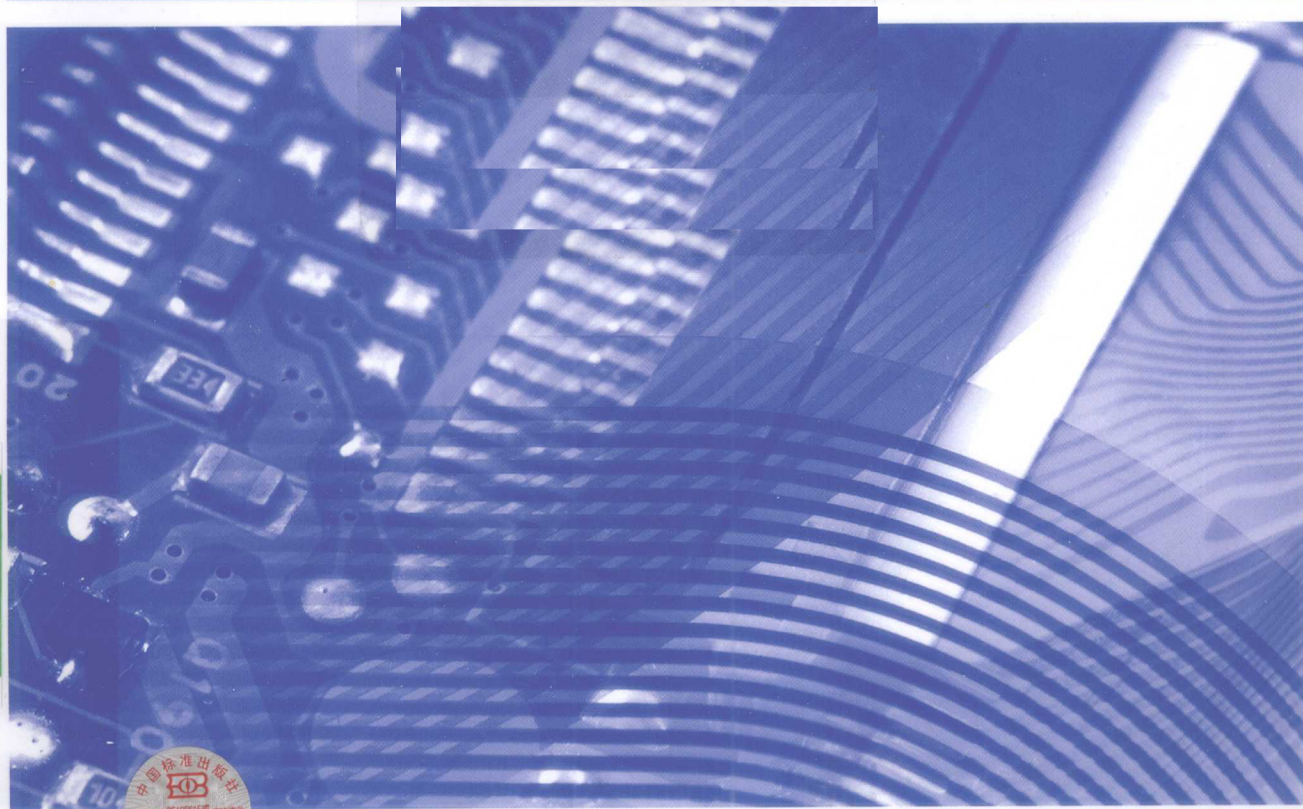


Dianziyuanqijian
Yingyong Jishu Shouce

电子元器件应用技术手册

微电子器件分册

韩英歧 主编



 中国标准出版社

电子元器件应用技术手册

微电子器件分册



韩英歧 主编

中国标准出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

电子元器件应用技术手册. 微电子器件分册/韩英歧
主编. —北京: 中国标准出版社, 2010
ISBN 978-7-5066-5751-8

I. ①电… II. ①韩… III. ①电子元件-技术手册
②电子器件-技术手册③微电子技术-电子器件-技术手
册 IV. ①TN6-62②TN4-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 030837 号

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 20.25 字数 482 千字

2010年4月第一版 2010年4月第一次印刷

*

定价 43.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533

编委会名单

主 编 韩英歧

编 委 韩英歧 李世风 王健石 邓建军
童益宏 刘朝宏 汪苏科 代文迪
姜维平 张 智 张 岗 徐可鑫
鲍恣恣 朱 涛 鲍 春 曹延海
韩丽蓉 张文冲

前 言

随着电子科技的飞速发展,电子技术已广泛应用在航空、航天、国防及国民经济的各个领域。由于电子整机系统的性能越来越优异、功能越来越齐全、所处的环境越来越严酷、对整机的性能与可靠性要求越来越高,因此电子元器件的可靠性在整机中越来越重要,电子元器件在电子整机系统的地位已从过去的基础技术,跃升为核心技术。

众所周知,电子整机是由元器件组成的,电子元器件的质量直接影响电子整机的性能与可靠性。根据国内外有关资料统计,在整机发生故障的原因中,有75%的故障是由于元器件失效造成的。经对失效元器件进行失效分析得知,有50%左右的失效是由于整机单位在选择与应用元器件方面造成的。而且这个比例在近几年的统计中一直居高不下,这不得不引起各有关方面的重视。电子元器件的选择与应用对整机的性能与可靠性起着决定性的作用。目前元器件的应用问题,已成为影响整机系统可靠性的首要问题,也是可靠性工程一个十分突出而且需要尽快解决的课题。尤其是在电子元器件水平不断提高,新型元器件不断出现,许多电路设计师还没有很好地掌握电子元器件应用知识的情况下,广大电子科技工作者急需得到与元器件相关的应用知识。电子元器件应用可靠性培训班已在全国各大城市连续举办多期,说明电子元器件应用知识已深受各单位及广大电子科技工作者的重视。为了能帮助广大电子科技人员合理地选择和应用元器件,编者收集了相关资料,并利用许多电路设计师与可靠性工程师多年积累的丰富的实践经验编写了这套《电子元器件应用技术手册》。本手册收集了主要常用电子元器件的有关标准、选用原则、检验、测试、筛选等应用知识,并收集了部分常用的、有特殊性能的元器件的型号、规格及主要电性能参数,供读者选用时参考,其目的就是为广大科技人员、电路设计师、可靠

性工程师、电子物资人员及检验人员提供一套比较完整实用的电子元器件应用技术资料。

本手册包括微电子器件、电子元件两个分册。本书为微电子器件分册,内容包括半导体分立器件和集成电路的应用知识。

由于电子元器件方面的资料比较分散,再加之编者水平有限,本手册难免有不妥之处,欢迎批评指正。

本手册在编写过程中得到北京华峰测控技术有限公司、北京宇翔电子有限公司、西安三海电子科技有限公司、成都燎原星光有限责任公司、成都亚光电子股份有限公司及中电集团公司第十研究所、中电集团公司第二十九研究所、中国标准出版社等单位的大力支持,在此表示感谢。

编者

2009年3月

目 录



第 1 章 微电子器件的分类与命名方法

1.1 微电子器件的分类	1
1.2 微电子器件的命名方法	3
1.2.1 国产微电子器件的型号命名方法	3
1.2.2 主要国家和地区半导体分立器件命名方法	9

第 2 章 微电子器件的主要电性能参数及检测

2.1 主要电性能参数	13
2.1.1 半导体分立器件	13
2.1.2 集成电路	19
2.2 微电子器件的检测	24
2.2.1 微电子器件的检验规则	24
2.2.2 半导体分立器件的测试	25
2.2.3 集成电路的测试	41
2.3 微电子器件测试仪器	52
2.3.1 分立器件的测试仪器——STS 8103A 半导体分立器件测试系统	61
2.3.2 集成电路的测试仪器	61

第 3 章 微电子器件的二次筛选

3.1 电子元器件筛选的目的与要求	65
3.2 确定元器件筛选程序的依据	65
3.3 筛选程序	65
3.4 筛选试验项目	65
3.4.1 高温存贮试验筛选(稳定性烘焙)	65
3.4.2 电老炼筛选	67
3.4.3 温度循环试验筛选	74

3.4.4	密封检漏筛选	76
3.4.5	晶体管热敏参数快速筛选试验	83
3.4.6	粒子碰撞噪声检测试验筛选(PIND 试验)	85
3.5	筛选试验的利弊分析	87
3.5.1	筛选付出的代价	87
3.5.2	元器件二次筛选的局限性和风险性	87
3.5.3	对主要筛选试验项目的分析	88
3.6	筛选程序规范及举例	90
3.6.1	对军用半导体分立器件的筛选试验要求	91
3.6.2	对军用集成电路的筛选试验要求	96
3.6.3	筛选程序举例	98
3.7	筛选试验设备	99
3.7.1	SPZH-T 高温分立器件综合老炼检测系统	100
3.7.2	SPJT-G 大功率晶体管老炼筛选系统	102
3.7.3	SPDC-T DC/DC 电源高温老炼检测系统	104

第 4 章 电子元器件的选择与控制

4.1	微电子器件的质量等级	107
4.2	电子元器件的失效率等级	112
4.3	“七专”元器件	113
4.4	元器件的选择规则	114
4.5	电子元器件的质量控制	116
4.5.1	制定元器件可靠性保障大纲	116
4.5.2	对电子物资部门的要求	117
4.5.3	研制整机电子元器件的质量控制	118

第 5 章 微电子器件的可靠性应用

5.1	电浪涌对器件造成的损伤与防范	121
5.1.1	接通电容性负载时产生的浪涌电流	122
5.1.2	断开电感性负载时产生的浪涌电压	122
5.1.3	驱动白炽灯时产生的浪涌电流	125
5.1.4	数字集成电路开关工作时产生的电流浪涌	125
5.1.5	直流稳压电源引起的浪涌	127

5.1.6	接地不当导致器件损坏	128
5.1.7	TTL 电路防浪涌干扰的应用	128
5.2	噪声对微电子器件的影响	131
5.2.1	对接地不良引起噪声的防范	131
5.2.2	对静电耦合和电磁耦合产生噪声的防范	133
5.2.3	对反射引起噪声的防范	134
5.3	温度对微电子器件的影响	134
5.4	机械过应力对器件的损伤	135
5.4.1	引线的形成与切断	135
5.4.2	在印制板上安装器件	136
5.4.3	焊接	137
5.4.4	器件在整机系统中的布局设计	138
5.4.5	运输	138
5.5	微电子器件的降额使用	139
5.5.1	微电子器件最大额定值的概念	139
5.5.2	合理降额	139
5.5.3	在降额使用时应注意的问题	152
5.6	微电子器件的抗辐射应用	153
5.6.1	抗辐射加固在电子整机系统的器件选择	153
5.6.2	电子整机系统中的抗辐射措施	155
5.7	常用集成电路应遵守的一般规则	157
5.8	集成稳压器的应用与安全保护	158
5.8.1	集成稳压器的保护电路	158
5.8.2	使用中的安全保护	159

第 6 章 失效分析

6.1	失效分析所具备的基本条件	162
6.1.1	专业分析人员	162
6.1.2	分析设备及相关测试仪器	162
6.1.3	失效分析环境条件要求	163
6.2	微电子器件失效分析的一般程序	163
6.2.1	开封前	164
6.2.2	开封后	165
6.3	微电子器件失效模式与失效机理分析	165

6.3.1	微电子器件的制造工艺概述	165
6.3.2	工艺缺陷技术术语简介	166
6.3.3	失效模式与失效机理	167
6.4	失效机理分析	168
6.4.1	表面失效机理分析	169
6.4.2	体内失效机理分析	170
6.4.3	电极系统及封装的失效机理分析	174
6.5	利用测试特性曲线进行分析	176
6.5.1	PN 结特性曲线	176
6.5.2	晶体管异常输出特性曲线	179
6.5.3	测试 IC 管脚电特性分析失效原因	181

第 7 章 静电对微电子器件的危害与防范

7.1	静电的危害	185
7.1.1	静电效应	185
7.1.2	静电的危害	186
7.1.3	静电对电子产品的损害形式	187
7.2	静电敏感器件(SSD)的分级	188
7.2.1	静电放电敏感度的分类	188
7.2.2	人体带电模型	191
7.3	静电的防护	193
7.3.1	建立安全工作区	193
7.3.2	静电接地技术及其应用	194
7.3.3	静电防护的基本要求	195
7.3.4	静电的防护措施	197
7.4	防静电保护	200
7.4.1	防静电保护元件	200
7.4.2	防静电器材	202

第 8 章 半导体二极管

8.1	整流二极管	204
8.1.1	1N 系列整流二极管	204
8.1.2	2DP 系列整流二极管	205

8.1.3 快速恢复整流二极管	205
8.2 稳压二极管	206
8.2.1 2CW37 系列稳压二极管	206
8.2.2 2CW 系列稳压二极管	208
8.2.3 1N 系列玻封硅稳压二极管	209
8.3 开关二极管	210
8.3.1 2CK 系列硅开关二极管	210
8.3.2 1N 系列开关二极管	212
8.4 微波二极管	213
8.4.1 简介	213
8.4.2 点接触二极管主要特性参数	214
8.4.3 肖特基势垒二极管	216
8.4.4 PIN 二极管	229
8.4.5 体效应二极管	236
8.4.6 变容二极管	239
8.5 点接触二极管	247

第 9 章 半导体三极管

9.1 半导体三极管的结构	249
9.2 半导体三极管的分类	249
9.3 半导体三极管的工作原理	249
9.4 半导体三极管的特性曲线	251
9.5 中小功率三极管	252
9.6 开关三极管	258
9.7 高反压三极管	269
9.8 大功率三极管	273
9.9 低噪声三极管	282
9.10 双三极管	283
9.11 达林顿晶体管	285

第 10 章 集成 电 路

10.1 数字集成电路	287
10.1.1 CMOS 电路主要性能参数	287

10.1.2 数字集成电路外引线排列图	300
10.2 模拟集成电路	300
10.2.1 常用集成运算放大器主要性能参数	301
10.2.2 集成运算放大器的封装形式及引脚排列	303
10.2.3 运算放大器基本应用电路	304
参考文献	309

第 1 章 微电子器件的分类与命名方法

1.1 微电子器件的分类

微电子器件包括半导体分立器件和集成电路。半导体分立器件又分半导体二极管与半导体三极管。

微电子器件的种类很多,分类的方法也各不相同,一般按用途、结构及制造工艺进行分类。下面按半导体二极管、三极管、集成电路进行分类,如图 1-1、图 1-2。

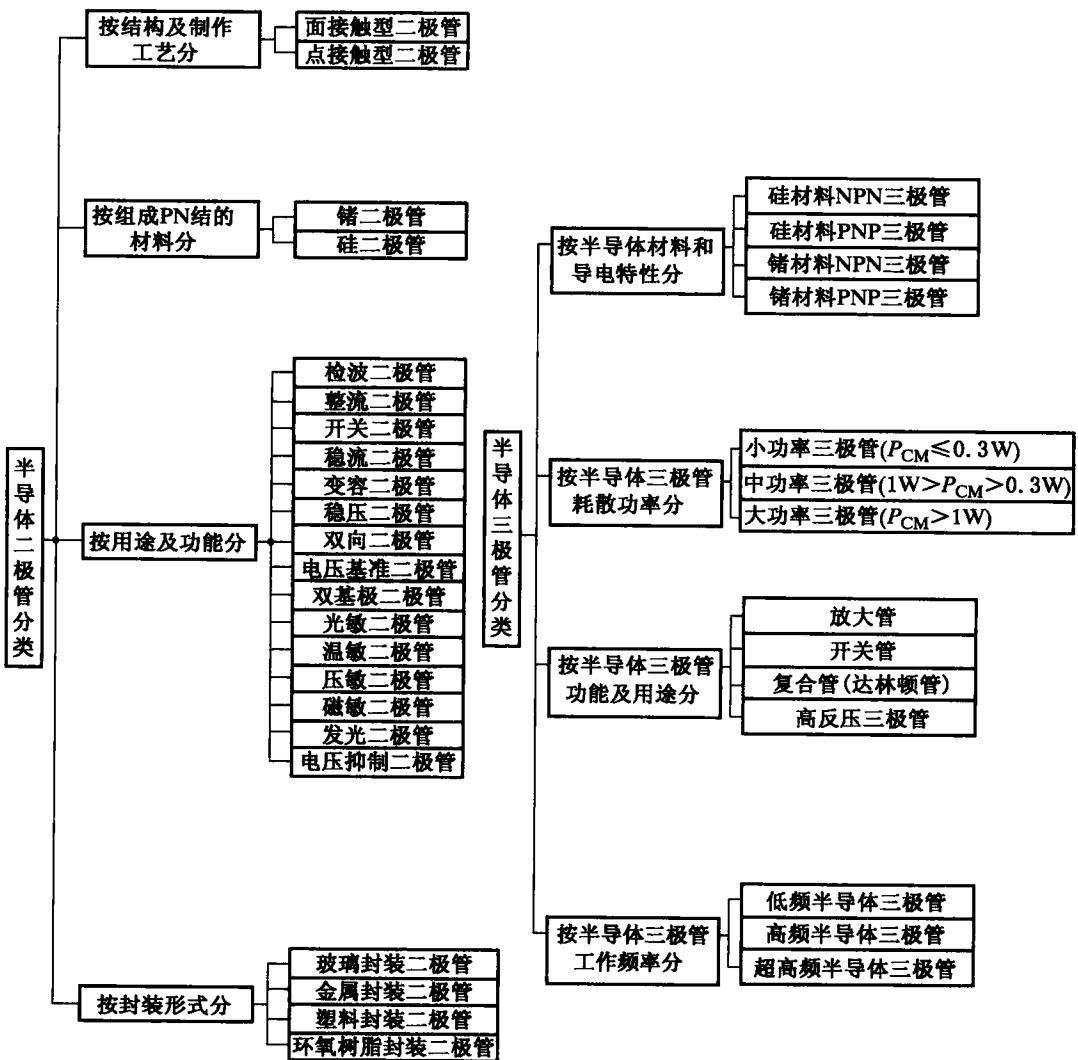


图 1-1 半导体二极管、三极管的分类

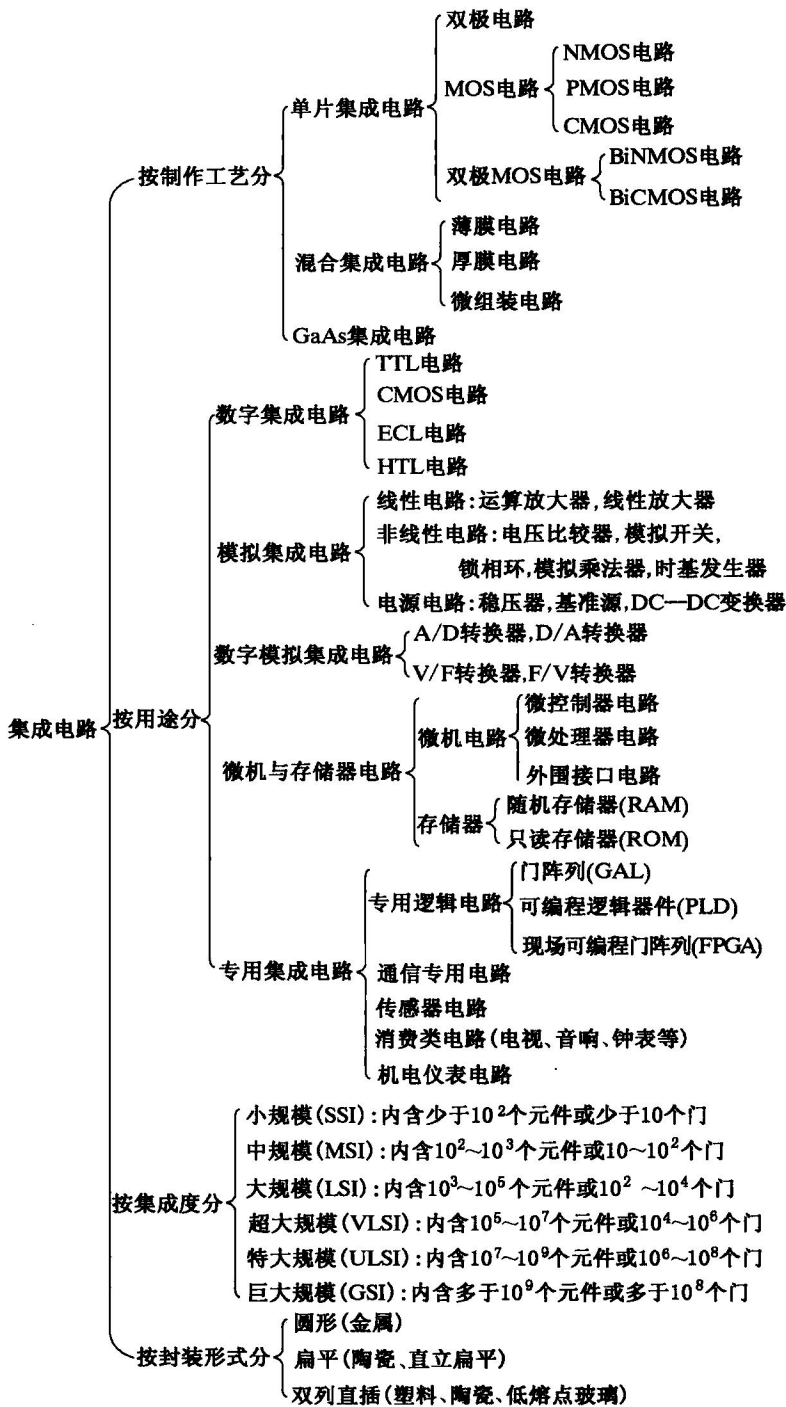


图 1-2 集成电路的分类

1.2 微电子器件的命名方法

目前,世界各国微电子器件的型号命名方法主要有两类:一类是以国家或地区统一的型号命名方法;另一类是制造厂商专用的命名方法。微电子器件的命名方法是表征器件的型号、类型、环境条件、质量等级、封装形式、系列和品种代号等信息,是从事电子工程技术的每个员工需要掌握的基本知识。由于我国改革开放后,大量的国外微电子器件占领了我国微电子器件市场,而且国外微电子器件的命名方法比较混乱,尤其是在我国占有重要份额的美国微电子器件,器件的命名方法大多数是以制造厂商自行规定的型号命名方法,相同类型的器件制造商不同型号也不相同,这给我们选用器件带来很多困难,为了帮助各单位方便掌握微电子器件的命名方法,本书收集了国内外部分微电子器件命名方法的相关资料,供大家参考。由于市场竞争日益激烈,供应商经常发生变化,请及时关注供应商的相关信息。

1.2.1 国产微电子器件的型号命名方法

1.2.1.1 半导体分立器件

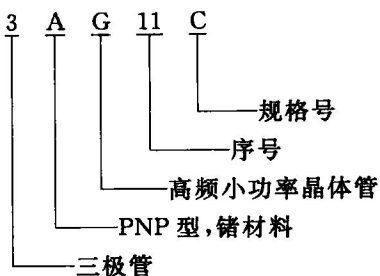
- 1) 第一部分:用阿拉伯数字表示器件电极数目。
- 2) 第二部分:用汉语拼音字母表示器件的材料。
- 3) 第三部分:用汉语拼音字母表示了器件的类型。
- 4) 第四部分:用阿拉伯数字表示器件序号。
- 5) 第五部分:用汉语拼音字母表示器件的规格。

由一~五部分组成的符号及意义如表 1-1 所示。

表 1-1 半导体分立器件符号及意义(1)

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分	第五部分
用阿拉伯数字表示器件的电极数目		用汉语拼音字母表示器件的材料和极性		用汉语拼音字母表示器件的类别		用阿拉伯数字表示序号	用汉语拼音字母表示规格号
符号	意义	符号	意义	符号	意义		
2	二极管	A	N 型,锗材料	P	小信号管		
		B	P 型,锗材料	V	混频检波管		
		C	N 型,硅材料	W	电压调整管和电压基准管		
3	三极管	D	P 型,硅材料	C	变容管		
		A	PNP 型,锗材料	Z	整流管		
		B	NPN 型,锗材料	L	整流堆		
		C	PNP 型,硅材料	S	隧道管		
		D	NPN 型,硅材料	K	开关管		
		E	化合物材料	X	低频小功率晶体管 ($f_a < 3\text{MHz}, P_c < 1\text{W}$)		
		G	高频小功率晶体管 ($f_a \geq 3\text{MHz}, P_c < 1\text{W}$)				
		D	低频大功率晶体管 ($f_a < 3\text{MHz}, P_c \geq 1\text{W}$)				
		A	高频大功率晶体管 ($f_a \geq 3\text{MHz}, P_c \geq 1\text{W}$)				
		T	闸流管				
		Y	体效应管				
		B	雪崩管				
		J	阶跃恢复管				

示例: 锗 PNP 型高频小功率晶体管



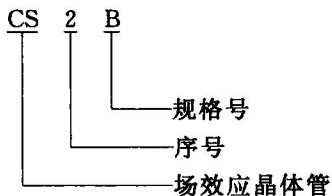
由三~五部分组成的器件的符号及意义如表 1-2 所示。

表 1-2 半导体分立器件的符号及意义(2)

第三部分		第四部分	第五部分
用汉语拼音字母表示器件的类别		用阿拉伯数字表示序号	用汉语拼音字母表示规格号
符号	意义		
CS ¹⁾	场效应晶体管		
BT	特殊晶体管		
FH	复合管		
PIN	PIN 管		
ZL	整流管阵列		
QL	硅桥式整流器		
SX	双向三极管		
DH	电流调整管		
SY	瞬态抑制二极管		
GS	光电子显示器		
GF	发光二极管		
GR	红外发射二极管		
GJ	激光二极管		
GD	光敏二极管		
GT	光敏晶体管		
GH	光耦合器		
GK	光开关管		
GL	摄像线阵器件		
GM	摄像面阵器件		

1) 4CS 表示双绝缘栅场效应晶体管。

示例: 场效应晶体管



1.2.1.2 国产集成电路型号

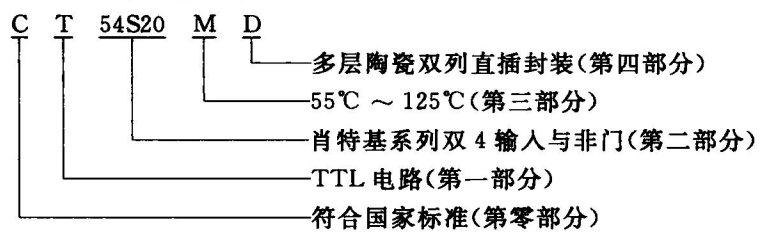
器件的型号由五个部分组成,其五个组成部分的符号及意义如表 1-3 所示。

表 1-3 国产集成电路型号组成及意义

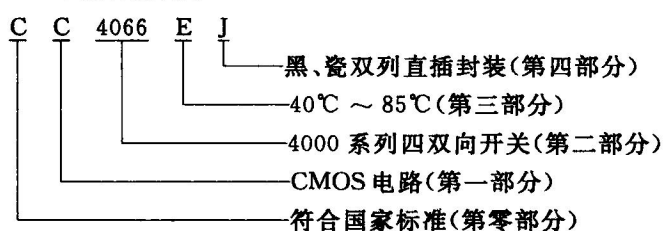
第零部分		第一部分		第二部分		第三部分		第四部分	
用字母表示器件符合国家标准		用字母表示器件的类型		用阿拉伯数字和字符表示器件的系列和品种代号		用字母表示器件的工作温度范围/(°C)		用字母表示器件的封装	
符号	意义	符号	意义			符号	意义	符号	意义
C	符合国家标准	T	TTL 电路			C	0~70	F	多层陶瓷扁平
		H	HTL 电路			G	-25~70	B	塑料扁平
		E	ECL 电路			L	-25~85	H	黑瓷扁平
		C	CMOS 电路			E	-40~85	D	多层陶瓷双列直插
		M	存储器			R	-55~85	J	黑瓷双列直插
		μ	微型机电路			M	-55~125	P	塑料双列直插
		F	线性放大器					S	塑料单列直插
		W	稳压器					K	金属菱形
		B	非线性电路					T	金属圆形
		J	接口电路					C	陶瓷片状载体
		AD	A/D 转换器					E	塑料片状载体
		DA	D/A 转换器					G	网格阵列
		D	音响、电视电路						
		SC	通讯专用电路						
		SS	敏感电路						
		SW	钟表电路						

示例：

肖特基 TTL 双 4 输入与非门



4000 系列 CMOS 四双向开关



通用型运算放大器

