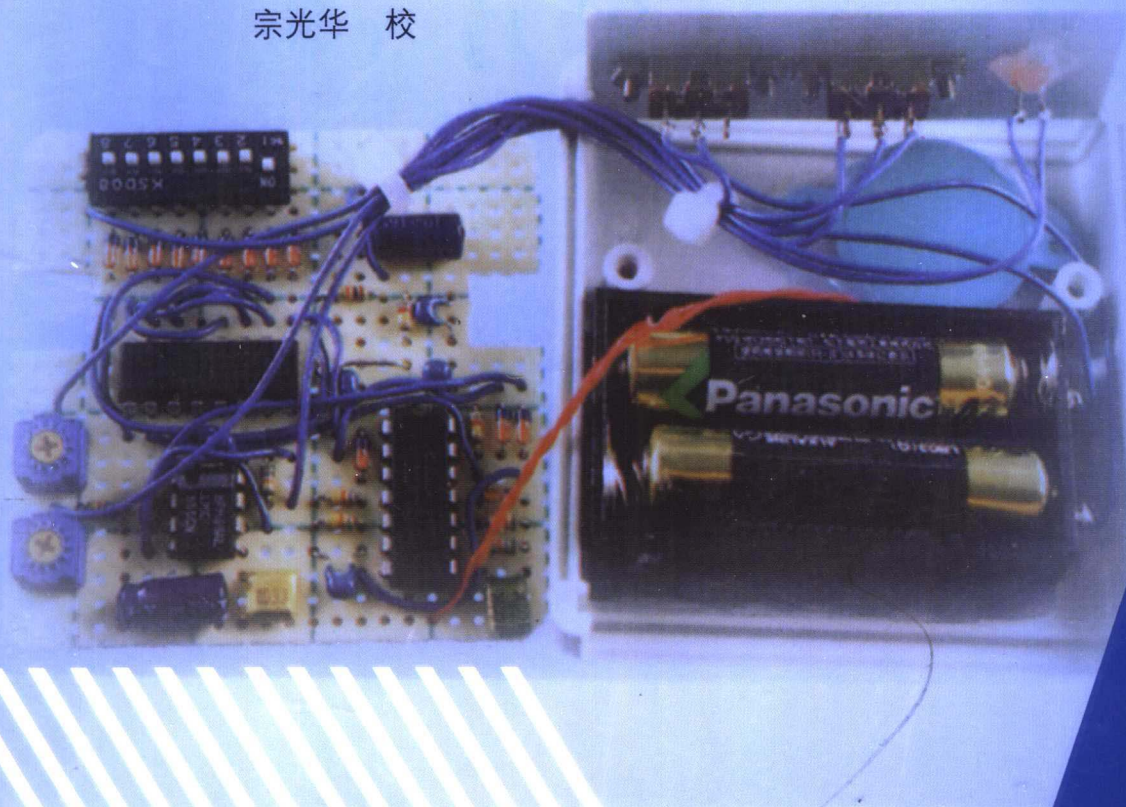


图解趣味电子制作

电子电路设计与制作

〔日〕晶体管技术编辑部 编
杨 洋 李大寨 唐伯雁 译
宗光华 校



科学出版社
www.sciencep.com

图解趣味电子制作

电子电路设计与制作

〔日〕晶体管技术编辑部 著
杨 洋 李大寨 唐伯雁 译
宗光华 校

科学出版社

北京

图字: 01-2005-1150 号

内 容 简 介

本书是“图解趣味电子制作”系列之一。全书分为两篇,第1篇介绍利用晶体管等元件制作收音机、电线电话、稳压电源等实验,以及用晶体管数字电路制作辅助故障诊断的工具、传感器以及电子控制器等的实验电路和相关知识。在第2篇中讲解了利用最初级的锗晶体管为主进行收音机、稳压电源、滤波电路等电路的设计与制作;还采用晶体管进行了光通信等实验。

本书简明易懂,循序渐进,引用大量有趣的实例,使读者在学习电路制作的同时开阔眼界,增加学习兴趣。

本书可作为大专院校补充机械电子学、机器人工程、人工智能、计算机控制等领域知识的参考书,还作为高中学生的课外科技活动辅导教材,也可作为电子制作的兴趣爱好者的辅助读物。

图书在版编目(CIP)数据

电子电路设计与制作/(日)晶体管技术编辑部编;杨洋等译;宗光华校。
—北京:科学出版社,2005
(图解趣味电子制作)
ISBN 7-03-015107-0

I. 电… II. ①晶…②杨…③宗… III. 电子电路-技术培训-教材
IV. TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 031991 号

责任编辑:赵方青 崔炳哲/责任制作:魏 谨

责任印制:刘士平/封面设计:飞天创意

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005年9月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2005年9月第一次印刷 印张: 16 3/4

印数: 1—4 000 字数: 324 000

定 价: 31.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

丛书序

随着科学科技的飞速发展,人类已经进入高度发达的商品社会,市场里各种电子商品琳琅满目,给生活带来极大的方便。但是并非每一个电子技术创意都能够顺利地转化成商品,不少非常实用的电子制品成果,或者受到多方面因素的制约,或者时机尚未成熟,往往很难转化成商品。然而,如果我们能亲自动手制作,不仅可使自己的创意得以实现,还能丰富生活,体味乐趣,更重要的是通过制作,有利于我们掌握电子制作技术的基本技能,激发创造性。

日本具有世界领先的电子技术,这种领先不单体现在某些产品上,而是全方位的。这个金字塔基就是广泛的群众基础。日本各地广泛开展的各种电子制作活动就是根基之一。

近年来,我国大学、中学开始重视素质教育和技能的实践。小型电子模型制作是一个极好的载体,是很理想的选题之一。

本丛书介绍了一些与我们日常生活息息相关的电子小制作技术,其中许多制作实例既具有很好的创意,同时对电子制作技术也具有普遍的指导意义。因此,可以说本丛书既是有用的实践指导手册,也是很好的创意思想荟萃。本丛书的作者均是这方面的行家里手,也是身处第一线的实践者。

本丛书的一个特别是注重实践。“实践出真知”。本丛书从日用电子小制作出发,引导读者学习电子学知识,具有增强实践的技能 and 解决实际问题能力的作用。

本丛书的第二个特别是深入浅出。本丛书的内容充分考虑到学生有制作的热情,但知识和技能尚不足的特点,讲解浅显易懂,不涉及复杂的数学公式,重点引导读者亲手进行电子制作的实践。

本丛书的第三个特别是实用性强。书中举出的每一个实例都可能成为在日常生活中立即发挥作用的用具,读者不妨根据兴趣选择几项试试。书中引用的大量实例,比较适合我国大学本科生和初、高中生的知识结构,也有利于激发读者的创造性思维,对学生的素质培养大有裨益。

大多数爱好电子制作的学生们都对实践动手抱有极大的热情,因此本丛书可以作为一本学生课外电子制作的辅助用书,当然也可以作为理

工科大学生的课外读物。

本丛书适合具有一定电子学基础知识水平的读者阅读,至少需要中学物理的知识,可以作为中学生,或大学生电子技术实践类课程的参考书,也可以选为中学生和大学生课外科技制作指导读物。

让思维沸腾起来,让智慧行动起来!

开拓创造力,激发想像力,锻炼实际动手能力!

前言一

在《晶体管技术》¹⁾杂志的1996年第1期到第12期上,笔者应邀撰写了以“从实验中学学习初级晶体管电路”为题的连载。这次,又荣幸地把这些内容收录到《晶体管技术初学者》的第1期中。

其实,如何安排期刊连载栏目的内容是一件颇费心思的事情。

说到制作电子电路的趣味性,收音机当然是最基本的例子,所以,我把它放在了第1章的位置。接下来的几章,学习的内容逐步向有线放大器、发出真实的声音、发射电波等展开,直到制作电源,然后涉及数字化、测量及故障诊断、传感器及控制器等。最后,以光的话题结束。

单就所列的题目来看,笔者相信应该是相当引人入胜的。当然无论什么样的题目,在收录到专刊前都需要对所有内容精心地再加工。为此需要克服不少现实的困难,例如实验的准备、稿件截止日期的紧迫、老式晶体管的更换等等,幸亏这些工作得到了不少新老朋友的激励和支持,一一得以解决。

在晶体管电路的实验与制作中,笔者坚持的原则是尽量利用手头儿的元器件,用铝箔做电容器就是一个典型的例子。只要留心自己周围,有用的材料其实随处可见。另一条途径是,从垃圾中也能挖掘出一些可复用的材料,如电线、电容器等,垃圾堆在某种意义上讲就像一座宝山。

希望读者通过实验与制作,能够亲身体验到制作半导体电路所带来的乐趣以及电路新颖的构思,就像做手工劳作一样,这也是一种实现我们的梦想的过程。

当今已经进入IC的时代(这个判断没错)。但是我们只有通过实际地使用晶体管、FET等实现IC的各种功能,才能真正地感受这个时代。

第1篇作者:吉本 猛夫

1) 书中所引述的杂志、书籍无特殊说明的情况下,均为日本出版。——编辑注

前言二

近年来,人们深深地感受到面向初学者的电子制作杂志在逐渐地减少。也许年轻人口的减少是其中的原因之一,但电子学从硬件转移到软件的大潮流对此也造成极大的影响。大概因为一般的事情都能用计算机和软件来实现了,所以年轻人不再觉得用手工制作电路是非常必要的。关心电子加工的人数的减少,当然就影响到与电子制作有关的杂志的减少。

可喜的是,曾在《晶体管技术》1997年1月~12月号的“初学者园地”里连载的“初级电子学电路的制作与实验”这次被收录到晶体管技术初学者系列丛书第一期发行。

在笔者的少年时代(大约40年前),身边的电子制品基本上是收音机和电视机,立体声当时正在普及,不过音响效果极佳的立体声则以欧美输入的舶来品为主。在那个时代,1美元的汇率是360日元,最高级的音响放大器的价值竟然相当于建造一栋小洋楼的开销。要特别说明的是,其中采用的技术并非十分高超,而且电路图也是公开的,模拟这些电路自制,或者自己稍加改进,花费百分之一的费用就可以做出类似的东西来。

在小学生时代,笔者家里只有真空管式收音机。那时总想用这个收音机去接收远方广播电台的信号,想听出更低或更高音的效果。现在回顾起来,这些欲望也许就是自己跨入电子世界的动力。另外,当然也有孩子般单纯的好奇心,这种好奇心是由一份杂志的封面所激发的。在那份杂志上登载了业余爱好者制作的晶体管彩色照片。当时的二极管全部都是锗二极管,在单晶锗表面竖起一根根的针,制作点接触的晶体管。事后才知道,实际上在几年前巴丁和布拉顿已经发明(实际上是发现)了点接触晶体管。尽管如此,对于一无所知的一名小学生来讲,这的确是一张极具震撼力的照片。激发出笔者也要制出这样的东西来,成为“日本爱迪生”的念头。这些念头虽然以梦结束,但至今仍然留在心底的某个角落。

当今时代发生了巨大的变化。电子产品的技术水平有了飞跃性地发展,价格也戏剧化地下降,由个人来制作堪与市售电子设备媲美的东西变得十分困难,即使可能,也没有经济上的优势。

笔者自己也感觉不到过去那种电子制作的乐趣了,因为功能高度集成在IC/LSI上面,其内部结构基本看不到,只要按照数据表的应用电路

进行布线,就能动作,无需也无法改变 IC 的内部结构,连一句“用软件进行控制”的话都没有。硬件和软件两者同时考虑却是非常麻烦的事情。首先应该决定哪一部分由自己来制作。从软件入手虽然快一些,但是如果完全不明白硬件,进展在某一部分就会停滞不前。

学习硬件的捷径仍然是电子加工,即自己制作。实际上,不用电烙铁就体会不到电路设计的乐趣。自己制作的起点是按照由晶体管电阻与电容等基本元器件构成的电路图进行连接,实现电路功能。通过分析电路,再动手制作,才能真正地受益,即使只有 10 个元器件,它们组合的方式基本上也是无限的。只要在一个地方做一点变化,其性能也可能提高 100 倍。

本书中制作的电路,由几个晶体管与数个电阻或电容等构成,让大家又返回到自己制作的基点。即使在制作中有时无法避免采用 OP 放大器、数字 IC 等情况,但是对我们总的目标并没有妨碍。我们知道不管是一个或两个晶体管,采用正确的连接方法,可完成各种各样的功能。我们在书里也进行了简短的说明。

电子制作本身是件很有意思的事情,而一边思考一边制作就会更加有趣,请大家来体会其中的乐趣吧!

第 2 篇作者:黑田 徽

目 录

第 1 篇 从实验中学习初级晶体管电路

第 1 章 用自制元器件搭建收音机	3
1.1 引 言	3
1.2 题 目	3
1.3 元器件的材料	4
1.4 制作线圈	5
1.5 制作电容	7
1.6 制作电阻	9
1.7 用自制元器件搭建收音机	10
1.8 收听失败的原因	11
1.9 小 结	12
第 2 章 双晶体管收音机实验	13
2.1 题 目	13
2.2 电子元器件及其代用品	13
2.3 组 装	15
2.4 考虑极性	17
2.5 谐振电路的工作原理	19
2.6 放大电路的工作原理	20
2.7 试 听	21
2.8 小 结	21
第 3 章 电子弦丝电话实验	23
3.1 题 目	23
3.2 电子弦丝电话实验	23
3.3 改换连接对象	25
3.4 电路工作原理分析	27
3.5 放 大	29
3.6 应用的要点	31
3.7 小 结	31

第 4 章 “咻—噗—”与“呜—呜—”声	32
4.1 题 目	32
4.2 制作实验	32
4.3 振荡器的概念	36
4.4 “近亲”与“远亲”	38
4.5 改变声音	39
4.6 小 结	40
第 5 章 挑战 FM 无线话筒	41
5.1 题 目	41
5.2 关于无线电波	41
5.3 中波振荡器的制作与实验	43
5.4 超短波振荡器的制作与实验	45
5.5 电路工作分析	49
5.6 关于话筒	50
5.7 小 结	50
第 6 章 挑战稳压电源	51
6.1 题 目	51
6.2 电源的说明书	51
6.3 制 作	52
6.4 稳压电路	57
6.5 电源引出的话题	59
6.6 小 结	60
第 7 章 数字初步	61
7.1 题 目	61
7.2 数字的概念	61
7.3 2 变 1 的触发器	62
7.4 触发器制作与实验	63
7.5 触发器的应用	64
7.6 数字显示	64
7.7 逻辑电路	66
7.8 布尔代数	68
7.9 小 结	69
第 8 章 万用表的原理及其使用方法	71
8.1 题 目	71
8.2 万用表的基本使用方法	71

8.3	内阻的影响	73
8.4	万用表的量程与内阻	75
8.5	扩展万用表的功能	76
8.6	电池的检查	78
8.7	引出线为何黑为“+”、红为“-”	78
8.8	小结	79
第9章	故障诊断工具的制作	80
9.1	题目	80
9.2	故障诊断的步骤	80
9.3	工具的制作	81
9.4	诊断工具的试用	86
9.5	故障诊断的技巧	87
9.6	电气的诊断	89
9.7	小结	89
第10章	元器件、电路及传感器	91
10.1	题目	91
10.2	输入装置——传感器	91
10.3	水位开关	93
10.4	电子电路传感器的展开	96
10.5	各式各样的传感器	98
10.6	小结	100
第11章	电器设备的电子控制	101
11.1	题目	101
11.2	电子开关	101
11.3	开关的各种功能	102
11.4	用晶体管实现电子开关	104
11.5	基本特性	104
11.6	点动开关	106
11.7	调光电路	108
11.8	小结	110
第12章	由光产生电	112
12.1	题目	112
12.2	光与电的关系	112
12.3	光敏感元件	113
12.4	测量光的强度	114

12.5	各种各样的应用	117
12.6	另一个实验	118
12.7	小结	121

第2篇 电子电路的制作与实验

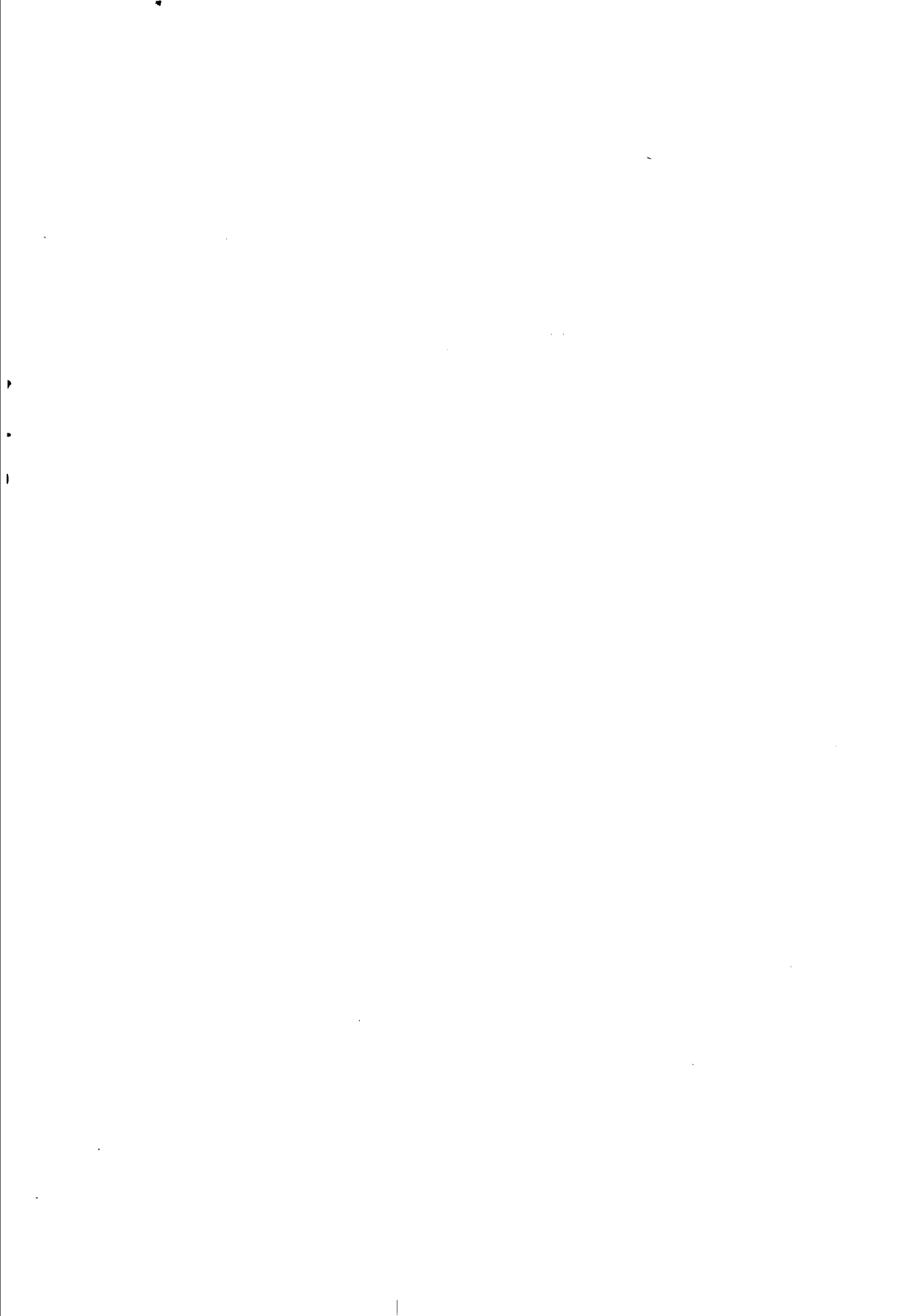
第1章	制作锗晶体管收音机	125
1.1	入门	125
1.2	开始动手	125
1.3	元器件与收音机的制作	127
1.4	调谐电路的原理	132
1.5	小结	133
第2章	便携式单晶体管收音机的制作	135
2.1	单晶体管收音机	135
2.2	使用的元器件	135
2.3	收音机的制作	138
2.4	晶体管的直流放大率 h_{FE}	141
2.5	测试与安装	143
第3章	双管来复式收音机的制作	146
3.1	用2个晶体管实现3个晶体管的来复式功能	146
3.2	电路说明	149
3.3	制作	150
3.4	阻抗的概念	153
第4章	稳压电源的制作	157
4.1	电源电路基础	157
4.2	稳压电源的制作	160
第5章	电子门铃实验	167
5.1	引言	167
5.2	振荡波形与音色	167
5.3	使用IC时的注意事项	168
5.4	电子门铃电路的工作原理	169
5.5	电子门铃的制作	174
第6章	滤波器电路实验	177
6.1	滤波器的概念	177
6.2	滤波器的基础知识	178
6.3	滤波器的制作	179

第 7 章 一位存储器实验	187
7.1 引 言	187
7.2 位	187
7.3 触发器实验	187
7.4 一位存储器电路	189
7.5 一位存储器的制作	191
7.6 存储器	192
7.7 实际的存储器 IC	193
第 8 章 光通信试验	197
8.1 引 言	197
8.2 光通信设备	197
8.3 需准备的物件	198
8.4 实验电路的制作	200
8.5 受光元器件实验	203
8.6 低通滤波器的功能	205
8.7 开始光通信	205
8.8 使用功率晶体管芯片	206
第 9 章 FM 无线话筒的制作	208
9.1 引 言	208
9.2 调幅与调频	208
9.3 电路的说明	210
9.4 元器件及功能	211
9.5 无线话筒的组装	215
9.6 动作确认与调整	216
第 10 章 DC-DC 转换器的制作	218
10.1 引 言	218
10.2 FET 的概念	218
10.3 FET 的特点	221
10.4 DC-DC 转换器的用途与原理	221
10.5 制 作	222
10.6 输出电压的测量	225
10.7 改 进	226
第 11 章 晶体管 OP 放大器的制作	229
11.1 引 言	229
11.2 OP 放大器的历史与特点	230

11.3	晶体管的缺点	230
11.4	用 8 个晶体管制作 OP 放大器	232
11.5	电路的原理	235
第 12 章	正弦波振荡器与交流电压计的制作	239
12.1	引 言	239
12.2	交流电压计的制作	240
12.3	正弦波振荡器的制作	241
12.4	交流电压计的工作原理	244
12.5	正弦波振荡器的动作	247

第 1 篇

从实验中学习初级
晶体管电路



第 1 章

用自制元器件搭建收音机

1.1 引言

从本章起,我们以“从实验中学学习初级晶体管电路”开头。很多的读者乍一看,会冒出“晶体管技术,又是老生常谈!”感想。不过我要告诉大家,这一次编辑部有一个新的构想,就是跳出以往的模式,以各类初学者为对象,用极其通俗易懂的语言来讲解这些技术。

去年,我在《晶体管技术》专集第 50 期的“初学者的电子学讲座特集”中,执笔撰写了面向在职和初级电子技术人员的讲义。此讲义在电子技术人员中拥有大量的读者群,给我留下了深刻的印象。

基于上述原因,本书的基本考虑是通过实验和制作让读者直接接触电子学的基础理论,尽可能贯彻研究性学习的理念,避免一味地纸上谈兵。

1.2 题目

本章的题目是“用自制元器件搭建收音机”。我们知道,收音机的商品套件很多,例如,在《CQ Hamradio》杂志 11 月期附录的“1995 电子套件目录”中,仅收音机套件就达 10 种以上。利用这些套件尝试制作都是一个模式,实际上不大涉及晶体管技术本身,因此,我的想法是从元器件开始。确切地说,就是使用在日本国内的任何地方都比较容易获得的材料,尽可能地用自制的元器件搭建收音机。显然,不懂元器件的结构就无法开展制作。因此,在理解的基础上进行制作一定是很好的学习方式。

我们进行的实验包括主要部件的制作、组装及 AM 收音机的接收。关于收音机的学习我们分两次进行。