

电机工程
手册

73.21073
210.1
:2

电机工程手册

第2卷 电工材料

机械工程手册
电机工程手册 编辑委员会

310528/51



第7篇 绝缘材料

主编单位:

桂林电器科学研究所

编写单位:

哈尔滨绝缘材料厂

西安绝缘材料厂

上海电缆研究所

西安交通大学

广州电器科学研究所

东方绝缘材料厂

西安高压电器研究所

主 编:

张 林

编 写 人:

袁明珍 戴佑复 苏翠华

金振荣 徐 乙 孙桂荣

张世杰 王举俭 刘日华

许曼立 刘耀南

本卷包括绝缘材料、磁性材料、导电金属及电磁线、电磁制品、半导体材料、超导电材料、特种电工材料等七篇。根据正确选用和使用电工材料的需要,本卷重点介绍上述各类电工材料的组成、基本特性与有关的机理、应用范围,并提示正确选用和使用的注意事项等。

电机工程手册

第2卷 电工材料

机械工程手册
电机工程手册
编辑委员会编

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)
(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

上海商务印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16·印张 29·插页 2·字数 837 千字
1982 年 6 月上海第一版·1982 年 6 月上海第一次印刷
印数 00,001--21,300·定价 4.20 元

*

统一书号: 15033·4687

编辑委员会

主任委员: 沈 鸿

副主任委员: 周建南 汪道涵 张 维 史洪志

委员(按姓氏笔划为序): 叶 铮 孙 琪 许力以 张 影
张大奇 陈文全 陈元直 寿尔康 金实莲 施泽均 俞宗瑞
陶亨咸 翁迪民 章洪深 曹维廉 程 光

《电机工程手册》特约编辑

(按姓氏笔划为序)

于志璇	方大中	方福林	王众托	王祖泽	支秉彝	龙汉河	叶自仪
叶仰尧	冯勤为	刘 豹	刘大椿	刘绍峻	传 凯	朱仁堪	朱春甲
许连义	汤明奇	吕勇哉	阮善先	肖 心	陈 熙	陈来九	沈从龙
张弘夏	张明勋	张朝汉	邹时琪	邹康宏	吴维正	吴履梯	严筱钧
孟庆元	周仲民	周茂祥	周鸿昌	林金铭	郝立至	祝宗寿	顾心民
殷元章	殷向午	贾自亮	郭志坚	唐宝乾	梅贤豪	黄祖干	葛和林
褚应璜	樊 虎	霍梓荣					

《电机工程手册》编辑及编辑组负责人

(按姓氏笔划为序)

马健华	王 达	王力中	王志森	王良楣	王树勋	刘 镇	刘向亭
邓子静	邓昆甫	孙流芳	吕敏戌	汤镛之	陈文全	陈元直	闵君一
沈宝书	余果慈	陆鸣嘉	吴雪莹	罗命钧	施泽均	俞宗瑞	姚洪朴
海 靖	高庆荣	高振鸾	顾谷同	钱寿福	鲁学平	谢 健	雷 引
颜明志							

36741

序

期望已久的《机械工程手册》和《电机工程手册》终于分卷合订成册,正式出版了。这是对我国机电工程科学技术领域的一个贡献。两部手册的编写队伍,由国内有专长、有经验的学者、专家所组成。这两部手册扼要地总结了我国机电工程各主要方面的科学技术成就,同时也吸收了一些国外的成熟经验。聚沙成塔,集腋成裘。名为手册,实则巨著。

读书不易,写书颇难,写工具书更难,写综合性工具书可谓难中之难。为了编好两部“立足全局,勾划概貌,反映共性,突出重点”,而又全面的、完整的、彼此协调的手册,同志们做了很大努力,从无到有,诸事草创,困难重重,艰辛备尝。恰似唐朝韩愈所说的:“贪多务得,细大不捐。焚膏油以继晷,恒兀兀以穷年。”值此合订本出版之际,我谨向各主编单位、各编写单位和印刷出版单位,向数以千计的全体编审同志,向遍及全国的为两部手册提供资料和其他方便条件的单位和同志们,表示衷心的感谢。

两部手册的第一版,现在完成了。对编写者来说,已经有了成果。而对阅读手册的工厂、学校、院所、机关同志们来说,还只是两朵鲜花。在成千上万人的应用中使鲜花结成果实——发展机电工程科学技术事业,为现代化建设服务——才是更丰硕的成果。这才是我们的目的。

一般说来,工具书分两种类型:一种是综合性的,一种是专业性的。综合性的工具书从广度来说是较为全面的,从深度来说是不足的;而专业性的工具书则反之。二者各有所长,相辅相成。我们这两部手

册是综合性的工具书, 主要供从事技术工作的各类人员查阅使用。对于搞专业性技术工作的人员来说, 还可从中猎取相邻专业和其他有关专业的知识, 帮助他们从专业分工的局限性中开拓思路, 从科学技术各个环节的相互联系上, 综合地、全面地研究和解决技术问题。也唯有以渊博的科学技术知识作为基础, 才能不断创新。在编写这两部手册时, 考虑到专业手册还比较少, 而且一时又出不了那么多, 因此在内容的深度上也予以顾及, 以适当满足专业工作的需要。所以, 它的篇幅已经超过一般常见的综合性手册了。实践是检验真理的唯一标准。我们将严肃认真地听取广大读者的反映和意见, 作为评价和改进两部手册的主要依据。国外这类工具书已经有了几十年、甚至百余年的历史, 而我们则刚刚开始。现在是从无到有, 将来是精益求精。让我们在新的长征途中, 戮力同心, 再接再厉, 去完成时代赋予我们的光荣使命。

机械工程手册
电机工程手册 编辑委员会主任委员 沈 鸿

一九八二年 北京

编 辑 说 明

一、《机械工程手册》、《电机工程手册》的分卷合订工作是在试用本的基础上进行的。试用本的编写工作始于一九七三年,一九七七年以后陆续出版发行,一九八一年出齐。这次分卷合订主要做了三方面工作:一是在技术内容上做了订正;二是尽可能用已颁布的新标准取代老标准;三是按卷编制了索引。

二、《机械工程手册》包括基础理论、机械工程材料、机械设计、机械制造工艺、机械制造过程的机械化与自动化、机械产品等六个部分,共七十九篇,二千余万字,分为十四卷。《电机工程手册》包括基础理论、电工材料、电力系统与电源、电机、输变电设备、工业电气设备、仪器仪表与自动化等七个部分,共五十篇,一千余万字,分为九卷。

三、参加这两部手册编写工作的,有全国许多地区和部门的工厂、科研设计院所、高等院校,近五百个单位,作者两千余人。提供资料和参加审定稿件的单位和人员,更为广泛。各篇在编写、协调、审查、定稿等环节中,既注意发挥学者、专家的骨干作用,又注意集中群众的智慧和力量。

四、这两部手册因系初版,囿于条件,所采用的名词、术语、符号、代号以及单位制,尚有不尽统一之处。此外,内容上也有重复、遗漏、甚至错误的地方;在设计、印刷、装帧等方面也还存在一些问题。我们将通过手册的不断修订再版,逐步改进。

五、手册合订本的署名,采用单位和个人相结合的方式。各篇的主编单位、编写单位和主编、编写人均按篇署名,置于相应篇的前面。编写人的署名以其编写的章号为序。特约编辑以姓氏笔划为序,集中署于卷首。编辑(包括总编辑、副总编辑)及编辑组负责人亦按姓氏笔划为序,署于卷首。

另外,参加两部手册编写、审查、组织、协调的单位和同志还很多,恕不一一署名。

机 械 工 程 手 册
电 机 工 程 手 册 编辑委员会编辑组

常用符号表

C ——电容
 C_0 ——真空电容
 E ——电场强度
 E_b ——击穿强度
 G ——电导
 I ——电流
 I_a ——吸收电流
 I_c ——瞬时电流
 I_l ——漏导电流
 L ——电感
 P ——损耗功率
 Q ——发热量
 q ——电荷
 R ——电阻
 S ——材料发热面积
 T ——绝对温度
 t ——温度, 厚度

U ——电压
 U_b ——击穿电压
 W ——活化能
 γ ——电导率
 ϵ_0 ——真空介电系数
 ϵ_r ——相对介电系数
 ϵ'' ——损耗指数
 ϵ_∞ ——电场频率很高时介电系数
 ϵ_0 ——电场频率很低时介电系数
 λ ——导热系数
 ρ ——电阻率
 ρ_s ——表面电阻率
 ρ_v ——体积电阻率
 τ ——松弛极化时间
 ω ——电场角频率
 $\operatorname{tg} \delta$ ——介质损耗角正切

《电机工程手册》卷目

卷 次	篇 名
第1卷 基础理论	1. 常用数据和资料 2. 电工基础 3. 高电压技术 4. 电磁测量 5. 自动控制理论 6. 电工产品环境技术
第2卷 电工材料	7. 绝缘材料 8. 磁性材料 9. 导电金属及电磁线 10. 电碳制品 11. 半导体材料 12. 超导材料 13. 特种电工材料
第3卷 电力系统 与 电 源	14. 电力系统 15. 水力发电 16. 火力发电 17. 核能发电 18. 化学电源与物理电源
第4卷 电 机	19. 同步电机 20. 异步电机 21. 直流电机 22. 驱动微电机 23. 控制微电机
第5卷 输 变 电 设 备	24. 高压开关设备 25. 变压器、互感器、调压器与电抗器 26. 电线电缆 27. 绝缘子 28. 避雷器 29. 电力电容器 30. 低压电器 31. 继电器与保护装置 32. 电力半导体元件与变流器
第6卷 工业电气 设 备	33. 工矿电机车 34. 工业用电炉 35. 电焊机 36. 电动工具 37. 医用仪器及设备 38. 日用电器 39. 电气照明 40. 电气安全
第7卷 电子元器件	41. 电子元器件 42. 集成电路
第8卷 仪器仪表	43. 电工仪器仪表 44. 检测仪表 45. 显示仪表 46. 调节仪表 47. 执行器
第9卷 自动控制 系 统	48. 电力传动控制系统 49. 生产过程自动控制系统 50. 数字计算机控制系统

目 录

序 编辑说明

第7篇 绝缘材料

常用符号表

第1章 电介质的基本物理概念

1 电介质的分子结构	7-1
1.1 电介质分子的形成和化学键	7-1
1.2 电介质的极性	7-2
1.3 有机高分子电介质(高聚物)的结构特点和性能	7-2
2 电介质的电导	7-3
2.1 电介质的电导率与电阻率	7-3
2.2 电介质的电导机理	7-3
2.3 影响电阻率的因素	7-4
3 电介质的极化	7-4
3.1 电介质的相对介电系数	7-4
3.2 极化形式	7-5
3.3 影响相对介电系数的因素	7-5
4 电介质的损耗	7-6
4.1 介质损耗角正切和损耗指数	7-6
4.2 各类电介质的介质损耗形式	7-7
4.3 偶极松弛损耗形成的机理	7-7
4.4 影响介质损耗的因素	7-7
5 电介质的击穿	7-8
5.1 击穿强度	7-8
5.2 气体电介质的击穿	7-9
5.3 液体电介质的击穿	7-9
5.4 固体电介质的击穿	7-9
6 绝缘材料的老化	7-11
6.1 老化机理	7-11
6.2 防止老化的措施	7-11

第2章 气体和液体电介质

1 气体电介质	7-12
---------	------

1.1 空气	7-12
1.2 六氟化硫气体	7-13
2 液体电介质	7-14
2.1 矿物油	7-14
2.2 合成油	7-17
2.3 蓖麻油	7-19

第3章 绝缘纤维制品

1 绝缘纸	7-20
1.1 电缆纸	7-21
1.2 电话纸	7-21
1.3 电容器纸	7-21
1.4 卷绕绝缘纸	7-24
1.5 聚酯纤维纸	7-24
1.6 耐高温合成纤维纸	7-24
1.7 金属化纸和半导电纸	7-24
2 绝缘纸板 and 纸管	7-24
2.1 绝缘纸板	7-24
2.2 硬钢纸板	7-26
2.3 钢纸管和玻璃钢复合钢纸管	7-26
3 绝缘纱、带、绳和管	7-27
3.1 棉纱、棉布带	7-27
3.2 玻璃纤维纱、带和管	7-27
3.3 合成纤维丝、带和绳	7-27

第4章 绝缘漆、胶和熔敷粉末

1 绝缘漆	7-33
1.1 浸渍漆	7-33
1.2 漆包线漆	7-37
1.3 覆盖漆、硅钢片漆和防电晕漆	7-39
2 绝缘胶	7-42
2.1 电器浇注胶	7-42

2.2 电缆浇注胶	7-44
3 熔敷粉末	7-44

第5章 浸渍纤维制品

1 漆布	7-46
2 漆管	7-46
3 绑扎带	7-46

第6章 绝缘云母及云母制品

1 天然云母、合成云母和粉云母	7-51
1.1 天然云母的分类、级别和用途	7-51
1.2 合成云母和粉云母	7-51
2 云母制品	7-52
2.1 云母带	7-53
2.2 云母板	7-53
2.3 云母箔	7-58
2.4 云母玻璃	7-58

第7章 电工用薄膜、复合材料及粘带

1 电工用薄膜	7-58
1.1 聚丙烯薄膜	7-58
1.2 聚酯薄膜	7-58
1.3 聚苯酯薄膜	7-58
1.4 芳香族聚酰胺薄膜	7-59
1.5 聚酰亚胺薄膜	7-59
1.6 聚四氟乙烯薄膜	7-59
1.7 全氟乙丙烯薄膜	7-59
1.8 聚苯乙烯薄膜	7-59
1.9 聚乙烯薄膜	7-59
2 复合制品	7-59
3 粘带	7-59
4 薄膜、复合制品及粘带的加工和使 用注意事项	7-64

第8章 电工用层压制品

1 层压板	7-64
2 层压管(筒)和棒	7-64
3 电容套管芯	7-64
4 层压制品的机械加工	7-67
4.1 冲剪	7-67

4.2 锯割和磨削	7-73
4.3 切削	7-73

第9章 电工用塑料

1 热固性塑料	7-74
1.1 热固性塑料的品种、性能和用途	7-74
1.2 热固性塑料的成型工艺	7-77
2 一般电工用热塑性塑料	7-78
2.1 品种、性能和用途	7-78
2.2 注射成型工艺	7-79
3 电线电缆用热塑性塑料	7-83
3.1 聚氯乙烯	7-83
3.2 聚乙烯	7-85
3.3 聚丙烯	7-87
3.4 氟塑料	7-87
3.5 氯化聚酯	7-88
3.6 聚酰胺	7-88

第10章 电工用橡胶

1 天然橡胶	7-89
1.1 天然橡胶的性能、硫化与应用	7-89
1.2 天然橡胶应用中注意的问题	7-91
2 丁苯橡胶	7-91
2.1 丁苯橡胶的性能和配合剂	7-91
2.2 丁苯橡胶的应用	7-92
3 丁基橡胶	7-92
3.1 丁基橡胶的性能、硫化和高温处理	7-92
3.2 丁基橡胶的应用	7-93
4 乙丙橡胶	7-93
4.1 乙丙橡胶的性能、硫化和偶联剂	7-93
4.2 乙丙橡胶的应用	7-93
5 氯丁橡胶	7-93
5.1 氯丁橡胶的性能和硫化	7-93
5.2 氯丁橡胶性能的改进和应用	7-94
6 丁腈橡胶	7-94
6.1 丁腈橡胶的性能、硫化和配合剂	7-94
6.2 丁腈橡胶的应用	7-95
7 氯磺化聚乙烯	7-95
7.1 氯磺化聚乙烯的性能、硫化和防 老剂	7-95
7.2 氯磺化聚乙烯的应用	7-95

8 氯化聚乙烯	7-96	3 击穿强度的测量	7-107
8.1 氯化聚乙烯的性能、硫化和配合剂	7-96	3.1 试样与电极	7-107
8.2 氯化聚乙烯的应用	7-96	3.2 击穿试验装置	7-108
9 氯醚橡胶	7-96	3.3 击穿试验要点	7-108
9.1 氯醚橡胶的性能、硫化和配合剂	7-96	4 耐电弧性的测量	7-109
9.2 氯醚橡胶的应用	7-97	4.1 试样与电极	7-109
10 硅橡胶	7-97	4.2 试验装置与测试要点	7-109
10.1 硅橡胶的性能、硫化和配合剂	7-97	5 老化试验	7-110
10.2 室温硫化硅橡胶	7-98	5.1 热老化试验	7-110
10.3 硅橡胶的应用	7-98	5.2 快速热老化试验	7-111
11 氟橡胶	7-98	5.3 电老化试验	7-111
11.1 氟橡胶的性能和硫化	7-98		
11.2 氟橡胶的应用	7-99		

第11章 绝缘材料试验方法

1 体积电阻率和表面电阻率的测量	7-99
1.1 试样与电极	7-99
1.2 测量技术	7-100
2 相对介电系数和介质损耗角正切的测量	7-102
2.1 试样与电极	7-102
2.2 测量技术	7-103

附 录

附录 1 常用塑料增塑剂	7-113
附录 2 常用塑料防老剂	7-114
附录 3 常用有机过氧化物性能	7-115
附录 4 橡胶的化学结构式	7-116
附录 5 橡胶的常用配合剂	7-117
附录 6 橡胶的常用共硫化剂	7-120
附录 7 橡胶的常用偶联剂	7-121
参考文献	7-122

第8篇 磁性材料

常用符号表

第1章 概 述

1 磁性材料的分类和特点	8-1
2 磁性材料的基本磁性能	8-1
2.1 基本磁化曲线、磁导率和饱和磁感应强度	8-1
2.2 磁滞回线、剩磁、矫顽力、剩磁比和铁损	8-2
2.3 退磁曲线、最大磁能积和回复磁导率	8-2
2.4 比损耗系数、磁导率比温度系数、比磁滞损耗系数、减落系数和开关时间	8-3
2.5 比磁滞损耗和能量系数	8-4
2.6 磁致伸缩和饱和磁致伸缩系数	8-4
2.7 居里温度和磁感应温度系数	8-4
3 磁性材料磁化的一些基本概念	8-4

3.1 自发磁化和磁畴	8-4
3.2 技术磁化和磁化能量	8-5
3.3 技术磁化过程	8-6
3.4 反磁化过程	8-7

第2章 软磁材料

1 软磁材料的性能、品种和应用	8-7
1.1 对软磁材料的主要性能要求	8-7
1.2 软磁材料的品种、主要特点和应用范围	8-8
2 电工用纯铁	8-9
3 硅钢片	8-10
3.1 质量要求	8-10
3.2 影响硅钢片性能的主要因素	8-10
3.3 硅钢片的特性及应用范围	8-12
4 铁镍合金	8-12
4.1 铁镍合金的主要特点	8-12

X 目 录

4.2	影响铁镍合金磁性能的主要因素	8-12
4.3	铁镍合金的种类、特性和主要用途	8-16
4.4	常用铁镍合金的主要成分和性能	8-16
5	铁铝合金	8-18
5.1	铁铝合金的主要特点	8-18
5.2	铁铝合金的牌号、主要成分、特点和主要用途	8-18
5.3	铁铝合金的性能	8-20
6	软磁铁氧体	8-20
6.1	铁氧体软磁材料	8-20
6.2	铁氧体矩磁材料	8-21
6.3	铁氧体压磁材料	8-21
7	其他软磁材料	8-21
7.1	铁钴合金	8-21
7.2	磁温度补偿合金	8-22
7.3	恒导磁合金	8-23
8	软磁材料的应用	8-23
8.1	选用原则和选用范围	8-23
8.2	软磁材料的热处理	8-24
8.3	软磁材料的表面绝缘处理	8-25

第3章 永磁材料

1	永磁体的工作状态及对材料的性能要求	8-27
1.1	永磁体的工作状态	8-27
1.2	在静态条件下工作的永磁体对材料的性能要求	8-27
1.3	在动态条件下工作的永磁体对材料的性能要求	8-28
2	永磁材料的种类、性能和主要用途	8-28
2.1	铸造铝镍钴系永磁材料	8-28

2.2	粉末烧结铝镍钴系永磁材料	8-28
2.3	铁氧体永磁材料	8-28
2.4	稀土钴永磁材料	8-29
2.5	塑性变形永磁材料	8-29
2.6	永磁材料的性能和主要用途	8-29
3	永磁体的磁稳定性	8-29
3.1	磁稳定性与磁感应衰减率	8-29
3.2	各种因素对衰减率的影响	8-33
3.3	老化处理	8-33
4	永磁体的磁化	8-34
4.1	磁化磁场强度的确定	8-34
4.2	永磁体的磁化方法	8-35
5	磁滞材料的磁性要求、系列和性能	8-35
5.1	对磁滞材料的磁性要求	8-35
5.2	常用磁滞材料系列、特点和性能	8-35
5.3	最终热处理	8-37

第4章 磁记录材料、磁记忆材料与 非晶态软磁材料

1	磁记录材料	8-37
1.1	磁头材料	8-37
1.2	磁记录介质	8-38
2	磁记忆材料	8-40
2.1	概述	8-40
2.2	磁泡材料	8-40
3	非晶态软磁材料	8-42
3.1	非晶态软磁合金的种类和特性	8-42
3.2	非晶态软磁合金的热处理	8-42
附录	常用磁学物理量的名称、符号、单位制和单位制之间的换算	8-44
参考文献		8-44

第9篇 导电金属及电磁线

常用符号表

第1章 导电金属

1	概述	9-1
2	导电金属的电阻	9-2
2.1	电阻	9-2
2.2	影响电阻的主要因素	9-3

3	导电合金的强化	9-4
3.1	固溶强化	9-4
3.2	时效硬化	9-5
3.3	弥散硬化	9-6
4	铜及铜合金	9-6
4.1	铜	9-6
4.2	铜合金	9-9

5	铝及铝合金	9-12
5.1	铝	9-12
5.2	铝合金	9-16
5.3	铝及铝合金的焊接与机械连接	9-18
6	复合金属导体和裸导体制品	9-19
6.1	复合金属导体的分类、产品名称、特性和用途	9-19
6.2	裸导体制品的分类、名称、特性和用途	9-19

第2章 电 磁 线

1	概述	9-22
2	漆包线	9-22
2.1	漆包线的品种、规格、特点和用途	9-22
2.2	漆包线的性能	9-22
3	绕包线	9-30
3.1	绕包线的品种、规格和特点	9-30
3.2	纸包线的性能	9-30
3.3	玻璃丝包线的性能	9-32
3.4	聚酰亚胺薄膜绕包线的性能	9-34
4	无机绝缘电磁线	9-34
4.1	无机绝缘电磁线的品种、规格、特点和用途	9-34
4.2	氧化膜铝带(箔)的性能	9-35

4.3	陶瓷绝缘线的性能	9-35
5	特种电磁线	9-35
5.1	特种电磁线的品种、规格、特点和用途	9-35
5.2	换位导线的特性和结构	9-35
5.3	聚乙烯绝缘尼龙护套湿式潜水电机绕组线的结构和性能	9-37
6	电磁线的选用	9-37

附 录

附录 1	圆铜线、圆铝线的标称直径及允许偏差	9-40
附录 2	扁铜线、扁铝线的计算截面	9-42
附录 3	主要圆电磁线规格尺寸和最大外径	9-44
附录 4	扁电磁线(铜、铝)规格和漆包扁线最大尺寸	9-46
附录 5	玻璃丝包扁线绝缘厚度	9-48
附录 6	纸包圆线绝缘厚度	9-48
附录 7	纸包扁线绝缘厚度	9-48
附录 8	纸包扁导线公差	9-49
附录 9	玻璃丝包扁导线公差	9-49
附录 10	电磁线型号编制方法	9-49
参考文献		9-50

第10篇 电 碳 制 品

常用符号表

第1章 概 述

第2章 电机用电刷

1	电刷的类别、型号、特征和主要应用范围	10-3
2	电刷的技术特性及选用	10-4
2.1	电刷的接触特性	10-5
2.2	影响电刷接触特性的因素	10-5
2.3	电刷的理化特性	10-7
3	电刷的结构设计	10-8
3.1	电刷尺寸	10-8
3.2	对电刷坯料加工的要求	10-8

3.3	电刷的外形	10-9
3.4	电刷引出导线的装配方式	10-10
4	电刷的维护与故障处理	10-11
4.1	电刷的安装	10-11
4.2	电刷的更换与磨合	10-11
4.3	电刷运行中常见故障与处理方法	10-11

第3章 其他电碳制品

1	碳棒	10-12
1.1	照明碳棒	10-12
1.2	碳弧气刨碳棒	10-14
1.3	光谱碳棒	10-14
1.4	电池用碳棒	10-15
2	碳滑板和碳滑块	10-15

3 碳和石墨触头	10-16	6 送话器用碳砂	10-17
4 电真空器件用高纯石墨件	10-16	参考文献	10-18
5 碳电阻片柱	10-16		

第11篇 半导体材料

常用符号表

第1章 概 述

1 半导体材料的种类及其应用范围	11-1
2 半导体材料的导电特性	11-1
3 半导体材料的晶体结构	11-4

第2章 硅、锗

1 硅、锗单晶的基本参数和要求	11-5
1.1 导电类型	11-5
1.2 电阻率和电阻率不均匀性	11-5
1.3 非平衡少数载流子寿命	11-6
1.4 晶向和晶向偏离度	11-7
1.5 位错密度	11-7
1.6 杂质补偿度	11-7
1.7 迁移率	11-7
2 硅、锗单晶中的杂质及其对单晶和器件性能的影响	11-7
2.1 硅、锗单晶中主要杂质的物理、化学性质及其影响	11-8
2.2 硅、锗单晶中杂质的能级	11-9
2.3 硅、锗单晶电阻率和杂质浓度的关系	11-10
2.4 硅、锗单晶中杂质的扩散系数与温度的关系	11-11
2.5 硅、锗单晶中杂质的固溶度与温度的关系	11-13
3 硅、锗单晶中的晶体缺陷及其影响	11-13
4 硅、锗器件工艺中常用的相图	11-14
5 单晶片的加工	11-15

第3章 化合物半导体和固溶体半导体

1 砷化镓	11-18
-------------	-------

1.1 砷化镓的特性及其应用	11-19
1.2 砷化镓单晶中的杂质	11-19
1.3 镓-砷系统的基本相图和砷化镓单晶种类	11-20
2 其他 III-V 族化合物半导体	11-21
2.1 磷化镓和磷化铟	11-21
2.2 锑化铟和砷化铟	11-22
3 II-VI 族化合物半导体	11-22
3.1 硫化铊等铊的硫化化合物	11-22
3.2 硫化镉等镉的硫化化合物	11-23
4 IV-VI 族化合物半导体及碳化硅	11-23
4.1 硫化铅等铅的硫化化合物	11-23
4.2 碳化硅	11-23
5 几种固溶体半导体	11-23
5.1 镓砷磷和镓铝砷	11-23
5.2 碲镉汞和碲锡铅	11-24
5.3 碲铋铟和碲硒铟	11-24

第4章 单晶参数的测量和单晶中微量杂质分析

1 导电类型的测定	11-24
2 电阻率的测量	11-24
3 非平衡少数载流子寿命的测量	11-28
4 杂质补偿度等物理量的测量	11-29
4.1 霍尔系数及有关物理量的测量	11-29
4.2 杂质补偿度的测量	11-29
5 晶体缺陷的观测	11-31
6 晶向的测定	11-31
7 单晶中微量杂质分析	11-31
参考文献	11-32

第12篇 超导电材料

常用符号表

绪言12-1

第1章 超导电性的基本概念与应用

- 1 超导电现象12-1
 - 1.1 电阻消失12-1
 - 1.2 完全抗磁性12-1
- 2 超导体的基本临界参量12-2
 - 2.1 临界温度12-2
 - 2.2 临界磁场12-2
 - 2.3 临界电流和临界电流密度12-2
- 3 超导体的比热、潜热和同位素效应12-2
 - 3.1 比热与潜热12-2
 - 3.2 同位素效应12-2
- 4 超导电性的物理图象12-2
- 5 超导体的类别12-4
 - 5.1 I类超导体12-4
 - 5.2 II类超导体12-5
 - 5.3 III类超导体12-6
- 6 超导体的隧道效应12-7
 - 6.1 正常电子隧道效应12-7
 - 6.2 超导电子对隧道效应12-8
- 7 超导电性的应用12-8

第2章 超导材料

- 1 影响超导材料使用性能的主要因素12-10
 - 1.1 影响临界温度的因素12-10
 - 1.2 影响临界磁场的因素12-10
 - 1.3 影响临界电流密度的因素12-11
 - 1.4 影响交流损耗的因素12-11
- 2 超导体12-12
 - 2.1 元素超导体12-12
 - 2.2 合金超导体12-13
 - 2.3 化合物超导体12-14
- 3 超导体的不稳定性及其稳定方法12-17
 - 3.1 超导体的热磁不稳定性12-17
 - 3.2 冷冻稳定12-18
 - 3.3 焙稳定12-18

- 3.4 动态稳定12-19
 - 3.5 绝热稳定12-19
 - 3.6 超导多纤维复合导体在变场和自场中的稳定方法12-19
 - 3.7 超导体热磁稳定方法与临界尺寸的计算12-20
 - 3.8 超导装置的机械紧固12-22
- 4 实用超导材料12-23
 - 4.1 超导合金复合导体12-23
 - 4.2 超导化合物复合导体12-25
 - 4.3 电力电缆用的超导复合导体12-27

- 5 超导材料临界参量和交流损耗的测量12-27
 - 5.1 临界温度的测量12-27
 - 5.2 临界磁场的测量12-28
 - 5.3 临界电流(临界电流密度)的测量12-28
 - 5.4 交流损耗的测量12-28
- 6 实用超导材料的连接12-29
 - 6.1 冷压接12-29
 - 6.2 钎焊12-29

第3章 超导电应用的有关技术及低温常用材料

- 1 液氮的制取12-30
 - 1.1 致冷效应12-30
 - 1.2 氮液化器12-30
 - 2 液氮的贮存12-32
 - 2.1 低温漏热12-32
 - 2.2 低温绝热和容器12-33
 - 3 超导装置的供电、保护和超导开关12-35
 - 3.1 超导装置的供电12-35
 - 3.2 超导装置的保护12-36
 - 3.3 超导开关12-37
 - 4 低温常用材料的机械和物理性能12-37
 - 4.1 机械性能12-38
 - 4.2 热性能12-38
 - 4.3 电磁性能12-39
 - 4.4 低温冷却工质的物理性能12-39
- 参考文献12-40