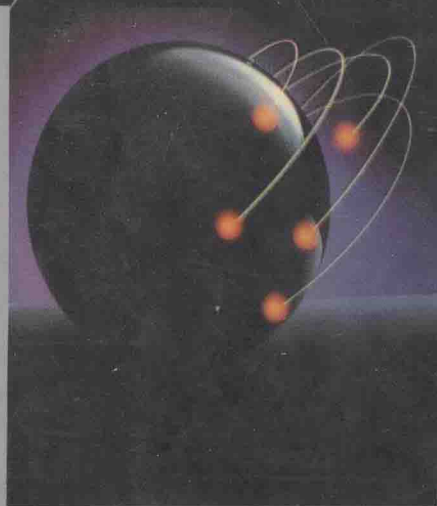
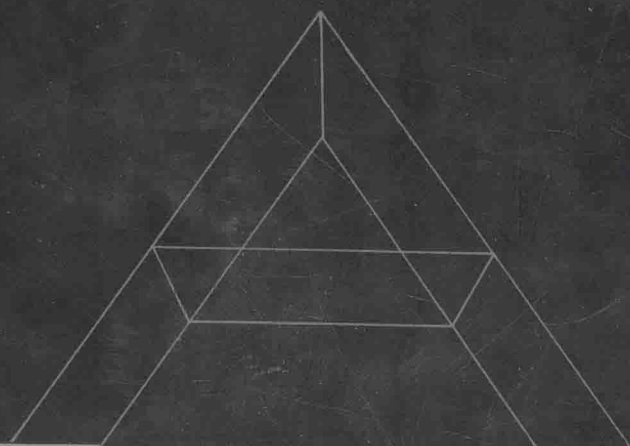


电子工程师技术手册

A Handbook of technology for electronics engineers

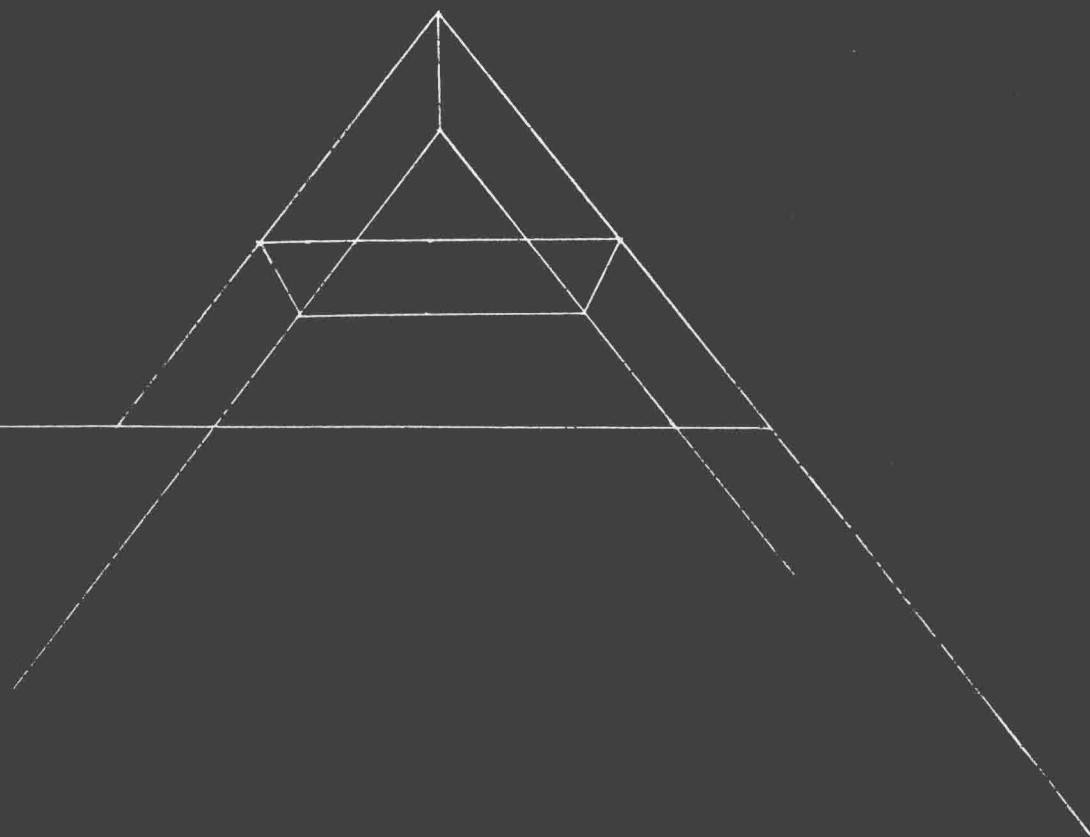
江苏科学技术出版社



JIANGSU
SCIENCE
AND
TECHNOLOGY
PUBLISHING
HOUSE

H A N D B O O K

电子 工程师 技术 手册



主编

张安康 谭锡林

主审

许居衍 朱鸿鹄 童勤义

江苏

科学技术出版社

(苏)新登字第002号

电子工程师技术手册

张安康 谭锡林 主编

出版：江苏科学技术出版社

发行：江苏省新华书店

印刷：通州市印刷总厂

开本787×1092毫米 1/16 印张134插页5字数3,310,000

1993年4月第1版 1993年4月第1次印刷

印数1—5,000册

ISBN 7—5345—1542—4

TN·38 (精)定价：80.00元

责任编辑 许顺生

内 容 简 介

本书根据电子工程师设计时的实际需要，以电子元器件为纲，围绕着电子元器件的基本原理、型号分类、特性参数以及应用举例进行编写。在内容的选择方面，避免繁琐的数学推导，着重于概念与特性，让读者较清晰地掌握电子元器件的全貌。书中还列出了众多的数据表格，以利于电子工程师们在设计电子设备和系统时合理地选择所需的电子元器件。

本书内容广泛、取材新颖。全书共分十一篇，包括元件、半导体分立器件、电力半导体器件与执行器件、光电器件、摄像与显示器件、敏感元件与传感器、固态微波器件、数字集成电路、模拟集成电路、微处理器和单片机及其外围接口电路，以及新颖电子元器件等。在各篇章中摒弃了已被淘汰的元器件，而在常用元器件的基础上增添了大量国内外最新采用的元器件，还指明了发展趋势。本书全面地反映了80年代末国内外电子元器件方面的先进水平，可供在各个领域从事实际工作的电子工程师们参考，也可供高等学校电子类或电气类师生以及相应企事业单位的领导和管理人员阅读。

编 委 会

主 编 张安康 谭锡林
主 审 许居衍 朱鸿鹄 童勤义
副主审 刘炳坤 蒋守雷 徐淦卿 何绍福
编 委 张安康 谭锡林 李国华 黄 涛 高启安
林萌森 曹小珏 黄廷荣 彭国贤 茅盘松
臧觉民 余和五 严晓华

责任编辑 许顺生

致 读 者

社会主义的根本任务是发展生产力，而社会生产力的发展必须依靠科学技术。当今世界已进入新科技革命的时代，科学技术的进步，不仅是世界经济发展、社会进步和国家富强的决定因素、也是实现我国社会主义现代化的关键。

科技出版工作肩负着促进科技进步，推动科学技术转化为生产力的历史使命。为了更好地贯彻党中央提出的“把经济建设转到依靠科技的进步和提高劳动者素质的轨道上来”的战略决策，进一步落实中共江苏省委、江苏省人民政府作出的“科技兴省”的决定，江苏科学技术出版社于1988年倡议筹建江苏科技著作出版基金。在江苏省人民政府、省委宣传部、省科委、省新闻出版局负责同志和有关单位的大力支持下，经省政府批准，由江苏省科学技术委员会、省出版总社和江苏科学技术出版社共同筹集，于1990年正式建立了“江苏省金陵科技著作出版基金”，用作支持自然科学范围内的符合条件的优秀科技著作的出版补助。

我们希望江苏省金陵科技基金的建立，能为优秀科技著作在江苏省及时出版创造条件，以通过出版工作这一“中介”，充分发挥科学技术作为第一生产力的作用，更好地为我国社会主义现代化建设和“科技兴省”服务；并能带动我省科技图书提高质量，促进科技出版事业的发展 and 繁荣。

建立出版基金是社会主义出版工作在改革中出现的新生事物，期待得到各方面给予热情扶持，在实践中不断总结经验，使它逐步壮大和完善。更希望通过各种途径扩大这一基金，以支持更多的优秀科技著作的出版。

这次获得江苏省金陵科技著作出版基金补助的科技著作的顺利问世，还得到江苏联合信托投资公司的赞助和参加评审工作的教授、专家的大力支持，特此表示衷心感谢！

江苏省金陵科技著作出版基金管理委员会

1990年10月

前 言

电子技术是新技术革命的前沿,门类繁多,发展迅速,在国民经济中处于十分重要的地位。科学技术的发展和电子技术在多个领域里日益广泛的应用,对电子元器件提出愈来愈高的要求。电子元器件是电子设备和系统的核心。电子工程师们无论是设计多种电子仪器,或者是设计各种电子系统,包括设计当代最先进的计算机控制系统都必须选择适当的电子元器件,以提高电子仪器或系统的性能价格比,甚至在编制计算机软件时也要考虑构成系统的硬件环境。因此,在本书中我们以电子元器件为纲,围绕其基本原理性能、型号分类、技术指标、应用实例,并以众多的数据表格兼顾手册的特点,编写成这本《电子工程师技术手册》。我们希望本书能对从事电子技术各个领域工作的工程师们或者对高等学校电子类和电气类的师生们以及相应企事业的领导和管理人员有所帮助。

本书突出“广”和“新”。其内容既包括了一般电子工程师们常用的元件、晶体管、各种模拟集成电路和数字集成电路,以及计算机微处理器和它的外围芯片,也包括了一些特殊的元器件,如电力半导体器件与执行器件、摄像与显示器件、敏感与传感器件以及固态微波器件,内容之广是目前国内外其他电子工程手册和元器件大全所不及。而且,在各篇章中摒弃了已被淘汰的元器件,在常用元器件的基础上增添了大量国内外最新采用的元器件,还指明了各种元器件的发展趋势。最后,又另辟一篇新颖电子器件,介绍超导、超晶格、高低温、智能、微电路、神经网络,以及光运算和砷化镓等方面的最新器件。本书全面地反映了80年代末国内外电子元器件方面的先进水平。

本书承蒙中国华晶电子集团公司总工程师许居衍教授级高级工程师、上海师范大学前校长朱鸿鸷教授、东南大学微电子中心主任童勤义教授担任主审,扬州工学院院长刘炳坤教授、华晶电子集团副总经理蒋守雷高级工程师、东南大学电子工程系徐淦卿教授、江苏军区变流器厂总工程师何绍福高级工程师担任副主审。参加审稿的还有孙龙祥教授级高级工程师、沙秉政副教授、林海宝高级工程师、朱礼华高级工程师、傅正建高级工程师、余宏达高级工程师、张华宗副教授、周泰教授和郭云枫副研究员等。他们在审稿过程中提出了不少宝贵意见,付出了辛勤的劳动,在此表示由衷的感谢。

在本书编写过程中,中国华晶电子集团公司、东南大学、南京师范大学、机电部五十五所、机电部三十八所、合肥工业大学、上海师范大学、山东曲阜师范大学、扬州工学院、上海中新电子技术公司等单位和领导给予大力支持和热情帮助,在此一并表示感谢。

本书除编委会成员参加编写外,还有谢世健、缪明才、孙其昌、赵明山、易茂祥、周延怀等同志也参加了部分篇章的编写工作。

由于本书涉及面广,参加编写的同志较多,加之经验不足,恳请读者对书中错误、缺点提出宝贵批评。

《电子工程师技术手册》编委会

1992.12月于南京

目 录

第I篇 元 件

第一章 电阻器和电位器	I-001	一、小型化	I-046
§ 1.1.1 电阻器概述	I-001	二、片状化	I-046
一、电阻器的分类	I-001	三、组合化	I-047
二、电阻器的识别	I-002	第二章 电容器	I-048
三、电阻器的主要特性参数	I-004	§ 1.2.1 概述	I-048
§ 1.1.2 电阻器	I-007	一、电容器分类	I-048
一、实芯碳质电阻器	I-007	二、电容器的识别	I-050
二、线绕电阻器	I-007	三、电容器的主要特性参数	I-052
三、薄膜电阻器	I-007	§ 1.2.2 各种电容器	I-055
四、电阻器系列	I-009	一、有机介质电容器	I-055
§ 1.1.3 新型电阻器和电阻器发展		二、无机介质电容器	I-058
动态	I-020	三、电解电容器	I-059
一、熔断电阻器	I-020	四、可变电容器	I-062
二、敏感电阻器	I-021	五、微调电容器	I-062
三、片状电阻器	I-021	六、电容器系列	I-063
四、电阻网络	I-023	§ 1.2.3 新型电容器和电容器发展	
五、电阻器的发展动态	I-023	动态	I-091
§ 1.1.4 电位器概述	I-024	一、片状电容器	I-091
一、电位器的分类	I-024	二、独石电容器	I-092
二、电位器的型号命名	I-024	三、双电层铝电解电容器	I-093
三、电位器的主要特性参数	I-025	四、电容器的发展动态	I-094
§ 1.1.5 各种电位器	I-027	第三章 厚、薄膜混合集成电路	I-095
一、线绕电位器	I-027	§ 1.3.1 厚、薄膜混合集成电路中	
二、合成碳膜电位器	I-027	的元件	I-095
三、有机实芯电位器	I-028	一、厚、薄膜混合集成电路概述	I-095
四、金属膜电位器	I-028	二、薄膜元件	I-095
五、金属玻璃釉电位器	I-028	三、厚膜元件	I-104
六、导电塑料电位器	I-029	四、厚、薄膜混合集成电路的外贴元器	
七、带开关电位器	I-029	件	I-110
八、预调式电位器	I-031	§ 1.3.2 混合集成电路应用举例	I-112
九、直滑式电位器	I-032	一、混合集成电路在功率放大器中的应	
十、双连电位器	I-032	用	I-112
十一、无触点电位器	I-033	二、混合集成电路在功率驱动器中的应	
十二、电位器系列	I-033	用	I-116
§ 1.1.6 电位器发展动态	I-046	三、混合集成电路在稳压电源中的应	

用	I-121	二、各种磁头	I-227
四、混合集成电路在运算放大器中的应 用	I-122	三、录音机磁头系列	I-230
五、混合集成电路在发光二极管驱动电 路中的应用	I-123	第五章 新型电声器件和电声器件的 发展动态	I-242
六、混合集成电路在 D/A 和 A/D 中的 应用	I-125	§ 1.5.1 扬声器的发展动态	I-242
§ 1.3.3 厚、薄膜集成电路的发展 动态	I-126	§ 1.5.2 耳机发展动态	I-244
一、设计思想的新创新	I-126	§ 1.5.3 传声器的发展动态和新型 传声器	I-224
二、厚膜电路发展动向	I-127	§ 1.5.4 声频技术发展动态	I-247
三、薄膜电路发展动向	I-127	§ 1.5.5 电视唱片和 CD (激光) 唱 片	I-249
四、混合集成电路的技术趋势	I-128	一、电视唱片	I-249
第四章 电声器件	I-130	二、CD (激光) 唱片	I-252
§ 1.4.1 扬声器	I-131	§ 1.5.6 录像磁带	I-255
一、概述	I-131	一、录像磁带的种类和应用	I-255
二、各种扬声器	I-134	二、录像磁带的结构和特性	I-255
§ 1.4.2 扬声器系统和扬声器箱	I-147	三、录像磁带的使用	I-256
一、扬声器箱的结构类型	I-147	四、各种录像磁带系列	I-258
二、组合扬声器的分频器	I-150	§ 1.5.7 录像机磁头	I-265
三、扬声器系统概述	I-154	一、录像磁头的特点	I-265
四、扬声器系统和组合音箱系列	I-156	二、视频磁头组件	I-265
§ 1.4.3 立体声耳机	I-174	第六章 电感线圈和变压器	I-269
一、概述	I-174	§ 1.6.1 电感线圈	I-269
二、立体声耳机系列	I-175	一、概述	I-269
§ 1.4.4 传声器	I-180	二、常用线圈	I-271
一、概述	I-180	三、线圈电感量的计算	I-275
二、各种传声器	I-183	§ 1.6.2 变压器	I-276
§ 1.4.5 拾音器	I-194	一、概 述	I-276
一、概述	I-194	二、电源变压器	I-279
二、立体声拾音器	I-194	三、音频变压器	I-281
三、几种名牌立体声拾音器的特性	I-196	四、中频变压器	I-283
§ 1.4.6 磁带	I-200	五、脉冰变压器	I-285
一、概述	I-200	§ 1.6.3 线圈、变压器的发展动态 及其新型元件	I-289
二、各种磁带	I-207	一、线圈和变压器的发展动态	I-289
三、磁带系列	I-210	二、片状电感线圈	I-291
§ 1.4.7 磁头	I-224	三、陶瓷滤波器	I-292
一、概述	I-224	四、声表面波滤波器 (SAW)	I-293
		§ 1.6.4 线圈和变压器系列	I-295

第 II 篇 半导体分立器件

第一章 基本知识	II-001	二、锗检波二极管的参数规范表	II-044
§ 2.1.1 国内外半导体分立器件型 号命名方法	II-001	§ 2.2.6 稳压二极管	II-046
一、中国半导体器件型号命名法	II-001	一、稳压二极管的特性参数	II-047
二、日本半导体分立器件型号命名法	II-002	二、稳压管的应用与参数表	II-048
三、美国半导体分立器件型号命名法	II-004	§ 2.2.7 开关二极管	II-055
四、国际电子联合会半导体器件型号命 名法	II-005	一、开关二极管的反向恢复时间	II-055
五、欧洲早期半导体分立器件型号命名 法	II-007	二、电荷贮存效应	II-056
六、苏联半导体器件型号命名法	II-007	三、开关二极管的参数规范表	II-057
七、制造厂家半导体器件专用型号命名 法	II-011	§ 2.2.8 硅稳压二极管	II-060
§ 2.1.2 半导体二极管参数符号及 其意义	II-013	一、硅稳压二极管的原理和特性	II-060
§ 2.1.3 双极型晶体管参数符号意 义	II-016	二、稳压管的特性参数	II-060
§ 2.1.4 场效应管参数符号意义 ..	II-018	三、稳压管的应用	II-066
第二章 晶体二极管	II-020	§ 2.2.9 单结晶体管	II-067
§ 2.2.1 pn 结	II-020	一、单结晶体管的工作原理	II-067
一、平衡 pn 结	II-020	二、单结晶体管的主要参数	II-068
二、非平衡 pn 结的能带图	II-023	三、单结晶体管的应用	II-069
§ 2.2.2 pn 结特性参数	II-024	四、可调单结晶体管	II-071
一、pn 结直流伏-安特性	II-024	五、单结晶体管和可调单结晶体管参数 规范	II-073
二、pn 结势垒电容	II-027	第三章 低频小功率晶体管	II-075
三、pn 结扩散电容和交流特性	II-028	§ 2.3.1 晶体三极管基础知识	II-075
四、pn 结的击穿特性	II-029	一、三极管的基本特点、原理结构及符 号	II-075
五、pn 结的温度特性	II-031	二、晶体管的内部结构	II-075
§ 2.2.3 晶体二极管的分类	II-032	§ 2.3.2 晶体三极管的工作原理 ..	II-077
一、根据制造工艺和结构分类	II-032	一、晶体管的能带图和电流传输机构	II-077
二、根据用途分类	II-033	二、晶体管的放大作用	II-079
三、根据半导体材料分类	II-034	三、均匀基区晶体管的电流增益	II-080
§ 2.2.4 硅整流器件	II-034	四、缓变基区晶体管的电流增益	II-081
一、硅整流二极管	II-034	§ 2.3.3 晶体管的反向电流和击穿 电压	II-082
二、硅雪崩整流器件	II-039	一、晶体管的反向电流	II-082
三、快速恢复硅整流二极管	II-039	二、晶体管的击穿电压	II-083
四、整流电路	II-043	§ 2.3.4 晶体管的特性曲线	II-085
§ 2.2.5 锗检波二极管	II-044	一、共基极特性曲线	II-085
一、检波二极管的主要参数	II-044	二、共发射极特性曲线	II-087
		§ 2.3.5 晶体管的交流参数	II-089
		一、交流电流放大系数	II-089
		二、晶体管频率特性参数	II-090

§ 2.3.6 晶体管的极限参数	II-091	二、低噪声晶体管的结构及其设计特点	II-126
一、最高允许结温	II-091	§ 2.7.3 低噪声晶体管的应用	II-126
二、集电极最大允许耗散功率	II-092	第八章 绝缘栅场效应晶体管	II-132
三、集电极最大允许电流	II-092	§ 2.8.1 场效应晶体管的分类、特点	II-132
§ 2.3.7 晶体三极管的参数规范表	II-092	§ 2.8.2 MOS 晶体管工作原理和输出特性	II-133
第四章 高频和超高频晶体管	II-099	§ 2.8.3 MOS 晶体管的参数及其规范	II-136
§ 2.4.1 晶体管的频率特性	II-099	§ 2.8.4 特种场效应晶体管	II-139
一、高频时晶体管电流放大系数下降的原因	II-099	§ 2.8.5 MOS 场效应晶体管的应用	II-139
二、均匀基区晶体管的高频 Y 参数	II-100	第九章 结型场效应晶体管	II-142
三、均匀基区晶体管的等效电路	II-101	§ 2.9.1 结型场效应管的原理和特性	II-142
§ 2.4.2 高频和超高频晶体管参数规范表	II-103	§ 2.9.2 JFET 的主要参数及其规范	II-143
§ 2.4.3 高频和超高频晶体管的应用	II-103	§ 2.9.3 JFET 的典型结构	II-144
第五章 功率晶体管	II-117	§ 2.9.4 结型场效应晶体管的应用	II-147
第六章 开关晶体管	II-118	一、结型场效应晶体管使用注意事项及其符号	II-147
§ 2.6.1 晶体管的开关特性	II-118	二、JFET 应用示例	II-147
§ 2.6.2 开关晶体管的参数及其规范表	II-119	第十章 晶体管的置换	II-150
§ 2.6.3 开关晶体管的应用	II-122	一、中外晶体管的置换原则和注意事项	II-150
第七章 低噪声晶体管	II-124	二、中外晶体管置换参考表	II-150
§ 2.7.1 晶体管的噪声特性	II-124	三、部分中外晶体管型号对照表	II-151
一、晶体管的噪声源	II-124		
二、晶体管的噪声系数	II-125		
§ 2.7.2 低噪声晶体管结构特点与参数规范	II-126		
一、超高频低噪声管的参数指标	II-126		

第 III 篇 电力半导体器件与执行器件

第一章 整流管	III-001	第二章 晶闸管	III-013
§ 3.1.1 整流管的工作原理与特性	III-001	§ 3.2.1 普通晶闸管的工作原理与特性	III-013
一、pn 结大注入效应	III-001	一、阻断特性	III-013
二、电导调制效应	III-002	二、门极特性	III-014
三、肖特基整流管的伏安特性	III-002	三、通态特性	III-016
§ 3.1.2 整流管的基本结构与类型	III-002	四、动态特性	III-018
一、整流管的基本结构	III-002	§ 3.2.2 双向晶闸管的工作原理与特性	III-020
二、整流管的分类	III-003	一、双向晶闸管的四种触发方式	III-020

二、双向晶闸管的主要电参数	III-021
三、用 JT-1 型图示仪测量双向晶闸管的主要电参数	III-023
§ 3.2.3 可关断晶闸管(GTO)的工作原理与特性	III-024
一、GTO 的导通和关断机理	III-025
二、GTO 的主要电参数	III-026
三、GTO 的使用注意事项	III-027
§ 3.2.4 逆导晶闸管的工作原理与特性	III-027
一、逆导晶闸管的结构特点	III-028
二、逆导晶闸管的特性	III-028
三、逆导晶闸管的主要电参数	III-029
§ 3.2.5 触发器件和触发器集成电路	III-029
一、可编程单结晶体管(PUT)的工作原理与基本特性	III-029
二、双向触发二极管(DIAC)的工作原理与基本特性	III-031
三、硅单向开关(SUS)的工作原理与基本特性	III-032
四、硅双向开关(SBS)的工作原理与基本特性	III-033
五、交流用硅二极管(SIDAC)的工作原理与基本特性	III-033
六、触发器集成电路	III-040
§ 3.2.6 晶闸管主要产品技术参数	III-055
§ 3.2.7 晶闸管的应用特点和应用举例	III-077
一、可关断晶闸管的典型应用	III-077
二、逆导晶闸管的应用特点和典型应用	III-078
三、电力半导体器件用散热器	III-079
第三章 功率晶体管	III-089
§ 3.3.1 功率双极晶体管	III-089
§ 3.3.2 功率 MOS 场效应晶体管(功率 MOSFET)	III-094
一、功率 MOSFET 的结构和功率性能	III-095
二、功率 MOSFET 的并联工作	III-099
三、功率 MOSFET 的串联工作	III-100
§ 3.3.3 MOS-双极复合器件	III-101
§ 3.3.4 功率晶体管主要产品技术参数	III-102
§ 3.3.5 功率晶体管的应用特点和应用举例	III-121
一、功率双极晶体管的应用特点	III-121
二、功率双极晶体管的应用举例	III-121
第四章 继电器	III-124
§ 3.4.1 继电器的工作原理和特性	III-124
一、电磁继电器的工作原理和特性	III-124
二、热敏干簧继电器的工作原理和特性	III-125
三、固态继电器(SSR)的工作原理和特性	III-125
§ 3.4.2 继电器主要产品技术参数	III-127
一、电子设备用继电器型号命名方法	III-127
二、微型直流密封电磁继电器	III-130
三、超小型和小型直流密封电磁继电器	III-133
四、T 系列热过载继电器	III-134
五、K 系列中间继电器	III-138
六、热敏干簧继电器	III-139
七、固态继电器	III-139
第五章 可编程序控制器	III-152
§ 3.5.1 PC 的硬件及其功能	III-152
一、CPU	III-152
二、存储器	III-153
三、I/O 模板	III-153
四、编程器	III-153
§ 3.5.2 PC 的软件	III-153
§ 3.5.3 PC 的基本工作原理	III-154
§ 3.5.4 PC 产品简介	III-155
一、KK 系列 PC	III-155
二、ACMY-S256 PC	III-157
三、东芝 EX 系列 PC	III-158
四、三菱 MELSEC F 系列 PC	III-159
五、立石电机(OMRON) PC 控制器简介	III-163
六、西门子 SIMATIC S5-U 系列 PC	III-167
第六章 步进电动机和伺服电动机	III-169
§ 3.6.1 反应式步进电动机的结构和工作原理	III-169

§ 3.6.2 永磁式步进电动机的结构和 工作原理	III-170	§ 3.6.5 直流伺服电动机的结构和 工作原理	III-172
§ 3.6.3 永磁感应子式步进电动机 的结构和工作原理	III-171	§ 3.6.6 步进电动机和伺服电动机 的主要产品技术参数	III-172
§ 3.6.4 交流伺服电动机的结构和 工作原理	III-172	一、步进电动机	III-172
		二、伺服电动机	III-176

188

第 IV 篇 光 电 器 件

第一章 光电二极管	IV-001	第三章 光电池	IV-020
§ 4.1.1 光电二极管的结构和工作 原理	IV-001	§ 4.3.1 硅光电池的结构和工作 原理	IV-020
一、pn 结型光电二极管	IV-001	§ 4.3.2 光电池的特性和参数	IV-021
二、pin 结型光电二极管	IV-002	一、电压-电流特性	IV-021
三、雪崩型光电二极管	IV-003	二、转换效率	IV-022
四、两种派生器件	IV-003	三、光谱响应特性和响应时间	IV-023
§ 4.1.2 光电二极管的特性和主要 参数	IV-004	四、温度特性	IV-023
一、伏安特性	IV-004	§ 4.3.3 光电池在实际中的应用	IV-023
二、光谱响应特性	IV-005	第四章 光控晶闸管	IV-030
三、指向特性	IV-005	§ 4.4.1 结构和工作原理	IV-030
四、最高工作电压 U_{max}	IV-005	一、小功率光控晶闸管的结构和工作原 理	IV-030
五、暗电流 I_D	IV-005	二、大功率光控晶闸管的结构和工作原 理	IV-031
六、光电流 I_L	IV-005	§ 4.4.2 光控晶闸管的特性和参 数	IV-032
七、光电灵敏度 S	IV-007	§ 4.4.3 光控晶闸管的应用	IV-033
八、响应时间 τ	IV-007	一、使用中应注意的问题	IV-033
九、波长范围(光谱响应范围)	IV-007	二、应用实例	IV-034
§ 4.1.3 光电二极管的实际应用电 路	IV-007	第五章 光敏电阻	IV-037
一、使用光电二极管时应注意的问题	IV-007	§ 4.5.1 光敏电阻的结构和工作原 理	IV-037
二、几种实际应用电路	IV-008	一、光敏电阻的结构	IV-037
第二章 光电三极管	IV-010	二、光敏电阻的工作原理	IV-038
§ 4.2.1 光电三极管的结构和工作 原理	IV-010	三、几种派生器件	IV-038
一、结构和工作原理	IV-010	§ 4.5.2 光敏电阻的特性和参数	IV-040
二、光电三极管的三种类型	IV-010	一、光谱特性	IV-040
§ 4.2.2 光电三极管的特性和主要 参数	IV-011	二、照度特性	IV-041
§ 4.2.3 实际应用电路	IV-013	三、响应特性	IV-041
一、光电三极管使用注意事项	IV-013	四、温度特性	IV-042
二、应用电路	IV-015	五、最高工作电压和允许耗散功率	IV-042

六、光电阻和暗电阻·····	IV-042	四、其他固体激光器·····	IV-083
§ 4.5.3 光敏电阻的实际应用·····	IV-043	§ 4.8.4 半导体激光器·····	IV-084
一、使用注意事项·····	IV-044	一、半导体激光器的基本结构·····	IV-085
二、应用实例·····	IV-044	二、半导体激光器的工作机理·····	IV-085
第六章 发光二极管 ·····	IV-047	三、几种典型半导体激光器·····	IV-086
§ 4.6.1 发光二极管的结构和工作		§ 4.8.5 染料激光器·····	IV-091
原理·····	IV-047	一、染料的激光机理·····	IV-091
一、发光二极管的结构、外形和种类·····	IV-047	二、染料激光器的结构特征及输出特	
二、发光二极管的发光原理·····	IV-048	性·····	IV-092
§ 4.6.2 发光二极管的特性和参		§ 4.8.6 其他激光器·····	IV-093
数·····	IV-050	一、自由电子激光器·····	IV-093
一、主要电学参数·····	IV-051	二、化学激光器·····	IV-094
二、主要光学参数·····	IV-051	三、无机液体激光器·····	IV-094
三、热学参数·····	IV-054	§ 4.8.7 激光的若干应用简介·····	IV-094
§ 4.6.3 发光二极管的实际应用·····	IV-054	一、激光在精密测量中的应用·····	IV-094
一、使用时应注意的事项·····	IV-054	二、激光全息·····	IV-096
二、发光二极管的驱动电路·····	IV-054	三、激光通信·····	IV-096
三、应用实例·····	IV-056	四、激光在物理学中的应用·····	IV-097
第七章 光电耦合器 ·····	IV-059	五、激光在工业生产及其他方面的应	
§ 4.7.1 光电耦合器的结构·····	IV-059	用·····	IV-097
一、光隔离器的结构和组合方式·····	IV-059	第九章 光波导器件 ·····	IV-099
二、光传感器的结构·····	IV-060	§ 4.9.1 薄膜光波导·····	IV-099
§ 4.7.2 光电耦合器的主要参数·····	IV-061	一、薄膜光波导的结构形式·····	IV-099
一、输入参数·····	IV-061	二、波导的模式·····	IV-101
二、输出参数·····	IV-061	§ 4.9.2 波导耦合器·····	IV-102
三、传输参数·····	IV-062	一、外耦合型波导耦合器·····	IV-103
§ 4.7.3 光电耦合器的实际应用·····	IV-062	二、内耦合型波导耦合器·····	IV-104
第八章 激光器 ·····	IV-067	§ 4.9.3 波导调制器·····	IV-104
§ 4.8.1 激光器的基本原理·····	IV-067	一、波导电光调制器·····	IV-105
一、爱因斯坦系数·····	IV-067	二、波导声光调制器·····	IV-106
二、光的受激辐射放大与粒子数反转·····	IV-069	三、其他形式的波导调制器·····	IV-107
三、激活介质的增益特性与自激振荡·····	IV-070	§ 4.9.4 波导激光器·····	IV-107
四、光学谐振腔·····	IV-071	一、分布反馈波导激光器·····	IV-107
五、激光器的工作过程与分类·····	IV-073	二、分布布拉格反射式波导激光器·····	IV-107
§ 4.8.2 气体激光器·····	IV-074	三、解理面腔式集成激光器·····	IV-108
一、氦-氖激光器·····	IV-074	§ 4.9.5 波导光电探测器·····	IV-108
二、二氧化碳激光器·····	IV-075	一、掺杂型波导光电探测器·····	IV-108
三、氩离子激光器·····	IV-079	二、外延型波导光电探测器·····	IV-109
四、其他气体激光器·····	IV-080	三、质子轰击型波导光电探测器·····	IV-109
§ 4.8.3 固体激光器·····	IV-082	四、电吸收波导光电探测器·····	IV-109
一、红宝石激光器·····	IV-082	五、混合集成波导光电探测器·····	IV-109
二、钕玻璃激光器·····	IV-083	§ 4.9.6 波导器件应用简介·····	IV-110
三、掺钕钇铝石榴石激光器·····	IV-083	一、波长复用集成光源·····	IV-110

二、开关网络	IV-110	三、红外光电探测器	IV-118
三、集成光学频谱分析器	IV-110	四、其他形式的红外探测器	IV-122
四、集成声光卷积器和相关器	IV-111	§ 4.10.3 红外成像器件	IV-123
五、其他应用	IV-111	一、红外变像管	IV-123
第十章 红外器件	IV-112	二、红外摄像管	IV-123
§ 4.10.1 红外光源	IV-112	三、红外电荷耦合成像器件	IV-124
一、热辐射型红外光源	IV-112	§ 4.10.4 红外器件应用简介	IV-125
二、气体放电型红外光源	IV-113	一、红外加热	IV-125
三、混合辐射源	IV-114	二、红外测温	IV-125
四、二极管红外光源	IV-114	三、红外自动报警和导引	IV-126
五、红外激光器	IV-114	四、红外夜视及热成像	IV-127
§ 4.10.2 红外探测器	IV-114	五、红外光谱学	IV-127
一、红外探测器的特点和性能参数	IV-115	六、红外器件在光通信中的应用	IV-128
二、红外热探测器	IV-116		

第 V 篇 摄像与显示器件

第一章 概论	V-001	三、变像管的种类	V-042
§ 5.1.1 摄像与显示的意义	V-001	四、像增强器	V-046
§ 5.1.2 摄像与显示器件的分类	V-003	五、各类微光摄像管的比较	V-047
§ 5.1.3 摄像与显示器件的命名		§ 5.2.5 特种摄像管	V-047
方法	V-005	一、热释电红外摄像管	V-047
第二章 摄像器件	V-011	二、单管彩色摄像管	V-051
§ 5.2.1 摄像器件的参数	V-011	三、聚焦投射扫描(FPS)视像管	V-056
一、分辨率	V-011	§ 5.2.6 扫描转换管	V-058
二、惰性	V-013	一、硅靶扫描转换管	V-059
三、光电转换特性和灰度	V-015	二、单枪扫描转换管	V-061
四、动态范围	V-015	§ 5.2.7 固体摄像器件	V-062
五、光谱响应	V-016	一、CCD 结构和工作原理	V-062
六、信噪比	V-016	二、固体摄像器件的种类	V-064
§ 5.2.2 光导型摄像管	V-017	第三章 显示器件	V-069
一、光导型摄像管的结构和原理	V-017	§ 5.3.1 显示器件的基本参数	V-069
二、摄像管的电子光学系统	V-018	一、光度学参数	V-069
三、光电导靶面	V-023	二、视觉参数	V-070
§ 5.2.3 光电发射型摄像管	V-032	三、工程参数	V-071
一、光电阴极	V-032	§ 5.3.2 电子束显示器件	V-072
二、超正摄像管	V-034	一、黑白显像管	V-072
三、二次电子导电(SEC)摄像管	V-035	二、彩色显像管	V-074
四、增强硅靶管	V-037	三、示波管	V-077
§ 5.2.4 变像管与像增强管	V-039	§ 5.3.3 平板显示器件	V-082
一、变像管的基本结构和原理	V-039	一、液晶显示	V-082
二、光学纤维面板和微通道板	V-040	二、等离子体显示	V-090

三、发光二极管显示	V-094
四、真空荧光显示	V-096

五、电致发光显示	V-097
----------	-------

第 VI 篇 敏感元件与传感器

第一章 概 论	VI-001
§ 6.1.1 传感器在科学技术中的地位	VI-001
§ 6.1.2 传感器与敏感功能材料的分类	VI-004
§ 6.1.3 对传感器与敏感材料的性能要求	VI-006
§ 6.1.4 传感器的发展动向	VI-006
第二章 力学量传感器	VI-009
§ 6.2.1 概述	VI-009
§ 6.2.2 半导体力敏器件原理	VI-009
§ 6.2.3 力学量传感器的分类	VI-010
§ 6.2.4 应变式传感器	VI-010
§ 6.2.5 硅压力传感器	VI-017
一、压阻型硅压力传感器	VI-018
二、电容式硅压力传感器	VI-018
§ 6.2.6 压电式压力传感器	VI-022
§ 6.2.7 压力传感器的应用	VI-025
第三章 声学传感器	VI-029
§ 6.3.1 压电陶瓷的压电特性	VI-029
§ 6.3.2 聚偏氟乙烯(PVDF)的压电特性	VI-032
§ 6.3.3 压电材料-氧化物-半导体场效应晶体管(POSFET)的结构与原理	VI-033
§ 6.3.4 声学传感器的应用	VI-034
第四章 温度传感器	VI-039
§ 6.4.1 温度传感器的分类	VI-039
§ 6.4.2 热敏电阻	VI-040
§ 6.4.3 薄膜型热敏电阻器	VI-045
一、SiC 薄膜热敏电阻器及温度传感器	VI-045
二、镍薄膜温度传感器	VI-047
§ 6.4.4 有机热敏电阻器	VI-048
§ 6.4.5 pn 结温度传感器	VI-049

§ 6.4.6 热敏闸流晶体管	VI-052
§ 6.4.7 温度传感器的应用	VI-053
第五章 磁传感器	VI-055
§ 6.5.1 半导体的霍尔效应	VI-055
§ 6.5.2 霍尔元件的电学磁学特性	VI-055
§ 6.5.3 霍尔元件的温度特性及补偿方法	VI-058
§ 6.5.4 霍尔 MOSFET	VI-059
§ 6.5.5 霍尔集成电路	VI-060
一、双极型硅霍尔集成电路	VI-060
二、MOS 霍尔集成电路	VI-062
§ 6.5.6 磁阻元件	VI-062
§ 6.5.7 磁敏二极管	VI-063
§ 6.5.8 磁敏晶体管	VI-066
§ 6.5.9 磁敏元件的应用	VI-068
第六章 光传感器	VI-070
§ 6.6.1 光传感器的种类	VI-070
一、外光电效应器件	VI-070
二、内光电效应器件	VI-070
§ 6.6.2 电真空光敏器件	VI-070
一、光电子发射与二次电子发射	VI-070
二、光电管	VI-071
三、光电倍增管	VI-073
§ 6.6.3 半导体光敏器件(略, 参阅第 IV 篇)	VI-079
§ 6.6.4 红外光探测器(略, 参阅第 IV 篇)	VI-079
§ 6.6.5 半导体色敏器件	VI-079
§ 6.6.6 半导体光照位置传感器	VI-083
§ 6.6.7 光传感器的应用	VI-088
第七章 射线探测器	VI-092
§ 6.7.1 半导体射线探测器	VI-092
§ 6.7.2 充气电离式射线探测器	VI-100
§ 6.7.3 其他射线探测器	VI-103

一、闪烁计数管	VI-103	述	VI-159
二、中子探测器	VI-105	§ 6.10.2 电解质湿敏传感器	VI-160
§ 6.7.4 射线探测器的应用	VI-106	一、LiCl 湿敏元件	VI-160
第八章 光纤传感器	VI-109	二、固体高分子电解质湿敏元件	VI-162
§ 6.8.1 光纤波导概述	VI-109	§ 6.10.3 介电高分子湿敏传感 器	VI-164
§ 6.8.2 固态光纤光源(略, 参阅 第 IV 篇)	VI-109	一、电阻式湿敏元件	VI-164
§ 6.8.3 光探测器(略, 参阅第 IV 篇)	VI-109	二、电容式湿敏元件	VI-165
§ 6.8.4 光纤传感器的分类和特 点	VI-109	§ 6.10.4 金属氧化物湿敏传感 器	VI-166
§ 6.8.5 传光型光纤传感器	VI-110	一、金属氧化物膜湿敏元件	VI-166
一、传光型光纤传感器的基本类型	VI-110	二、金属氧化物陶瓷湿敏元件	VI-169
二、传光型光纤传感器的应用领域	VI-110	§ 6.10.5 元素半导体湿敏传感 器	VI-174
§ 6.8.6 光强调制型光纤传感器	VI-118	一、锗、硒薄膜湿敏元件	VI-174
一、多模光纤微弯传感器	VI-118	二、硅烧结型湿敏元件	VI-174
二、放射线导致色心传感器	VI-119	§ 6.10.6 热敏电阻式湿敏传感 器	VI-175
§ 6.8.7 相位调制型光纤传感器	VI-119	§ 6.10.7 红外线吸收式湿敏传感 器	VI-176
§ 6.8.8 偏振调制型光纤传感器	VI-124	§ 6.10.8 微波吸收式湿敏传感 器	VI-176
一、光纤温度传感器	VI-124	§ 6.10.9 压电式湿敏传感器	VI-177
二、光纤电压传感器	VI-124	§ 6.10.10 湿敏传感器的应用	VI-177
§ 6.8.9 光纤传感器的应用与发 展	VI-124	第十一章 离子传感器	VI-181
第九章 气敏传感器	VI-127	§ 6.11.1 概述	VI-181
§ 6.9.1 概述	VI-127	§ 6.11.2 离子选择电极式离子传 感器	VI-182
§ 6.9.2 半导体气敏传感器	VI-128	§ 6.11.3 ISFET 式离子传感器	VI-185
一、电阻式气敏元件	VI-128	一、ISFET 的构成原理及应用测定 电路	VI-185
二、非电阻式气敏传感器	VI-142	二、ISFET 的主要类别及典型构造	VI-186
§ 6.9.3 电解质(电化式)气敏传 感器	VI-145	三、各种 ISFET 的特性	VI-186
一、液体电解质气敏传感器	VI-145	四、ISFET 的进展	VI-188
二、固体电解质气敏传感器	VI-148	五、ISFET 的应用	VI-189
§ 6.9.4 接触燃烧式气敏传感器	VI-151	第十二章 生物传感器	VI-192
§ 6.9.5 热导率变化式气敏传感 器	VI-152	§ 6.12.1 概述	VI-192
§ 6.9.6 红外线吸收式气敏传感 器	VI-153	§ 6.12.2 电极式生物传感器	VI-193
§ 6.9.7 压电式气敏传感器	VI-154	一、酶传感器	VI-193
§ 6.9.8 气敏传感器的应用	VI-155	二、微生物传感器	VI-195
第十章 湿敏传感器	VI-159	三、免疫传感器	VI-196
§ 6.10.1 湿度及湿敏传感器概			