



中华人民共和国国家标准

GB/T 4023—2015/IEC 60747-2:2000
代替 GB/T 4023—1997

半导体器件 分立器件和集成电路 第 2 部分：整流二极管

Semiconductor devices—Discrete devices and integrated circuits—
Part 2: Rectifier diodes

(IEC 60747-2:2000, IDT)

2015-12-31 发布

2017-01-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	VII
引言	IX
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
3.1 一般术语	1
3.2 额定值和特性的术语:电压	2
3.3 额定值和特性的术语:电流	3
3.4 额定值和特性的术语:耗散功率	4
3.5 额定值和特性的术语:其他特性	5
4 文字符号	7
4.1 概述	7
4.2 补充的通用下标	7
4.2.1 电流、电压和功率	8
4.2.2 电参数	8
4.3 文字符号表	8
4.3.1 电压(参见图 4、图 5)	8
4.3.2 电流(参见图 6)	9
4.3.3 功率	10
4.3.4 开关	10
5 基本额定值和特性	10
5.1 概述	10
5.1.1 适用范围	10
5.1.2 额定方法	10
5.1.3 推荐温度	10
5.2 额定条件	11
5.2.1 环境额定的整流二极管	11
5.2.2 管壳额定的整流二极管	11
5.3 电压和电流的额定值(极限值)	11
5.3.1 反向不重复峰值电压(V_{RSM})	11
5.3.2 反向重复峰值电压(V_{RRM})	11

5.3.3	反向工作峰值电压(V_{RWM})	11
5.3.4	反向直流电压(V_R)(适用时)	11
5.3.5	正向平均电流($I_{F(AV)}$)	11
5.3.6	正向重复峰值电流(I_{FRM})(适用时)(特别适用于快开关二极管)	11
5.3.7	正向过载电流($I_{(OV)}$)	12
5.3.8	正向浪涌电流(I_{FSM})	12
5.3.9	正向直流电流(I_F)	12
5.3.10	管壳不破裂峰值电流(I_{RSMC})	13
5.4	频率额定值(极限值)	13
5.5	耗散功率额定值(极限值)	13
5.5.1	反向浪涌耗散功率(雪崩整流二极管和可控雪崩整流二极管的)	13
5.5.2	反向重复峰值耗散功率(可控雪崩整流二极管的)	13
5.5.3	反向平均耗散功率(可控雪崩整流二极管的)	13
5.6	温度额定值(极限值)	13
5.6.1	冷却流体的温度或基准点的温度(对于环境额定的或管壳额定的整流二极管)	13
5.6.2	贮存温度(T_{stg})	13
5.6.3	等效结温(T_j)(适用时)	13
5.7	电特性	13
5.7.1	正向特性(适用时)	13
5.7.2	正向电压(在热平衡条件下)	14
5.7.3	击穿电压(V_{BR})(雪崩整流二极管的,用于不重复的情况)	14
5.7.4	反向重复峰值电流(I_{RRM})	14
5.7.5	总耗散功率(P_{tot})	14
5.7.6	一个正弦半波正向电流脉冲的最大总能量(适用时)(特别适用于快开关二极管)	14
5.7.7	恢复电荷(Q_r)(适用时),见图 9	15
5.7.8	反向恢复峰值电流(i_{RM})(适用时),见图 9	15
5.7.9	反向恢复时间(t_{rr})(适用时),见图 9	15
5.7.10	正向恢复时间(适用时)	15
5.7.11	正向恢复峰值电压(V_{FRM})(适用时)	15
5.7.12	(反向恢复)软[度]因子(F_{RRS})(适用时)	16
5.8	热特性(适用时)	16
5.9	机械特性和其他数据	16
5.10	应用数据	16
5.10.1	稳态运行(包括过载)	16
5.10.2	瞬态条件	17
6	型式试验和常规试验的要求,整流二极管的标志	17
6.1	型式试验	17

6.2	常规试验	17
6.3	测量和试验方法	18
6.4	整流二极管的标志	18
7	测量和试验方法	18
7.1	电特性的测量方法	18
7.1.1	一般注意事项	18
7.1.2	正向电压	18
7.1.3	雪崩和可控雪崩整流二极管的击穿电压($V_{(BR)}$)	20
7.1.4	反向电流	21
7.1.5	恢复电荷和反向恢复时间(Q_r, t_{rr})	24
7.1.6	正向恢复时间和正向恢复峰值电压(t_{fr}, V_{FRM})	27
7.2	热特性的测量方法	28
7.2.1	基准点温度	28
7.2.2	热阻与瞬态热阻抗	28
7.3	额定值(极限值)的检验方法	30
7.3.1	正向浪涌电流(I_{FSM})	30
7.3.2	反向不重复峰值电压(V_{RSM})	32
7.3.3	雪崩和可控雪崩整流二极管的反向峰值功率(重复或不重复的)(P_{RRM}, P_{RSM})	32
7.3.4	管壳不破裂峰值电流	36
7.4	电耐久性试验	38
7.4.1	耐久性试验表	38
7.4.2	耐久性试验条件	38
7.4.3	接收试验的失效判据和判定失效的特性	38
7.4.4	可靠性试验的判定失效的特性和失效判据	38
7.4.5	试验失误时的程序	38
7.4.6	循环负载试验	38
附录 A	(资料性附录) 随时间变化负载温升的计算	40
图 1	正向恢复期间的电压波形	5
图 2	反向恢复期间的电流波形	6
图 3	恢复电荷	7
图 4	反向电压额定值	8
图 5	正向特性	9
图 6	正向电流额定值	9
图 7	正向重复峰值电流(I_{FRM})示例	12
图 8	一个正弦半波电流脉冲的最大总能量与正向电流值和脉冲持续时间的关系	

(参变量:以焦尔为单位的脉冲能量)	14
图 9 恢复电荷 Q_r , 反向恢复峰值电流 i_{RM} , 反向恢复时间 t_{rr} (理想特性曲线)	15
图 10 正向电压的测试电路(直流法)	19
图 11 正向电压的测试电路(示波器法)	19
图 12 正向电压的测试电路(脉冲法)	19
图 13 正向平均电压的测试电路	20
图 14 击穿电压的测试电路	21
图 15 反向电流的测试电路(直流法)	21
图 16 反向电流的测试电路(示波器法)	22
图 17 反向峰值电流的测试电路	22
图 18 反向峰值电流的测试电路(电流加热法)	23
图 19 Q_r 和 t_{rr} 的测试电路(正弦半波法)	24
图 20 通过二极管 D 的电流波形(正弦半波法)	24
图 21 Q_r 和 t_{rr} 的测试电路(矩形波法)	25
图 22 通过二极管 D 的电流波形(矩形波法)	26
图 23 t_{fr} 和 V_{FRM} 的测试电路	27
图 24 测量 t_{fr} 和 V_{FRM} 的电流和电压波形	27
图 25 热阻的测试电路	29
图 26 瞬态热阻抗的测试电路	30
图 27 浪涌电流的测试电路	31
图 28 反向不重复峰值电压的测试电路	32
图 29 雪崩和可控雪崩整流二极管的反向峰值功率的测试电路(反向电流三角波法)	33
图 30 反向电流波形(三角波法)	33
图 31 雪崩和可控雪崩整流二极管的反向峰值功率的测试电路(反向电流正弦波法)	34
图 32 反向电流波形(正弦波法)	34
图 33 雪崩和可控雪崩整流二极管的反向峰值功率的测试电路(反向电流矩形波法)	35
图 34 反向电流波形(矩形波法)	35
图 35 反向功率 P_{RSM} 与击穿电压的关系	36
图 36 管壳不破裂峰值电流的测试电路	37
图 37 通过受试器件的反向电流 i_R 波形	37
图 38 热循环负载试验的电路和波形	38
图 A.1 非矩形脉冲的阶梯形近似	40
图 A.2 半导体器件内产生耗散功率 P 、持续时间为 t_1 的矩形脉冲	40
图 A.3 瞬态热阻抗 $Z_{th}(t)$ 与时间的关系	41
图 A.4 三个矩形脉冲单序列	41
图 A.5 相同脉冲的周期序列	42
图 A.6 每组两个不同脉冲的周期序列	43

表 1 整流二极管的型式试验和常规试验的最少试验项目	17
表 2 耐久性试验后,接收时判定失效的特性	39
表 3 耐久性试验条件	39
表 A.1 几种典型负载时等效结温升的计算公式	45

前 言

《半导体器件 分立器件》系列国家标准的预计结构如下：

- 第 1 部分：总则；
- 第 2 部分：整流二极管；
- 第 3 部分：信号（包括开关）和调整二极管；
- 第 4 部分：微波器件；
- 第 4-1 部分：微波二极管和晶体管 微波场效应晶体管详细规范；
- 第 5-1 部分：光电子器件 总则；
- 第 5-2 部分：光电子器件 基本额定值和特性；
- 第 5-3 部分：光电子器件 测试方法；
- 第 5-4 部分：光电子器件 半导体激光器；
- 第 5-5 部分：光电子器件 光电耦合器；
- 第 6 部分：晶闸管；
- 第 7 部分：双极型晶体管；
- 第 8 部分：场效应晶体管；
- 第 9 部分：绝缘栅双极晶体管；
- 第 10 部分：分立器件和集成电路总规范；
- 第 11 部分：分立器件分规范；
- 第 14-1 部分：半导体传感器 总则和分类；
- 第 14-2 部分：半导体传感器 霍尔元件；
- 第 14-3 部分：半导体传感器 压力传感器；
- 第 14-4 部分：半导体传感器 半导体加速度计；
- 第 14-5 部分：半导体传感器 PN 结半导体温度传感器；
- 第 15 部分：绝缘功率半导体器件；
- 第 16-1 部分：微波集成电路 放大器；
- 第 16-2 部分：微波集成电路 频率预计数器；
- 第 16-3 部分：微波集成电路 频率转换器；
- 第 16-4 部分：微波集成电路 开关；
- 第 17 部分：基本绝缘和加强绝缘的磁性和电容性耦合。

本部分为《半导体器件 分立器件》系列国家标准的第 2 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB/T 4023—1997《半导体器件 分立器件和集成电路 第 2 部分：整流二极管》。

本部分与 GB/T 4023—1997 相比主要变化如下：

- 编写规则和采用 IEC 标准的版本、与其一致性程度不同：GB/T 4023—1997 是按 GB/T 1.1—1993，等效采用 IEC 747-2:1983 和 1992 年、1993 年的两个修订件；本部分是按 GB/T 1.1—2009 和 GB/T 20000.2—2009，等同采用 IEC 60747-2:2000。
- 内容结构编排不同：GB/T 4023—1997 采用篇（章）、节、条、项编号，“引言”属正文并编章条号；本部分采用章、条、项编号，“引言”在正文前单独为一页，不编章条号。
- 增加了“管壳不破裂峰值电流”的文字符号“ I_{RSMC} ”，并将其对应的“管壳不破裂 I^2t ”中的 I^2t

改为 $I_{RC}^2 t$, 同时将“管壳不破裂 $I_{RC}^2 t$ ”由耗散功率术语条移至电流术语条。

——增加了“(反向恢复)软[度]因子”术语、定义、文字符号及其特性值的条件。

——增加了“正向恢复峰值电压”特性值的条件。

——文字符号章增加了开关特性的文字符号 11 个和电流的文字符号 4 个 (I_{FAV} 、 I_{FRMS} 、 I_{RM} 、 I_{RSMC}), 删除了 I_{RAV} 。

——增加了“型式试验和常规试验的要求、整流二极管的标志”一章内容。

——删除了“反向重复峰值电压”的另一名称“最高反向重复电压”及相关的“注”。

——删除了附录 B“瞬态热阻抗测试方法(快速测试方法)”。

本部分使用翻译法等同采用 IEC 60747-2: 2000《半导体器件 分立器件和集成电路 第 2 部分: 整流二极管》(英文版)。

本部分做了下列编辑性修改和勘误:

——增加了“前言”, 删除了 IEC 标准的“前言”;

——“IEC 60747 的本部分”“本出版物”和“本国际标准”均改为“本部分”;

——根据标准条文中的实际引用情况, 增加了 GB/T 2900.66—2004《电工术语 半导体器件和集成电路》作为规范性引用文件;

——将用于电流、电压的修饰词“连续(直流)”改为“直流”;

——将表示温度的文字符号“ T ”和“ θ ”两种字母统一为“ T ”, 表示温度的文字符号下标 amb、case、vj、ref 分别改为 a、c、j、r;

——用小数点“.”代替作为小数点的逗号“,”;

——对公式统一编号;

——将“正向(不重复)浪涌电流”统一为“正向浪涌电流”, 与第 3 章中一致;

——将 5.7.4 中“反向重复峰值电流”的文字符号 I_{RM} 勘误为 I_{RRM} ;

——删除 5.8.1(系 5.8 中下一层次的孤条)的编号, 相应的内容直接归入 5.8;

——将式(A.29)中符号 t_2 的释文“较高频率的重复率”勘误为“较高频率的重复率的倒数”。

本部分由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本部分由全国半导体器件标准化技术委员会(SAC/TC 78)归口。

本部分起草单位: 西安电力电子技术研究所、国营第八七三厂、湖北台基半导体股份有限公司、株洲南车时代电气股份有限公司电力电子事业部、浙江硅都电力电子有限公司。

本部分主要起草人: 秦贤满、邹盛琳、颜家圣、刘国友、沈首良。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为:

——GB 4023—1983、GB 4023—1986、GB/T 4023—1997。

引 言

本部分与 GB/T 17573—1998《半导体器件 分立器件和集成电路 第 1 部分:总则》一起使用。
GB/T 17573 提供了下列有关半导体器件的基本信息:

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

半导体器件 分立器件和集成电路

第 2 部分:整流二极管

1 范围

本部分给出下列各类或各分类器件的标准:

整流二极管包括:

- 雪崩整流二极管;
- 可控雪崩整流二极管;
- 快开关整流二极管。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 2900.66—2004 电工术语 半导体器件和集成电路(IEC 60050-521:2002, IDT)

GB/T 17573—1998 半导体器件 分立器件和集成电路 第 1 部分:总则(idt IEC 60747-1:1983)

3 术语和定义

GB/T 17573—1998 和 GB/T 2900.66—2004 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 一般术语

3.1.1

正向 forward direction

直流电流沿半导体二极管低阻流动的方向。

3.1.2

反向 reverse direction

直流电流沿半导体二极管高阻流动的方向。

3.1.3

阳极端(半导体整流二极管的或整流堆的) anode terminal(of a semiconductor rectifier diode or rectifier stack)

正向电流由外部电路流入的端。

3.1.4

阴极端(半导体整流二极管的或整流堆的) cathode terminal(of a semiconductor rectifier diode or rectifier stack)

正向电流向外部电路流出的端。

3.1.5

整流堆臂 rectifier stack arm

以两个电路端为界的那部分整流堆,它具有基本上只在一个方向传导电流的特性。

注:整流堆臂可含有一个或若干个串联或并联或串并联的整流二极管,并作为一个整体工作。这就意味着:整流堆臂可以是整流堆的一部分或整流堆的全部。