
6. 闸流晶体管	(10)
7. 双极型晶体管	(14)
8. 场效应晶体管	(16)
9. 其它器件	(18)
三 半导体分立器件测试方法	(18)
(一) 小功率信号二极管、稳压及基准电压二极管测试方法	(21)
2.1 小功率信号二极管	(21)
2.2 稳压及基准电压二极管	(30)
附录A 稳压及基准稳压二极管补充测试方法	(37)
(二) 整流二极管测试方法	(39)
1 电特性	(39)
2 热测量	(47)
3 额定值(极限值)验证	(49)
4 热循环负载试验	(56)
(三) 双极型晶体管测试方法	(56)
2.11 高频参数	(57)
2.12 噪声	(68)
2.13 集电极-基极电容	(74)
2.14 集电极-发射极截止电流 I_{CER} 、 I_{CEX} 、 I_{CES} (直流法)	(74)
附录A 补充测试方法	(75)
四 IEC半导体分立器件空白详细规范	(77)
(一) 高、低频放大环境额定的双极型晶体管空白详细规范	(78)
(二) 100A以下环境和管壳额定的整流二极管空白详细规范	(90)
(三) IEC半导体分立器件空白详细规范各组检测电参数一览表	(98)

第二章 晶体管计量检测仪器型谱系列

一 晶体管计量检测系统、装置、校准仪及标准样管、样片	(104)
----------------------------	---------

二	晶体管直流参数测试仪	(108)
三	晶体管极限参数测试仪	(110)
四	晶体管低频参数测试仪	(112)
五	晶体管综合参数测试仪	(113)
六	晶体管特性图示仪	(116)
七	晶体管开关参数测试仪	(118)
八	晶体管高频参数测试仪	(119)
九	其他	(124)
第三章 器件参数专业计量站现有的检定系统及其技术服务能力		
一	检定系统	(126)
二	各专业计量站现有的技术服务能力	(133)
第四章 半导体分立器件参数测试仪检定规程(草案)		
编写说明		(138)
一	晶体管直流参数测试仪检定规程	
1	BJ2912(QE7)型稳压二极管测试仪检定规程	(140)
2	BJ2920(HQ2)型数字式晶体管综合参数测试仪检定规程	(145)
3	BJ2950A(JS-4A)型晶体管工作电压测试仪检定规程	(156)
4	BJ2951A(JS-5A)型晶体管 h_{FE} 测试仪检定规程	(159)
5	JS-2C型晶体管反向截止电流测试仪检定规程	(165)
6	QE-1A型双基极二极管测试仪检定规程	(170)
二	晶体管极限参数测试仪检定规程	
1	BJ2983型晶体管正偏二次击穿测试仪检定规程	(175)
2	BJ2952A(JS-34)型晶体管反向击穿电压测试仪检定规程	(181)
3	BJ2984(QR-3)型晶体管瞬态热阻测试仪检定规程	(187)
三	晶体管低频参数测试仪检定规程	
1	BI3022(QJ-30)型低频大功率晶体管 f_T 测试仪检定规程	(192)
2	JSS-4A型晶体管低频 h 参数测试仪检定规程	(197)
3	QC-13型场效应管跨导参数测试仪检定规程	(208)
4	QC-14型场效应管、晶体管低频 $F(NF)$ 参数测试仪检定规程	(212)
四	晶体管综合参数测试仪检定规程	
1	BJ2911(HQ-1B)型晶体管综合参数测试仪检定规程	(217)
2	BJ2913型场效应管参数测试仪检定规程	(235)
3	JS-7B型晶体管测试仪检定规程	(240)
五	晶体管特性图示仪检定规程	
1	晶体管特性图示仪检定规程	(246)
2	GH2050型JT-1校准仪检定规程	(272)
六	晶体管开关参数测试仪检定规程	
1	BJ2961型晶体管/集成电路动态参数测试仪检定规程	(278)
2	用于测量晶体管开关时间的XC-782型脉冲信号源检定规程	(284)

3	用于测量开关二极管反向恢复时间的XC-784型脉冲源检定规程	(292)
---	--------------------------------	-------

七 晶体管高频参数测试仪检定规程

1	BJ3030型高频小功率晶体管 $C_c \cdot b_b'$ 乘积测试仪检定规程	(296)
2	QJ30型高频小功率晶体管 G_p 、AGC测试仪检定规程	(300)
3	QZ3、QZ4型高频小功率晶体管F测试仪检定规程	(305)
4	QG21-25型高频小功率晶体管 f_T 测试仪检定规程	(310)
5	QG-17型高频晶体管 $G_p(K_p)$ 、F(NF)参数测试仪检定规程	(315)
6	QG-29型高频晶体管 $G_p(K_p)$ 、F(NF)、AGC特性测试仪检定规程	(319)
7	QC-12型场效应晶体管电容参数测试仪检定规程	(326)
8	QC-10型高频场效应管 $G_p(K_p)$ 、F(NF)参数测试仪检定规程	(330)
9	QG-6、QG-16型高频晶体管 f_T 参数测试仪检定规程	(336)
10	QG-7型超高频晶体管F(NF)、 $G_p(K_p)$ 参数测试仪检定规程	(341)
	附录1 检定证书格式	(348)
	附录2 检定结果通知书格式	(349)
	附录3 常用计量名词术语及定义	(350)

第五章 电子测量仪器有关专业基础标准

1	SJ2075-82 电子测量仪器环境试验总纲	(355)
2	SJ2076-82 电子测量仪器温度试验	(359)
3	SJ2077-82 电子测量仪器湿度试验	(362)
4	SJ2078-82 电子测量仪器振动试验	(364)
5	SJ2079-82 电子测量仪器冲击试验	(368)
6	SJ2080-82 电子测量仪器运输试验	(370)
7	SJ943-82 电子测量仪器误差的一般规定	(372)
8	SJ2257-82 电子测量仪器基本安全要求	(376)
9	SJ2258-82 电子测量仪器电源电压与频率试验	(382)

第六章 中国电子元器件质量认证工作中有关计量问题解答

1	我国电子元器件质量认证体系及计量服务系统是如何构成的?	(384)
2	我国国家监督措施声明中对计量服务机构及其检定系统有些什么规定?	(384)
3	请介绍一下计量检定系统常用名词的定义	(384)
4	对计量服务机构及检定系统有哪些要求?	(385)
5	计量部门是如何实施检定与评定的?	(385)
6	元器件制造厂在呈交申请质量认证的文件中对计量工作应有哪些内容要求?	(385)
7	应当采取些什么措施使得所有的计量器具和试验设备都受到适当的控制?	(385)
8	怎样保证设备的性能和精度满足相应规范的技术要求?	(386)
9	需要检定的设备应由哪些计量部门进行检定?	(386)
10	在电子工业部范围内现有哪些对外服务的计量机构?	(386)
11	检定计划和检定周期应如何安排?	(388)

12	怎样对受检仪器及设备进行检定?	(388)
13	设备检定标志有哪几种? 如何使用?	(389)
14	何处可以买到检定标志?	(389)
15	检定人员需具有什么技术能力, 如何考核?	(389)
16	对检定时环境条件应如何要求?	(389)
17	量值溯源是如何进行的?	(389)
18	对计量部门还有哪些要求?	(390)
19	外国专家对我国认证实验室审查提纲中有关计量仪器的管理、校准、测 量作业等提出了哪些问题?	(390)
第七章	国外半导体分立器件测试设备简介	(391)
附 录	国内器件测试计量产品介绍	(395)

第一章

国际电工委员会 (IEC) 的有关标准和规范

简介

一、概况

国际电工委员会第47技术委员会(半导体器件和集成电路委员会)制订并发布了许多标准和规范。其内容包括:概述和术语、额定值和特性、测试方法的基本原理、基准测试方法、接收和可靠性、半导体器件和集成电路文字符号以及各种器件的空白详细规范等。与其相对应的标准编号分别为 IEC 147-0, 1, 2, 3, 4和 IEC 148等。

1982年9月国际电工委员会在伦敦举行的第47技术委员会会议上,决定将上述内容的 IEC 147和148号标准及规范按器件类别重新编排为 IEC 747-1~11号标准,它们分别是:

- 747-1 总则
- 747-2 整流二极管
- 747-3 信号、稳压和稳流二极管
- 747-4 射频(微波)二极管
- 747-5 光电器件
- 747-6 闸流晶体管
- 747-7 双极型晶体管
- 747-8 场效应晶体管
- 747-9 其它器件
- 747-10 分立器件和集成电路总规范
- 747-11 分立器件分规范

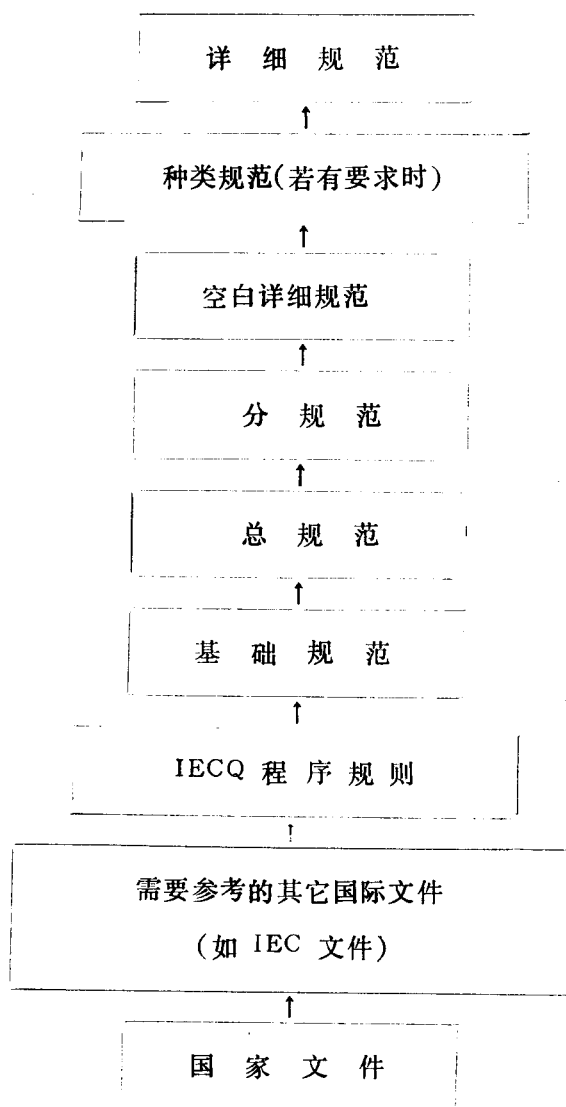
国际电工委员会电子元器件质量评定体系(IECQ)为了统一各类半导体分立器件的详细规范格式、章节内容以及技术和检验等要求,特制订了各种半导体分立器件的空白详细规范,诸如:

- 47(C.O)896 通用信号和(或)开关半导体二极管空白详细规范
- 47(C.O)897 稳压和电压基准二极管空白详细规范
- 47(C.O)956 高、低频放大,环境额定双极型晶体管空白详细规范
- 47(C.O)957 低频放大,管壳额定双极型晶体管空白详细规范
- 47(C.O)958 1GHz、5W以下单栅场效应晶体管空白详细规范
- 47(C.O)959 100A以下的环境和管壳额定整流二极管空白详细规范

- 47(C.O)960 100A以下的环境和管壳额定反向阻断三极闸流晶体管空白详细规范
 47(Sec)845 高频应用管壳额定双极型晶体管空白详细规范
 47(Sec)846 开关应用双极型晶体管空白详细规范
 47(Sec)854 稳流和电流基准二极管空白详细规范
 47(Sec)848 100A以下的环境和管壳额定双向三极闸流晶体管空白详细规范

上述标准和规范是我们从事半导体分立器件电特性计量测试的主要依据。因此，研究并熟悉这些相关标准和规范，是搞好计量工作必不可少的。

当引用上述标准和规范的某些要求而又产生矛盾时，则应按下表排列的顺序自上而下优先采用。



上述所列的 IEC 标准和规范中，除747-3、747-4、747-7、747-9、747-11 尚在制订或印刷之外，其余部分的原文及相应的译文均可在电子工业部标准化研究所查阅。

二、半导体分立器件名词术语

涉及半导体分立器件的名词术语很多。本手册仅以 IEC 50《国际电工词汇》及 IEC 747《半导体分立器件》为基础,从中挑选部分与测试和计量有关的名词术语,并按前面所叙的器件分类顺序分列如下:

1 一般术语

1.1 温度

1.1.1 壳温 T_{case} 在半导体器件外壳的规定点测得的温度。

1.1.2 环境温度 T_{amb} 在半导体器件外周围空间的规定点所测得的温度。

1.1.3 有效温度 T_{vj} 以半导体器件简化了的热、电性能模型为基础的理论温度。

注:有效温度不一定是器件中的最高温度。

1.1.4 内部等效温度 T_{ie} (同上)

1.1.5 有效结温 T_{vj} 半导体器件的结的有效温度。

1.2 热特性

1.2.1 热阻 R_{th} 器件的有效结温与规定基准点温度之差除以该器件的稳态功率耗散所得的商值。

注1:热阻通常以 $^{\circ}C/W$ 为单位。

2:假定其功率耗散引起的热流全部通过该热阻。

1.2.2 热容 C_{th} 器件所储存的热能除以该器件的有效结温与规定基准点温度之差所得的商值。

注:热容通常以 $J/^{\circ}C$ 为单位。

1.2.3 瞬态热阻抗 $Z_{th}(t)$ (1)与(2)之商:

(1) 在某一时间间隔之末,有效结温与规定的基准点温度之差的变化量。

(2) 在同一时间间隔之初,造成该温度变化的功率耗散之阶梯函数的变化量。

注1:在该时间间隔开始之前的瞬间,器件内的温度分布不应随时间变化。

注2:此定义给出的瞬态热阻抗是时间间隔的函数。

1.2.4 脉冲条件下的热阻抗 $Z_{th}(t)_p$ (1)与(2)之商:

(1) 由脉冲功率引起的最高有效结温与规定的基准点温度之差。

(2) 周期为规定值的矩形脉冲系列在器件中产生的功率耗散的幅值。

注1:忽略了初始瞬态现象,并假定直流功率耗散为零。

注2:此定义给出的脉冲条件下的热阻抗,是以占空比作为参变量的脉冲持续时间的函数。

2 整流二极管

2.1 正向电压 V_F 电流作正向流动时二极管两引出端之间的电压。

2.2 阈值电压 $V_{(T0)}$ 由正向特性曲线的直线近似法确定的直线与电压轴的交点所确定的正向电压值。

2.3 正向恢复电压 V_{FR} 电压从零或规定的反向电压瞬时地转换到一个规定的正向电流后, 在正向恢复时间内所出现的变化电压。

2.4 恒定(直流)反向电压 V_R 加于二极管反向的恒定电压值。

2.5 最高反向工作(峰值)电压 V_{RWM} 除所有重复和非重复瞬态电压之外, 反向电压的最大瞬时值。

2.6 反向重复峰值电压 V_{RRM} 包括所有的重复瞬态电压, 但除所有的非重复瞬态电压之外, 反向电压的最大瞬时值。

2.7 反向不重复峰值电压 V_{RSM} 任何反向不重复瞬态电压的最大瞬时值。

2.8 击穿电压 V_{BR} 发生击穿时的电压值。

2.9 雪崩电压 V_{AV} 发生雪崩击穿时的电压。

2.10 正向电流 I_F 沿整流二极管低阻方向流通的电流。

2.11 正向平均电流 $I_{F(AV)}$ 在整个周期内正向电流的平均值。

2.12 正向重复峰值电流 I_{FRM} 包括所有重复瞬态电流在内的正向峰值电流。

2.13 正向过载电流 I_{OV} 一种比规定的标称正向电流值大, 而波形基本相同的正向电流。连续施加这种电流将使有效结温超过最高额定值, 但若及时加以限制则不致超过该额定值。

注: 根据需要使用, 在承受正常工作电压时, 器件可承受此过载电流。

2.14 正向浪涌电流 I_{FSM} 一种由于电路条件异常(如故障)引起的, 具有较窄脉宽和规定波形, 并可能导致超过最高额定结温的正向电流脉冲。

注: 这种电流在器件寿命期内所承受的次数是有限的。

2.15 反向电流 I_R 施加规定的反向电压时, 流过二极管的总传导电流。

2.16 阻性反向电流 除恢复电流(如存在的话)外的那部分稳态反向电流。

2.17 反向恢复电流 I_{rr} 在反向恢复时间内出现的那部分反向电流。

2.18 恢复电荷 Q_r 从规定的正向电流条件向规定的反向条件转换期间, 二极管所存在的总电荷。

注: 恢复电荷包括贮存的载流子和耗尽层电容引起的两部分电荷。

2.19 正向电流有效值 $I_{F(RMS)}$ 在工作频率的一个完整周期内正向电流的均方根值。

2.20 I^2t 值 正向浪涌电流的平方在其浪涌持续时间内的积分。

2.21 管壳非破坏 I^2t 值 在规定的电流值、波形和时间条件下, 为防止管壳炸裂或发射等离子体射线, 器件不应超过的 I^2t 值。此值由下式给出:

$$I^2t = \int_0^{t_w} i^2 dt$$

式中: t_w 为电流脉冲宽度。

注: 本定义的含义是在器件加上管壳非破坏 I^2t 时, 尚未发现等离子体发射而又能发现管壳上出现的极微细的裂纹。但管壳既不能破坏, 又不能熔融或燃烧起火。

2.22 总功率耗散 P_{tot} 由正向电流和反向电流所产生的功率耗散之和。

2.23 正向功率耗散 P_F 由正向电流所产生的功率耗散。

2.24 正向平均功率耗散 $P_{F(AV)}$ 瞬态正向电压与瞬态正向电流之积, 在整个周期内的平均值。

2.25 (雪崩和可控雪崩整流二极管的)反向浪涌功率耗散 P_{RS} 反向工作时, 由于浪涌的出现而在该器件内所引起的功率耗散。

2.26 开通耗散 P_{on} 从反向电压转换到正向电流的变化时间, 器件内所产生的功率耗散。

2.27 关断耗散 P_{off} 从正向电流转换到反向电压的变化期间, 器件内所产生的功率耗散。

2.28 反向功率耗散 P_R 反向电流所产生的功率耗散。

2.29 正向斜率电阻 r_F 由正向特性曲线的直线近似法确定的直线斜率所求得的电阻值(见图1)。

2.30 反向恢复时间 t_{rr} 当二极管从正向转换到反向时, 从电流过零的瞬间起, 到反向电流从峰值 I_{RM} 减小到某规定的低值的瞬间(见图2)或把反向电流外推到零点的瞬间止(见图3)的时间间隔。

注: 所谓“外推”, 即由规定的A点和B点连线并延长与时间轴相交(见图3)。

2.31 正向恢复时间 t_r 从零或规定的反向电压瞬时地转换到规定的正向偏置条件以后, 电流或电压恢复到规定值所需要的时间。

2.32 反向恢复电流上升时间 t_i 从规定的正向电流瞬时地转换到规定的反向电压以后, 从反向恢复时间起始点到反向恢复电流达到其峰值时止的时间间隔。

2.33 反向恢复电流下降时间 t_f 从规定的正向电流瞬时地转换到规定的反向电压以后, 从反向恢复电流达到其峰值时起, 到反向恢复时间结束时止的时间间隔。

3 信号、稳压和整流二极管

3.1 恒定(直流)反向电压 $V_{R(DC)}$ 加于二极管反向的恒定电压值。

3.2 反向平均电压 $V_{R(AV)}$ 反向电压在规定时间内的平均值。

3.3 反向峰值电压 V_{RM} 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。

3.4 正向电压 V_F 在规定的正向电流(直流的或脉冲的)下, 二极管两端的电压。

3.5 正向平均电流 $I_{F(AV)}$ 正向电流在规定时间内的平均值。

3.6 (检波二极管的)高频检波电流 在特定线路中的规定频率和电压下, 二极管的工作电流。

3.7 (检波二极管的)最大检波电流 在电阻性负载的工频正弦半波检波电路中, 允许连续通过二极管的最大工作电流。

3.8 反向电流 I_R 在规定直流反向电压下, 通过二极管的电流。

3.9 正向重复峰值电流 I_{FRM} (同2.12)

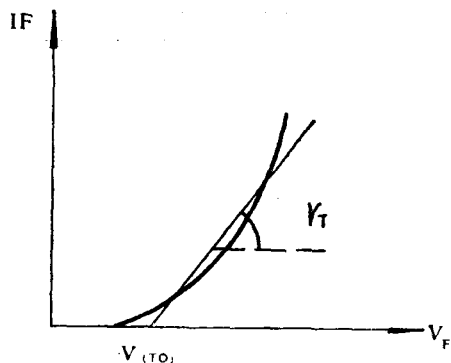


图 1

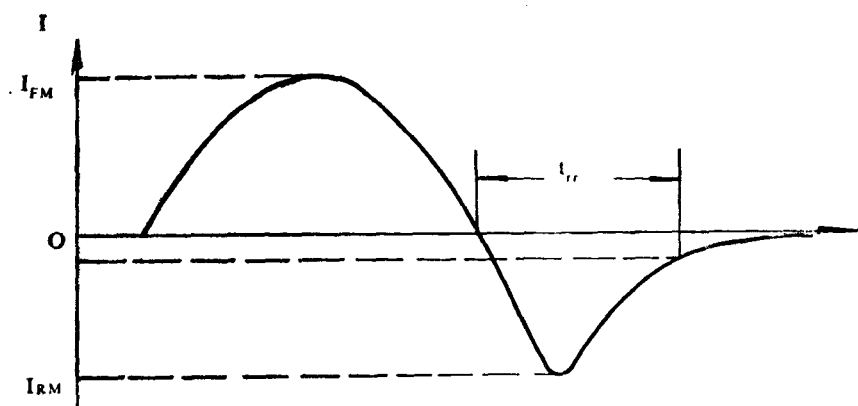


图 2

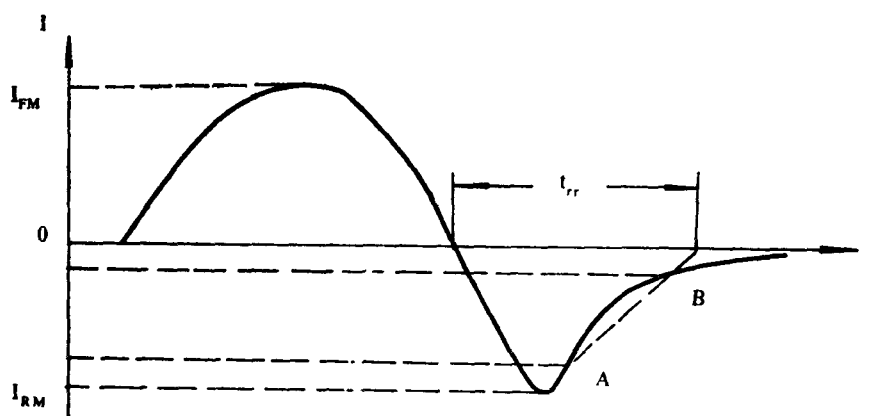


图 3

3.10 正向浪涌电流 I_{FSM} (同2.14)

3.11 电压检波效率 η_V 在规定的电路条件下, 直流负载电压与正弦输入电压峰值之比值。

3.12 功率检波效率 η_W 在规定的条件下, 由交流信号在负载电阻上产生的直流功率的变化量与正弦电压源输出的有用功率之比值。

3.13 恢复电荷 Q_r (同2.18)

3.14 反向恢复时间 t_{rr} (同2.17)

3.15 小信号电容 C_{io} 在规定的偏置条件下, 二极管两端测得的总的微分电容。

3.16 正向恢复时间 t_{fr} (同2.31)

3.17 总功率耗散 P_{tot} (同2.22)

3.18 反向重复峰值功率 P_{RRM}

3.19 反向不重复峰值功率 P_{RSM}

3.20 反向重复峰值能量 W_{RRM}

3.21 反向不重复峰值能量 W_{RSM}

3.22 热阻 R_{th} (同1.2.1)

3.23 (稳压二极管的)工作电流 I_r 稳压二极管在稳压范围内的工作电流。

3.24 工作电压 V_z 在工作范围内, 稳压二极管两端的电压。

3.25 反向电流 I_R (同2.4)

3.26 微分电阻 r_z 在规定的条件下, 稳压二极管两端的电压微变量与通过的相应电流微变量之比值。

3.27 小电流微分电阻 r_{zk} (同3.26)

3.28 正向电压 V_f (同2.1)

3.29 工作电压温度系数 α_{Vz} 工作电流保持恒定时, 工作电压的相对变化量与环境温度的绝对变化量之比值。

3.30 等效噪声电压 V_n 与器件输入端串联的理想电压源(其内阻抗为零)的电压。

4 射频二极管

4.1 峰点电流 I_p 峰点处的电流值。

4.2 谷点电流 I_v 谷点处的电流值。

4.3 峰点电压 V_p 峰点处的电压值。

4.4 谷点电压 V_v 谷点处的电压值。

4.5 投影峰点电压 V_{pp} 投影峰点处的电压值。

4.6 峰谷电流比 I_p/I_v 峰点电流与谷点电流之比。

4.7 阻性截止频率 f_{rc} 在规定偏压下, 隧道二极管引出端导纳实部为零时的频率。

注: 此频率按下式计算:

$$f_{rc} = \frac{g_j}{2\pi C_j} \sqrt{\frac{1}{g_j r_s} - 1}$$

4.8 管壳电容 C_c 在规定条件下, 引出端不内连PN结时的剩余电容。

4.9 串联等效电感 L_s 在规定条件下, 器件内部总的有效串联电感。

4.10 阶跃恢复时间 t_{rr} 当阶跃恢复二极管的外加电压从正向转换为反向时, 反向电流从规定值减小到另一较小规定值所需的时间。

4.11 理想化因子 n 在肖特基势垒二极管的电流电压特性的下述表达式中的数值:

$$I = I_s [\exp(qV/KT) - 1]$$

式中: I ——流过二极管的电流

V ——结两侧的电压

I_s ——饱和电流

q ——电子电荷

K ——波尔兹曼常数

T ——绝对温度

在理想情况下 n 等于1, 通常稍大于1。

4.12 (检波二极管的)电流灵敏度 S_i 由射频输入功率电平引起的二极管正向短路或在规定负载下)电流变化量与输入功率电平之比。

4.13 (检波二极管的)正切灵敏度 S_{TS} 将一矩形脉冲输入检波器的信号电平调整到没有信号输入时,在示波器上观察到的最高噪声峰值与有关信号输入时的最低噪声峰值处于同一水平线上时,所测得的输入脉冲信号电平。

4.14 烧毁能量 E_B 二极管能够承受而不导致电性能发生不可逆恶化的最大电过载能量。

4.15 变频损耗 L_c 单一信号频率的有用输入功率与该单一信号频率的有用输出功率(不包括由混频器固有的噪声或由非输入信号频率转换而来的功率)之比。

4.16 优值 M 变容二极管的结电容电抗与串联电阻之比。

4.17 (参量放大变容二极管的)电容变化系数 r_c 由下式定义:

$$r_c = \frac{C_M - C_N}{2(C_M + C_N)}$$

式中, C_M 和 C_N 分别为工作状态下,在参量放大器“泵浦”振幅范围内二极管两端呈现的最大和最小电容值。

4.18 (参量放大变容二极管的)动态优值 M_D 静态优值与电容变化系数之乘积。

4.19 截止频率 f_{co} 变容二极管的优值下降至 1 时的频率。其值按下式计算:

$$f_{co} = \frac{1}{2\pi R_s C_j}$$

式中: R_s ——串联电阻

C_j ——结电容

4.20 阈值电压 V_{th} 转移电子二极管电流-电压特性曲线上开始出现负阻时的电压值。

4.21 阈值电流 I_{th} 转移电子二极管电流-电压特性曲线上与阈值电压相对应的电流。

4.22 低场电阻 R_{LF} 当偏置电压比阈值电压低得多时,转移电子二极管的直流电阻。

4.23 转移效率 η 转移电子二极管的射频输出功率与直流输入功率之比。

4.24 渡越时间 t_t 雪崩渡越时间二极管处于工作状态时,在雪崩区碰撞电离产生的载流子通过空间电荷区所需要的时间。

5 光电子器件

5.1 总光通量 Φ 发光器件向各方向发出的光通量的总和。

5.2 半强度角 θ 由光强大于或等于最大强度的一半的范围所构成的一种圆锥角。

5.3 发光强度角分布 发光器件在空间各方向上的光强分布。

5.4 发光效率 η 输出的光通量与输入的电功率之比。

5.5 发射峰值波长 λ_p 光谱辐射强度最大处的波长。

5.6 光谱宽度 光谱辐射强度大于或等于其最大值的一半的波长间隔。

5.7 内量子效率 η_{in} 单位时间内有源区产生的光子数与注入到有源区的电子数之比。

5.8 外量子效率 η_{ex} 单位时间内输出到器件外的光子数与注入到有源区的电子数之比。