

职业教育双证制实训教程编审委员会 编

广东省肇庆市高级技工学校 主编

模块 14

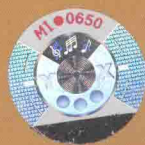


职业教育双证制实训教程
机电专业组合教学模块

全实景 VCD



电工类电子 技术基本操作



机械工业出版社

China Machine Press



时代传播音像出版社

Time Media Audio-Video Press

职业教育双证制实训教程
机电专业组合教学模块

电工类电子 技术基本操作

职业教育双证制实训教程编审委员会 编
广东省肇庆市高级技工学校 主编



机械工业出版社
China Machine Press



时代传播音像出版社
Time Media Audio - Video Press

本册为《机电专业组合教学模块》系列实训教材之模块 14, 主要介绍了半导体的基本知识、常用电子元器件的测试以及典型电工类电子线路的基本操作与调试。VCD 作为本实训教材的重要学习部分, 以全景的方式表现了与图书相吻合的知识内容, 便于学生快捷、直观地学习所应掌握的知识, 是电工电子类专业学生学习电子技术知识的实用技能教材。

电工类电子技术基本操作/广东省肇庆市高级技工学校主编, —
北京: 机械工业出版社、时代传播音像出版社, 2007.11

ISRC CN-M10-07-0018-0/V·T 1VCD

机械工业出版社

时代传播音像出版社

(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 钮心池 赖伟贤 版式设计: 霍永明

责任审校: 宋志宏 张元生 封面设计: 吕凤英

责任印制: 李成昆

影视编导: 宋志宏

北京博图彩色印刷有限公司印刷

2008 年 6 月第 1 版第 2 次印刷

148mm × 210mm · 3.625 印张 · 65 千字

定价: 19.00 元

销售服务热线电话: (010) 68992858 68990303

编辑热线电话: (010) 88379636 88379941

封面无防伪标均为盗版

职业教育双证制实训 教程编审委员会

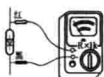
主	任	王文斌		
副	主	任	王建军	李 奇
总	编	黎援朝	黄文广	
执	主	编	宋志宏	麦水泉
策	划	张元生	麦水泉	
		黄向锋	谢新欣	
本分册责任编辑		钮心池	赖伟贤	
本分册编著		赖伟贤		
参	编	孙德强	侯玉松	陈 泉
		陈卫东	植才华	梁作豪
		金润庆	梁思勤	陈惠珍
		齐 琳	董 宇	陈结龙
		莫锡强	沈金良	苏 亮
		马远叙	梁汝科	赖伟贤
		邝展明	彭绍淙	黄丽芳
		黄向锋	麦水泉	李耀均
		陆朝炼	葛旺生	岑维国
		莫治权	钮心池	王沈英
		胡 牧	陈晓光	郑 浩

前言 Foreword



随着社会的不断发展，市场对机电类复合型技能人才的需求不断加大，机电类人才的培养显得尤为重要。为了贯彻落实国家人才发展战略目标，全面推进技能振兴计划和高技能人才培养工程，加快培养一大批高素质的技能型人才，我们根据国家职业资格标准精心策划，组织编写、拍摄制作了这套适合机电类职业院校教学需求，适应“双证制”教学改革要求的《机电专业组合教学模块》实训教材。

本套组合模块教材面向广大高职、高专以及中专技校学生，针对不同专业要求而编写，教材编写过程中力求突出“实用”二字，遵循“理论浓缩实用、技术要点提炼实用、演示准确实用”的原则，重在教会学习者掌握必需的专业技能知识。学生可以自行组合选择与各自专业内容相关的模块进行学习。教学模块由理论教材、习题、试题及全实景演示光盘组成，细化了教学资源，避免了教材的重复浪费，便于学生直观、立体化的学



习，是机电类专业学生必不可少的学习工具。

为了满足不同学校、不同专业的不同需求，以及在校 学生提高操作技能的需求，在本套教材编写中我们充分考虑了教材的配套性和实用性，采用了实操理论教材 + 实操 VCD 的出版形式。教材主要内容为实操技能所需掌握的理论知识，每个章节中附有学习要点、操作要求和复习思考题等，书末还有与之配套的试题库和答案；VCD 内容是 与书中相对应的实操演示，全部实景拍摄，由专业人员现场演示。本套教材实现了理论与实操演示配套呼应，形成了立体化的教学模式。

本套机电专业组合教学模块通过不同的组合，可分别组合出车工、钳工、铣工、焊工、电工、数控车工、数控铣工、制冷维修工等工种所需的实训教程。

本套教材在调研、策划、编写过程中得到了广东省肇庆市高级技工学校有关领导、教师以及相关专业的专家、学者的大力支持和帮助，在此谨向为本套教材的策划、编写、审核和出版付出艰辛劳动的全体人员表示衷心的感谢！

本教材中难免存在不足之处，恳请从事职业教育的专家和广大师生不吝赐教，提出批评指正。我们真诚地希望与您携手，共同打造出一套实训教学教材的精品。

职业教育双证制实训教程编审委员会



编辑说明

电工类电子技术基本操作

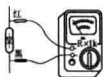
电子技术是研究各种半导体器件和电路及其在各个领域应用的技术类学科。本模块将通过对半导体器件、有关电路的结构组成以及工作原理等相关知识的介绍,帮助学生了解和掌握电子技术的基本操作。

一、学习内容

1. 半导体的基本知识。
2. 常用电子元器件的测试。
3. 典型电工类电子线路的基本操作和调试。

二、学习目的

1. 通过对本课题相关知识的学习,了解基本电子元器件的结构和组成。



2. 通过对常用电子元器件的实际测试, 掌握常用电子元器件好坏和极性的判别方法以及在电路中所起的作用。了解典型电工类电子线路的工作原理, 学习线路的布置和焊接工艺, 熟练掌握线路焊接基本技能, 达到能够对线路安装调试的目的。

三、注意事项

1. 学习半导体知识时应注意半导体材料内部物质结构。在半导体材料中掺入不同的微量元素所组成 N 型和 P 型结构, PN 结的组成, 掌握 PN 结的特性。

2. 正确掌握常用电子元器件测试方法, 测量时选择万用表电阻档要合适, 利用测量管子反偏、正偏、截止、开路来判别器件的好坏和极性, 注意四色环和五色环电阻的判别。

3. 熟练掌握电子线路的焊接工艺和要求, 注意元器件合理排列、整齐美观, 焊接元器件的时间掌握适度, 晶体管管脚不要插反或插错, 线路焊接完毕后进行认真检查。

4. 通电调试要注意用电安全, 测试时万用表选好档位, 测量电阻值时要断电测试。

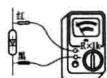
目录

Contents

前言

编辑说明

课题一 半导体基本知识	1
一、相关工艺知识	1
二、操作实例	21
三、安全规程及注意事项	22
四、应知习题	22
课题二 常用电子元器件测试	23
一、相关工艺知识	23
二、操作要领	31
三、操作实例	36
四、安全规程及注意事项	37
五、操作题及评分标准	38
六、应知习题	40
课题三 典型电工类电子线路基本操作	41
一、相关工艺知识	41
二、操作要领	60



三、操作实例	60
四、操作题	83
五、应知习题	83
习题集	87
一、填空题	87
二、判断题	89
三、选择题	92
四、简答题	95
五、计算题	96
习题集答案	97
一、填空题	97
二、判断题	97
三、选择题	97
四、简答题	98
五、计算题	102

课题一 半导体基本知识

一、相关工艺知识

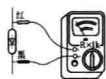
电子线路一般是由晶体管、集成电路、电阻器、电容器等组成。二极管和晶体管（三极管）都是由半导体材料制成的，要了解它们的工作原理和特性，应先对半导体有一定的认识。

1. 导体的一般概念

铜线是导电的，而铜线外面包裹着一层塑料或橡皮是不导电的，可见物质的导电能力有很大不同。

在自然界中，存在着很多不同的物质，用其导电能力来衡量，可分为三类：一类是导电能力较强的物质叫导体，金属一般都是导体，如：银、铜、铝等；另一类是几乎不能导电的物质叫绝缘体，如：橡皮、塑料、陶瓷等；还有一类物质，它们的导电能力介于导体和绝缘体之间，通常称它们为半导体，如：锗、硅、硒、砷化镓及一些金属的氧化物或硫化物等。现在使用的半导体材料大多数要制成晶体，因而把用半导体材料制作的二极管、三极管通称晶体管。

为什么物质有这种导电能力上的差别呢？根本原因



在于不同的物质其内部结构不同。物质内部运载电荷的粒子——载流子的多少是决定物质导电能力的一个重要因素。

物质由分子组成，分子由原子组成，原子由一个带正电的原子核和若干个带负电的电子组成。电子分层排列，内层的电子受原子核的引力较大；最外层的电子受原子核的引力较小，称为价电子。所有电子围绕原子核作不停的旋转运动。

在金属导体中，原子核对价电子的束缚很弱，大量的价电子能挣脱原子核的束缚成为自由电子，在外电场的作用下定向运动形成电流，所以金属导体的导电性能良好。在金属导体内，电流的方向与电子运动方向相反，如图 1 所示。

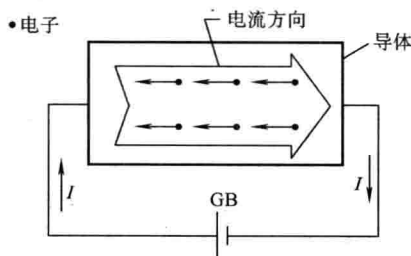
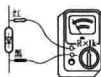


图 1 金属导体中电流的方向与电子运动方向

在绝缘体中，原子核对价电子的束缚很强，价电子不容易挣脱原子核的束缚成为自由电子，因此绝缘体的导电性能很差。

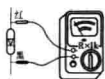


在半导体中，原子结构比较特殊，原子核对价电子的束缚比导体强，比绝缘体弱。因此半导体既非良导体，又非绝缘体。半导体为什么会引起人们很大兴趣呢？原因在于它独特的性质。人们发现，当半导体受到外界的光或热激发时，它的导电能力会发生较大改变。更为突出的是，在纯净的半导体材料中掺入微量杂质元素，半导体的导电性能就会大大增强。

目前常用的半导体材料是硅（Si）和锗（Ge），它们都是四价元素，图 2 为硅单晶体的结构示意图。图中相邻的两个原子由一对共用电子形成共价键，当温度低到绝对零度和没有外界光或热激发时，处于共价键中的电子不能自由移动，其材料特性相当于绝缘体。但是，这种束缚并不是很牢固，在常温下，会有少数价电子受热或光照激发获得足够能量，挣脱束缚成为自由电子。在没有外电场时，这些电子的移动是无规则的。在有外电场时，这些电子就逆着电场方向定向移动形成电流，这叫做电子导电。

当一个价电子挣脱了束缚成为自由电子的同时，在原来的位置上留下一个空位，这个空位称为空穴。空穴的出现是半导体区别于其他导体的一个重要特点。

原子是显中性的。空穴是失去了带负电的电子而形成的，因此可以把空穴看作是带正电的。空穴在外加电场或其他能量作用下，邻近的价电子就可填补到这个空位，于是又现新的空穴，又有邻近的价电子来



进行填补……从而形成这种电子的填补运动，如图 3 所示。从效果上看，相当于空穴沿着电子填补运动的反方向移动。为了与自由电子移动相区别，通常把这种电子的填补运动叫做空穴运动。比如大礼堂里坐满了人，第一排走了一个人，出现一个空位，第二排的人向前坐了第一排的空位，第二排又出现了一个新的空位，后排的人不断向前填补，这样就出现了人的向前填补运动。没有外电场时，空穴的移动是不规则的。有外电场时，空穴顺着电场方向定向移动形成电流，这叫空穴导电。

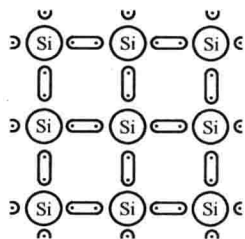


图 2 硅单晶结构示意图

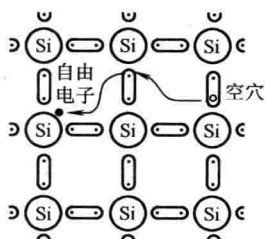


图 3 电子的填补运动示意图

自由电子是带负电的粒子，空穴可看作是带正电的粒子，它们都是载流子。如图 4 所示，电路中电流由两部分组成，在外电场作用下，自由电子的移动和空穴的移动方向相反，但形成的电流方向相同。

在纯净的半导体内，自由电子和空穴是成对出现的，叫做电子—空穴对。自由电子和空穴也会重新结合，叫做复合。

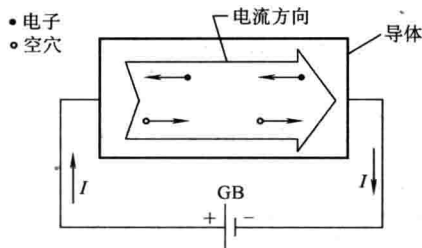
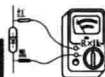
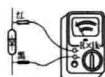


图4 半导体中载流子运动示意图

由此可见，半导体导电原理与金属导体的导电原理不同。金属导体只有电子导电，而半导体既有电子导电又有空穴导电，这是半导体导电区别于金属导体导电的一个重要特征。金属导体中自由电子数量多，导电性良好，而纯净的半导体中，自由电子和空穴数量很少，导电性较差。显然，要增强半导体的导电性，就得增加电子和空穴的数量。半导体受热或受光照射时，更多共价键中的电子挣脱束缚，产生新的电子—空穴对，半导体的导电性因此得到增强。同时也说明，温度是影响半导体性能的一个重要外部因素。

2. P型半导体和N型半导体

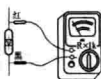
由于纯净的半导体导电性较差，不能直接用来制造晶体管。于是，人们在纯净的半导体中掺入微量杂质元素，使半导体的导电性能增强，这种半导体称为杂质半导体。根据掺入杂质性质的不同，杂质半导体可分为，P型半导体（空穴型半导体）和N型半导体（电子型半导体）两大类。这里“P”是指“正”的意思，“N”是



指“负”的意思。

(1) P 型半导体 在硅（或锗）晶体内掺入微量的三价元素硼 B（或铟 In、铝 Al），就会产生许多空穴。这是因为硅原子有四个价电子，而硼原子只有三个价电子，它与周围硅原子相联系时缺少一个价电子就形成一个空位，附近共价键中的电子很容易来填补，如图 5a 所示。硼原子获得一个价电子后成为不能移动的负离子，同时材料中产生一个空穴，但在产生空穴的同时，并不会产生新的自由电子，这与纯净的半导体不同。在这类半导体中，每个硼原子能提供一个空穴。因而空穴数目显著增多。由于热激发，原来硅晶体本身会产生少量的电子—空穴对，有少数自由电子，但空穴的浓度比自由电子的浓度大得多，这类主要靠空穴导电的半导体叫 P 型半导体。在 P 型半导体中，空穴是多数载流子，自由电子是少数载流子，同时还有不能移动的负离子，如图 5b 所示。在外电场作用下，P 型半导体中电流主要是空穴电流，如图 6 所示。

(2) N 型半导体 在硅（或锗）晶体内掺入微量的五价元素磷 P（或锑 Sb、砷 As），就会产生许多自由电子。这是因为磷原子有五个价电子，除其中四个价电子与硅原子相联系外，尚多出一个价电子，这个价电子受磷原子的束缚很弱，很容易成为自由电子，如图 7a 所示。磷原子失去一个价电子后成为不能移动的正离子，但在产生自由电子的同时，不会产生新的空穴。在这类



半导体中，每个磷原子能提供一个自由电子，因而自由电子的数目显著增多。同样由于热激发，硅原子本身会产生少量的电子—空穴对，有少数空穴，但自由电子的浓度比空穴的浓度大得多，这类主要靠电子导电的半导体叫 N 型半导体。在 N 型半导体中，自由电子是多数载流子，空穴是少数载流子，同时还有不能移动的正离子，如图 7b 所示。在外电场作用下，N 型半导体中电流主要是电子电流，如图 8 所示。

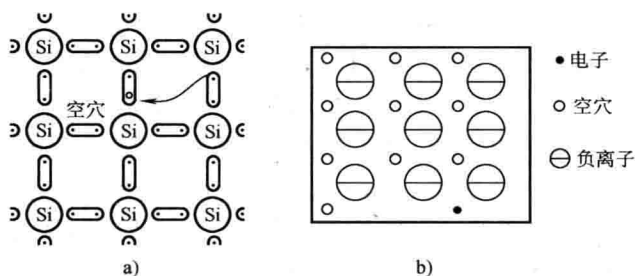


图 5 P 型半导体结构

a) 硅单晶掺硼示意 b) 结构简图

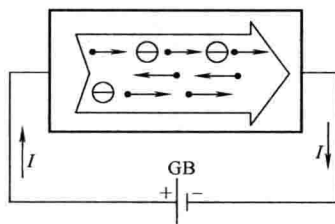


图 6 P 型半导体中载流子运动