



〔日〕 大久保陽一 著

高殿斌

魏匡伦

译

初级微电脑 图解 教程

电子工业出版社

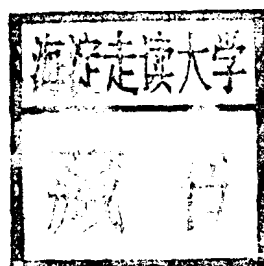
106
78/1

初级微电脑图解



〔日〕 大久保陽一 著

高殿斌 魏匡伦 译



0026587

~~023510~~

电子工业出版社

内 容 简 介

本书是〔日〕太平洋工业株式会社为培训该公司机械工程技术人员的教材。该书深入浅出、图文并茂、通过42个实验电路的制作，可以在短期内使根本不懂得微电脑的技术人员，快速掌握Z80初级微电脑的工作原理、制作及调试技术，并能基本学会使用Z80微电脑对机械装置进行控制的知识。

本书也适合于微电脑的初学者、工人及广大青少年阅读。

初级微电脑图解教程

〔日〕大久保陽一 著

高殿斌 魏匡伦 译

责任编辑 王惠民

*

电子工业出版社出版

(北京市万寿路)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国科学技术情报研究所印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 15 字数: 346千字

1984年4月第一版 1984年6月第一次印刷

印数: 77000册 定价: 2.40元

统一书号: 15290·59

原 序

微电脑（微计算机）是使机器具有智能（机器人便是典型的代表）的部件，其普及之广泛使人瞠目而视。今天，“微电脑”这个名词几乎每天都会不闻自见。

尽管微电脑的使用如此广泛。但是，事实上也有很多技术人员因为不懂得、不会应用，而感到苦恼和焦急。

本公司是制造汽车零件（诸如轮胎空气泵、阀门、阀芯以及金属冲压或树脂加工的轮罩等）和空气调节器零件的（如风扇盘管等）。从这些产品构成关系上来看，本公司曾存在过这样一种倾向，即是：电工与电子方面的技术人员，要比机械、化工方面的技术人员显得薄弱一些。

随着时代前进的步伐，为了事业的发展，本公司从几年以前就开始把注意力从以机械为主体的产品，转移到在原有的机械产品上装上电子设备，即研制所谓机电一体化的产品了。为此，在提高电子技术人员技术水平的时候，感到也有必要对机械、化工方面的技术人员，进行培训，使他们学会应用微电脑，从而增加懂得电子技术的人员比重。

可是，面对几乎不具备电工、电子知识的人员，要经过短期培训让他们达到懂得并能够应用的水平，这是一件非常困难的事情。

承担这项艰巨任务的就是本书的著者——大久保阳一先生。大久保先生运用自己学习微电脑的经验，开动脑筋，研究如何为外行人编写教材、提供实验器材。

他根据下述六项原则，编写了一份培训计划。即：

1. 教材中只编写必要的最精干的内容，应用中不常使用的概不编入。
2. 列有很多问题，让读者自己去判断，哪些内容是重点？自己能理解吗？
3. 实验器材按功能分成单元（部件），以易于——理解其功能。
4. 教材与实验器材密切相联系。把通过教材所理解的内容，全部用实验器材进行实际制作，以加深体会。
5. 各功能部件均按一定规格尺寸制作，使用接线座拆装自如，并能组装起来，进行各种工作的实验。
6. 特别注意讲授发生故障时的诊断方法。读者自己去发现问题、想办法、找措施，以使自己感到有实际能力，增强信心，立志于学成。

最初有24名初学者，由电工基础开始，培训到能够制作与应用微电脑控制机器的水平。后来，对再想学习的人，发放教材，组织自学，也取得了很好的效果。

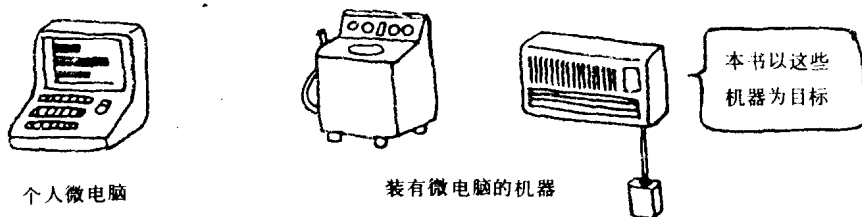
这种培训方法，取得了如此良好的效果。因而，不应该只局限在本公司内部，应把它介绍给想利用微电脑、而又不懂得、感到困惑的人们，这样做对社会才有一定的意义。正是因为考虑到这些，才决定将本书付诸印行。

太平洋工业株式会社（前）副总经理 小川雅久

1982年2月18日

前言

“掌握微电脑”有两种含义：一种是“学会使用由键盘和电视显示器等所组成的通用微电脑”。一种是“把智能赋予机械，并以此为目的，学会微电脑控制技术”。



现在，书店里陈列着很多书刊，因为不是按两种含义加以区分的（当然，其主要任务都是讲微电脑，不予区分也并不是错误）。所以，有很多人误解为：只要学会使用通用微电脑，就能对机械进行自动控制，或者说，只要买来单板机与机器配合起来，就能进行电视游戏，就能进行计算。当然，使用通用微电脑并不是不能对机械进行自动控制，使用单板机也并不是不能计算，但是，不能认为这些使用方法是恰如其分地、适宜地使用了微电脑。



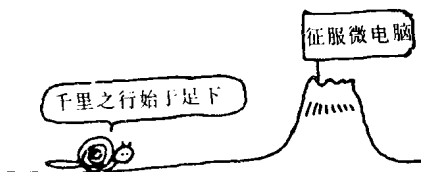
本书把微电脑的应用只限制在控制机械方面，从初学到应用，按基础篇、实践篇、应用篇的顺序反复地制作与实验，与此同时，还要动脑筋思考、动手实践去加深认识。

有句成语，叫“纸上谈兵”。笔者认为掌握微电脑控制技术也切勿“纸上谈兵”。自己手持烙铁、一边消除故障，一边装配，输入程序，观察微电脑的工作，这比读100册书、听10次讲座，能更加深入地理解微电脑。笔者相信，通过努力，自己动手使微电脑工作起来、那种欣喜之心情，将为您以后在微电脑的应用研究中，解决所遇到的种种难题，增添无穷的力量。

为理解微电脑，市场上有许多种练习用的成套元件。它们大多是成品，组装在大块印刷电路板上，初学者虽然可以弄清楚硬件及其工作原理，但是，似乎都不适合于体验其应用技术。

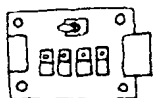
如何使初学者从低水平达到能够应用微电脑的水平呢？笔者经过悉心研究，提出了一种学习方法，即本书所介绍的：按功能单元（部件）独立地去制作与实验微电脑系统。

这种学习方法的出发点是：“无论表面看来多么复杂、多么艰深的装置，它毕竟是经过人们的思考，由小的动作积聚而成的。所以，只要逐个地去实验去理解，自然能认识整个系统”。

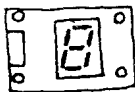


基础篇的教学目的是一种功能作一块印刷电路板，反复制作与实验，并进行焊接练习，掌握制作微电脑所不可缺的基本电路知识。

开关部件

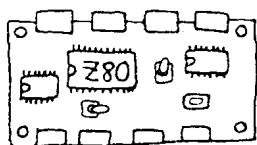


数字显示部件

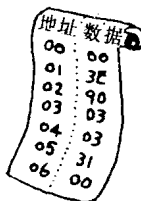


共有23种不同功能的部件

在实践篇中，分别制作微电脑的中央处理部件与存储部件等等，用它们组装成初级微电脑，并学习软件知识，再使用基础篇中所制作的部件，进行简单的应用研究。



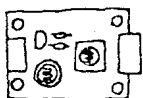
功能部件



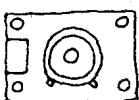
在实践篇中也研究软件

在应用篇中，使用光传感器、声音传感器、温度传感器等传感元件以及继电器、直流电机、压电蜂鸣器、扬声器、7段LED等执行元件进行实际应用研究

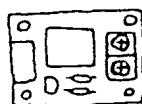
光控开关部件



扬声器部件



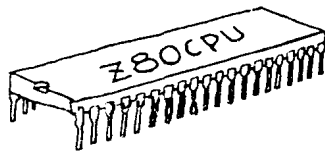
继电器部件



各部件用接线插座自由组合

按照以上安排，笔者所在的太平洋工业株式会社组织24名完全不懂电气的初学者，以自学研究会的形式进行了培训。研究会的学员对当时使用的教科书提出了许多朴素的问题与疑难之点，这些内容与测验结果，增补入原教材而形成此书。正因为如此，笔者认为：在微电脑专家看来，本书的表达方法过于幼稚，有很多不严密之处。但是，也要看到：本书的着眼点在于最终要搞懂控制用的微电脑，并能实际应用，所以如有前述缺点，也只好视若无睹了。

只要学会驾驶一种汽车，其它类型的汽车，只要看一看，也能熟练地驾驶。同样，只要掌握了一种机型的微电脑，在比较短的时间内也能掌握其它机型。正因如此，本书采用了以Z80为中心的微电脑系统。如果想使用其他微电脑，请查阅各厂商的资料或专业书刊。



只要能学会使用一种微电脑，
就能理解其它微电脑

最后，在完成本书和在本公司培训时曾受到公司(前)总经理小川哲也先生的鼓励，(前)副总经理小川雅久先生始终以研制部门负责人的身份给予指导，对此深表谢意。

另外，自学研究会形式的培训、受到了本公司技术委员会的大力支持，研究会的24名成员与笔者所在的研制组成员、都给予了很多指导和实际帮助，在此一并深表谢意。

太平洋工业株式会社

大久保陽一

1982年2月

《学习微电脑的秘诀》

1. 要选拜良师。虽然费用比自学为高，但是，得多失少。
2. 组成两人以上的小组进行学习。切磋琢磨的效果极佳。
3. 要花费时间，接触微电脑，进行充分练习。
4. 认真进行各部分工作的实验，充分理解其工作原理。然后，再总结对一个系统的体会。
5. 要有具体的应用目的，以实用化为目标进行组装。
6. 不要急于求成，不能一下子就想全都理解，过一段时间复习复习，必然能够理解掌握。

基 础 篇

在基础篇中，通过制作与实验23种部件，进行焊接练习和掌握装配微电脑的基本技能。如果能够较好地制作这些部件，并掌握其功用，便可以很容易地理解实践篇和应用篇。请不要急于求成，要扎实地一一吃透消化，等学到应用篇，就会得心应手的让微电脑按照您的意图来忠实地工作。

这些电路全部经过验证，实际组装后，均可运转，但不宜直接用于大批生产的机器中。所以，这些部件的设计归根结蒂请您把它作为理解微电脑的教材，在此范围内，加以利用。

目 录

基础篇

第1章	研究之前	(1)
第2章	制作电源	(3)
第3章	微电脑概述	(12)
第4章	制作实验用的辅助部件	(17)
第5章	制作逻辑检验器	(19)
第6章	打码开关部件的制作与实验	(22)
第7章	上拉电阻部件的制作与实验	(24)
第8章	下拉电阻部件的制作与实验	(26)
第9章	按键开关部件的制作与实验	(28)
第10章	反相器部件的制作与实验	(30)
第11章	H/L电平显示部件的制作与实验	(33)
第12章	数字显示部件的制作与实验	(36)
第13章	2进制→7段部件的制作与实验	(37)
第14章	振荡器部件的制作与实验	(41)
第15章	半导体开关部件的制作与实验	(43)
第16章	计数器部件的制作与实验	(46)
第17章	2进制→10进制变换部件的制作与实验	(48)
第18章	消除抖动部件的制作与实验	(51)
第19章	16进制→2进制部件的制作与实验	(53)
第20章	锁存部件的制作与实验	(57)
第21章	单脉冲发生部件的制作与实验	(59)
第22章	T触发器部件的制作与实验	(62)
第23章	存储部件的制作与实验	(65)
第24章	预置计数器的制作与实验	(70)
	基础篇问题答案	(73)

实践篇

第1章	初级微电脑概要	(81)
第2章	指令译码部件的制作与实验	(85)
第3章	4位数字显示部件的制作与实验	(91)
第4章	读写控制部件的制作与实验	(98)
第5章	存储部件的制作与实验	(104)

第6章	中央处理部件的制作与实验	(112)
第7章	输入输出部件的制作与实验	(121)
第8章	Z80CPU指令	(132)
第9章	微电脑系统的研制	(138)
第10章	LED亮灯程序	(142)
第11章	开关通断的检验程序	(144)
第12章	定数程序	(145)
第13章	LED自动亮、熄程序	(150)
第14章	LED亮灯移动程序	(153)
第15章	比较两数大小的程序	(154)
	实践篇问题答案	(157)

应用篇

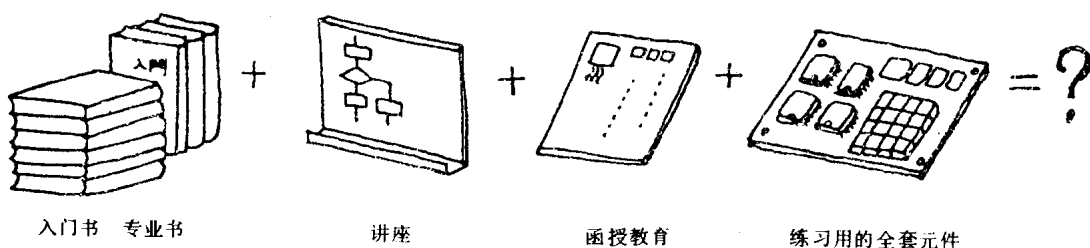
第1章	旋律部件的制作与实验	(165)
第2章	放大器部件的制作与实验	(166)
第3章	扬声器部件的制作与实验	(167)
第4章	光电开关部件的制作与实验	(171)
第5章	继电器部件的制作与实验	(173)
第6章	压电蜂鸣器部件的制作与实验	(174)
第7章	符号显示部件的制作与实验	(176)
第8章	音响开关的制作与实验	(180)
第9章	可变宽度单脉冲部件的制作与实验	(182)
第10章	控制直流电机部件的制作与实验	(185)
第11章	温度传感器部件的制作与实验	(190)
第12章	比较器部件的制作与实验	(194)
第13章	D/A变换部件的制作与实验	(196)
第14章	数字温度计的制作与实验	(201)
第15章	自动电子琴的制作与实验	(204)
第16章	数字钟的制作与实验	(212)
第17章	数字转速计的制作与实验	(216)
第18章	用单片微电脑制作数字温度控制器	(222)
	应用篇问题答案	(224)

第1章 研究之前

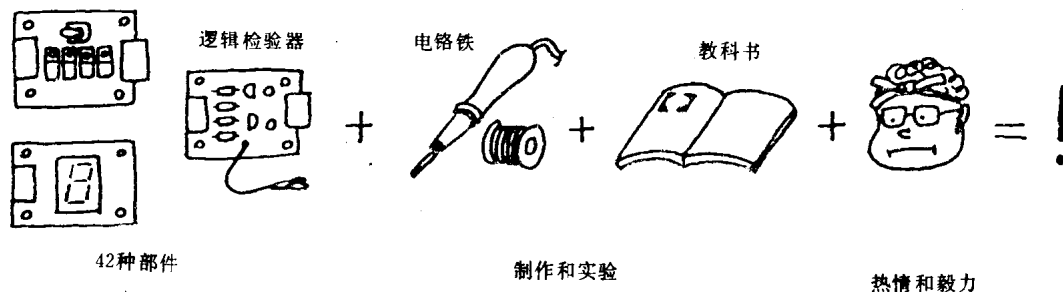
1. 引言

本书如序言所述，其对象是：不懂得电子技术和微电脑，而因工作关系需要把智能赋予机械，来掌握微电脑应用的人们，其宗旨在于使这些人理解微电脑的原理与工作，并学会简单地应用。

以前，有些人尽管几乎买了全部带有“微电脑”字样的书，一有机会就去参加学习班，接受函授教育，并购买了练习用的配套元件，但是，刚刚达到一知半解的程度就深入不下去了，往往半途而废，这些人也不要灰心，请借助于本书作最后的进军。



本书是通过读者自己动手组装42种部件，进行实验，并回答〔问〕所提出的问题，一步步地前进，由非常初级的水平，达到较强的应用水平，即使是初学者，也能在不知不觉中掌握使用微电脑的知识和技术。现在，笔者所在的日本太平洋工业株式会社里，有24人以前从未拿过电烙铁，现在制成了本书所阐述的微电脑，并正在开发其应用。



2. 必要的工具

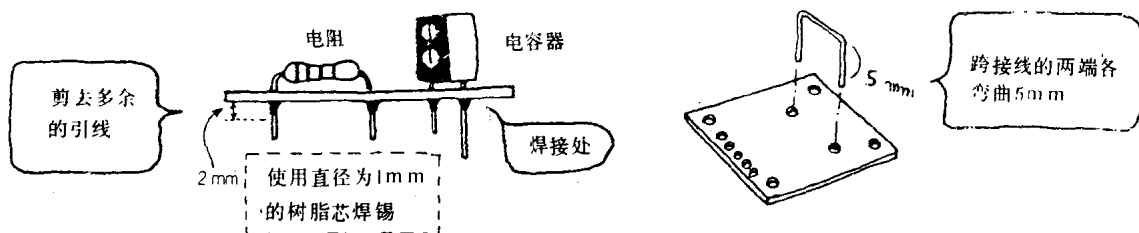
学习微电脑的捷径，就是自己动手去制作。也许有时不会一次成功，可是，找出其原因，考虑其改进措施，在这一过程中就会增添勇气，增长才干。

为制成微电脑，请准备如下四种工具。自己手头没有时，请到工具店去购买。

首先是电烙铁。需要用它把IC (Integrated Circuit——集成电路)、电阻和电容等焊接在印刷线路板上。

有各种各样的电烙铁，要选择烙铁头部较细的，耗电量为15~20W (W: 瓦，是电的功率单位) 的较好。不要买太便宜的，太便宜的烙铁，铜芯很快就会氧化，容易造成虚焊。

其次，要准备一把偏口钳子，用以切断焊在印刷线路板上的电阻与电容的多余引线。偏口钳子也有多种，请选择弱电工常用的较小钳子，切口要锋利，否则在切断引线时，印刷线路板会过分受力而造成破损。



另外，在制作微电脑时，常采用跨接线。当两条线交叉时，其中一条要跨在印刷线路板的上方，一般采用镀锡之类的金属线，这种线称为跨接线。

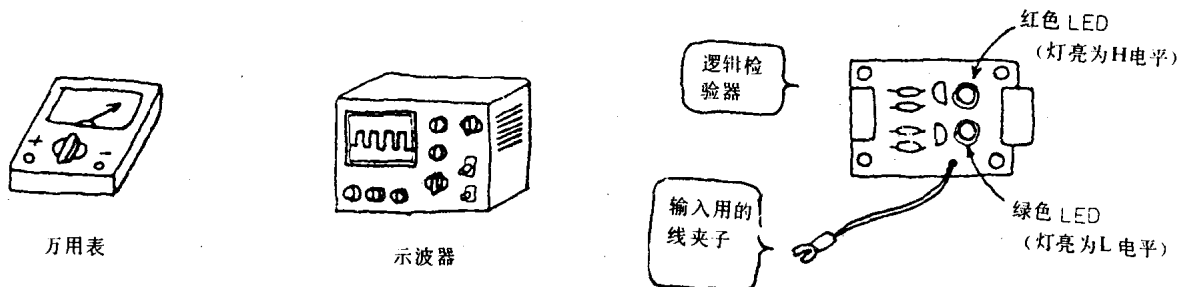
弯制跨接线时，使用尖嘴钳子。电工常用的小型尖嘴钳子即可。



此外，再准备一把拧螺丝钉用的十字头螺丝刀和从IC插座上拆卸IC使用的小型普通螺丝刀。

3. 便利的测试仪器

本书的宗旨是不使用专用的测试仪器来制作微电脑。为此，在基础篇要学会制作判别信号线与IC引脚为H（高电平——5V），还是L（低电平——0V）的逻辑检验器。



假如有这种逻辑检验器，即使没有其它测试仪器，大体也能制作出微电脑，因为它是由数字电路（以高电平H或低电平L工作电路）组成的。但是，若有万用表和示波器，则可以更加深入地了解微电脑。

万用表能测电阻、电压、电流的大小。当需要测定这些数值时，它是有用的。选购时，要检查万用表的电源电压大小，3V以上（使用两节以上电池）即可，这是为了便于检验LED（Light Emitting Diode——发光二极管）引脚的极性（检查方法后叙）。

示波器用来观察各部分的波形。例如，想了解振荡频率大小时，不能使用逻辑检验器与万用表，用示波器则简而易行。

4. 制作过程中的注意事项

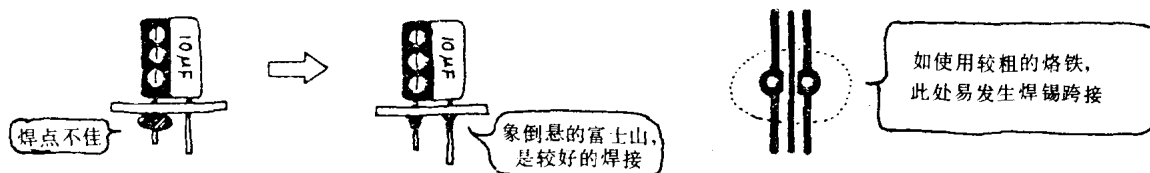
检验自己焊接的线路是否正常工作，而工作不理想的原因有90%以上是焊接不良。刚制

成时，不会是IC和电阻等元件的问题

焊接不良包括：锡焊跨接、虚焊、印刷线路破断等。

锡焊跨接是指焊锡把两条线路同时焊接上了，常常发生在把焊锡焊在IC的引脚与引脚之间。

虚焊是指乍一看象焊好似的，实际上焊锡仅仅附着在导线上，没有焊接成通路。



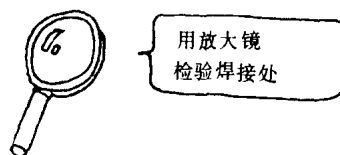
虚焊是由于烙铁加热不充分。如上图所示，焊锡被加热后应扩展到线路面上，焊锡冷却后，形状呈倒悬的富士山形。焊点发亮说明焊接良好，不发亮的是属于过热。

(1) 焊接时，是多一些焊锡好呢？还是少一些好呢？

提示：焊锡的量如果过多，容易造成焊锡跨接或加热不足，而发生虚焊。

(问) 的答案附印在基础篇的最后。

以上焊接故障，常常是因为匆忙焊接而造成的。所以，焊接工作应在明亮的自然光下，沉着地进行最为理想。另外，焊接后要用放大镜去检验焊点。



第2章 制作电源

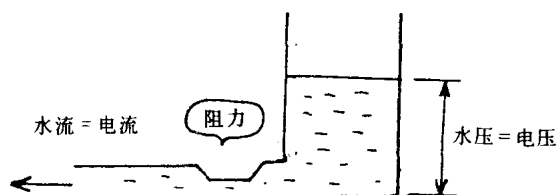
1. 引言

任何电子线路，要使其工作，必须具备电源，下面要研究的微电脑也是如此。首先，要试作电源。

2. 电压、电流、电阻

研究电路时，最低限度要知道的基本概念是：电压、电流和电阻。

理解电压、电流、电阻，常以水流作比喻，如用图解，如右图所示。



电压是使电流流动的力，单位是V（伏特），普通干电池为1.5V，日本家庭用电为100V（我国民用电通常为220V——译注）。

电的流动称为电流。依靠电流可使电器工作，使电灯发出光亮。电流的单位为A（安培）。

河流中若有大石块，就会形成阻力，阻碍水的流动，与此相似，阻碍电流流动的能力称为电阻。其单位为 Ω （欧姆）。在微电脑中，常用电阻来限制电流。

（2）电压一定时，由于电阻的作用，电流会怎样变化呢？

提示：请考虑，当水的压力恒定时，由于有阻力的存在，水的流动是怎样变化的呢？

3. 单位的换算

在电的体系中，其单位象质量的单位是t（吨）和kg一样，也有多种多样，归纳起来如下表。

名称 \ 系数	$\times 10^6$	$\times 10^3$	1(基准)	$\times 10^{-3}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-9}$	$\times 10^{-12}$
质 量	t	kg	g	mg	μg	—	—
电 压	—	kV	V	mV	μV	—	—
电 流	—	kA	A	mA	μA	—	—
电 阻	M Ω	k Ω	Ω	m Ω	—	—	—
电 容	—	—	F	—	μF	—	pF

在上表中，储存电荷的电容单位也予列入，以供参考。

（3）1 A等于多少mA？

（4）5 k Ω 是多少 Ω ？

提示：1 k $\Omega = 10^3 \Omega = 1000 \Omega$

（5）0.1 μF 是多少pF？

提示：1 $\mu F = 10^{-6} F$ 1 $\mu F = 10^6 pF = 1000000 pF$

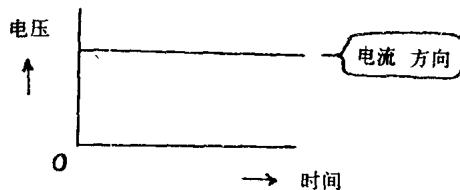
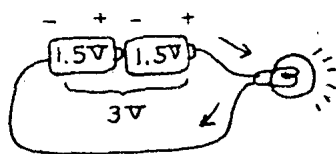
1 pF = $10^{-12} F$

如果对单位换算感到模糊，可以回忆质量单位之间的关系。

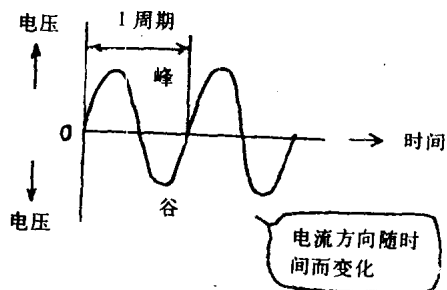
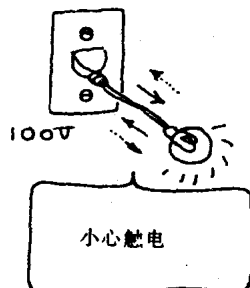
4. 直流与交流

电源有两种。一种是干电池或直流电源（电流的流动方向一定。缩写称DC-Direct Current）。一种是家庭常用的交流电源（电流流动方向随时间而改变，缩写称AC-Alternating Current）。

直流电压



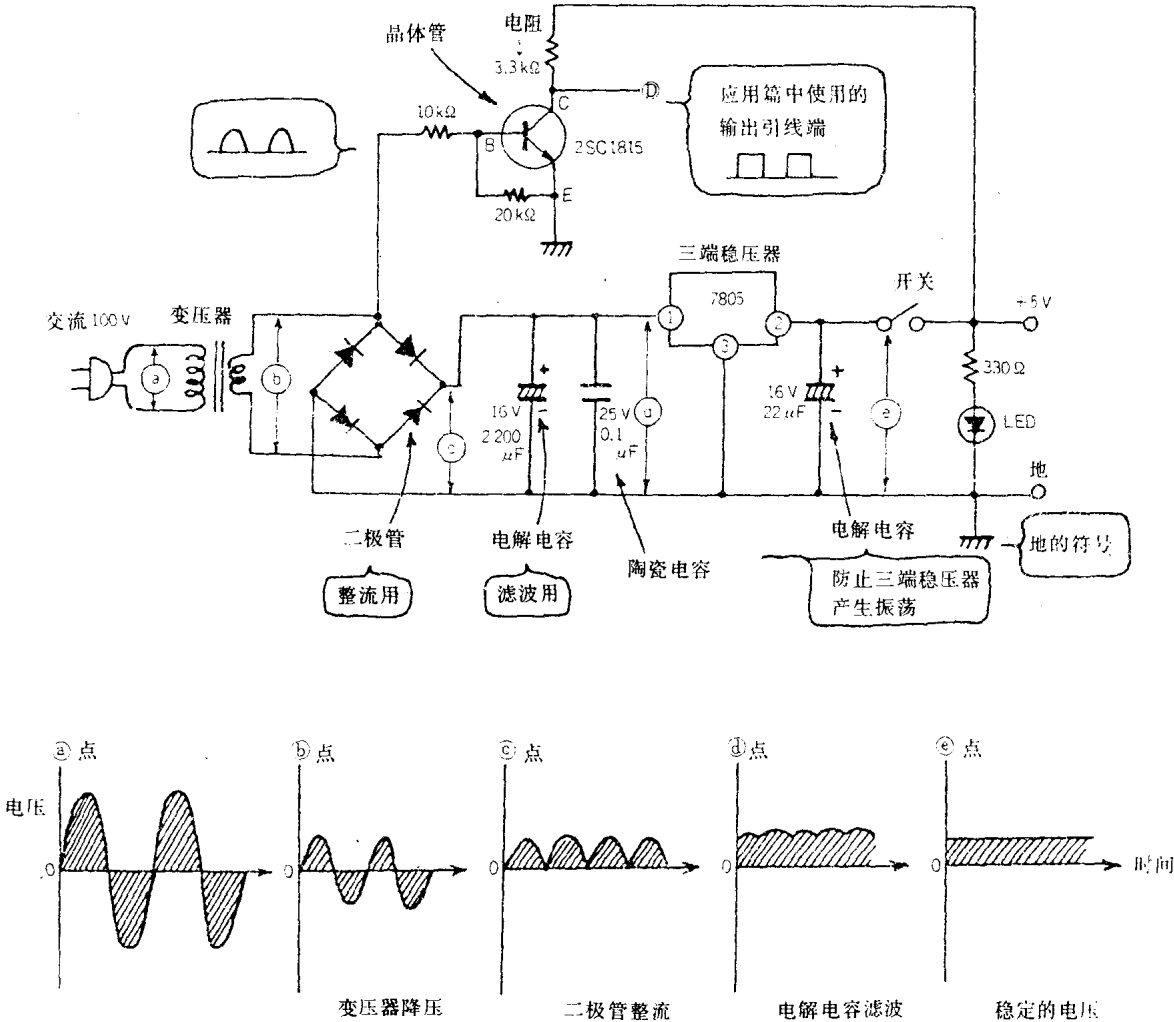
交流电压



我们所要研究的微电脑，是使用5V直流电工作的。所以，要制作能产生该电压的直流电源。

(6)交流电每秒钟的峰或谷的数目称为频率。用Hz(赫兹)表示。日本大坂地区家庭用电，1秒钟电源的波峰数为60，其频率是多少Hz?

提示：在日本，频率有50Hz的地区，也有60Hz的地区。(我国交流电的频率一般为50Hz——译注)



5. 电源电路

如果微电脑用干电池作电源，要求其电流为0.6A，因此，需要频繁地更换干电池。所以，要以家庭用的100V交流电源为基础，制作5V，0.6A的直流电源(我国市电为220V——译注)。

上图是理想的电源电路，一般在这种电路图中电流的方向从左向右，使用标准符号表示。下面依次加以讨论。

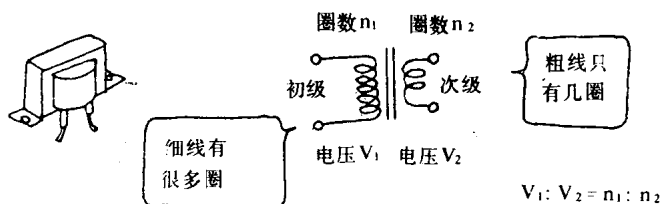
首先，用变压器将交流 100V（或 220V）降压。

变压器的次级电

压与次级电流分别为

（需要的电压 + 3）V，

（需要的电流 × 1.7）A。



（7）现在所要研究的微电脑，要求提供 5V、0.6A 直流电源，试求变压器的次级电压、次级电流。

提示：向变压器制造厂商提出规格要求时，最低限度要提出初级电压（在日本通常为 100V）、次级电压、次级电流。

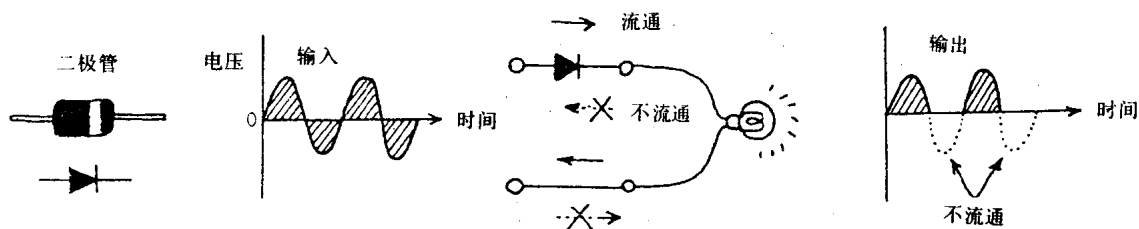
（8）变压器的初级电压与次级电压正比于线圈匝数。如果初级电压变化 ±10%，次级电压将如何变化？

提示：次级电压的变化与初级电压的变化成正比。

（9）如何检查变压器的输入端与输出端呢？

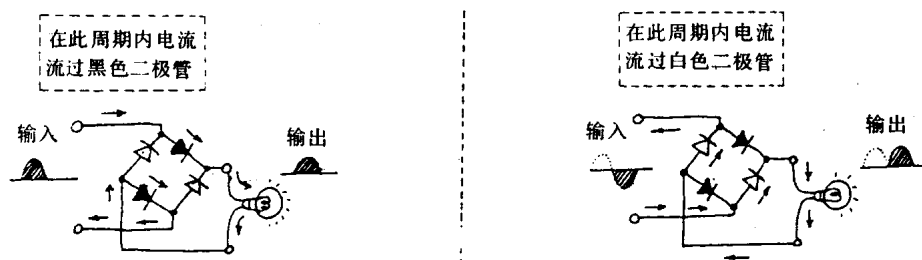
提示：有看外观与使用万用表两种方法。

下面讨论用二极管将交流电变为直流电（这叫做整流）的方法。



如图所示，用一个二极管整流，称为半波整流。这种方法是去掉交流电的一半波形，电路简单，但整流效果较差。

如果使用四支二极管，就能够进行低损耗的整流，称为全波整流。



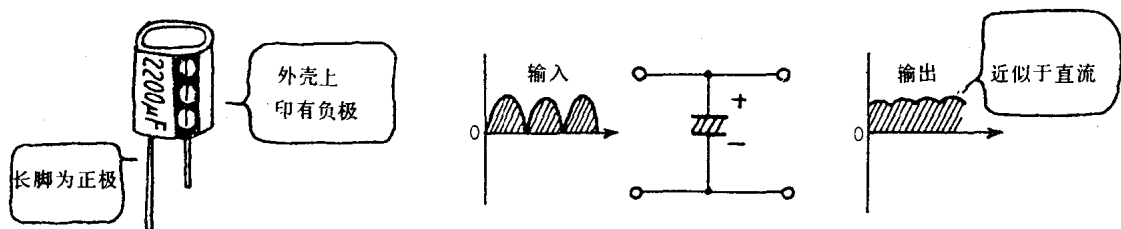
（注）电流必须从输入端进入，从输出端流出，不能从输入端流出。

使用的二极管，耐压程度应在（变压器次级电压 × 3）V 以上，电流容量应超过变压器次级电流。

（10）试求出使用次级电压为 8V，次级电流为 1A 的变压器时，全波整流电路中二极管的耐压和电流容量。

提示：耐压 = （变压器的次级电压 × 3）V 以上。电流容量 = 变压器的次级电流。

电解电容的作用是使脉动电流波形变为平滑（称滤波电容）。

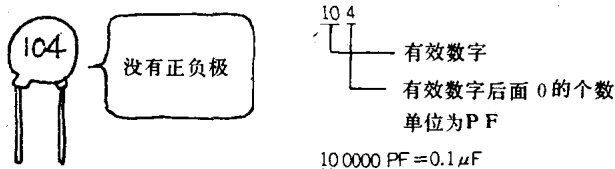


电解电容的耐压为（变压器的次级电压 $\times 1.4$ ）倍，容量为当电流1A时，由1500 μF 到2200 μF 。

(11) 使用次级电压为8V，次级电流为1A的变压器，试计算全波整流电路中，起滤波作用的电容的耐压和容量。

提示：耐压=（变压器的次级电压 $\times 1.4$ ）V以上。容量=变压器次级电流 $\times$ （1500~2200） μF 以上。

0.1 μF 的陶瓷电容和22 μF 的电解电容可防止三端稳压器起振。104等三位数字表示陶瓷电容的容量。



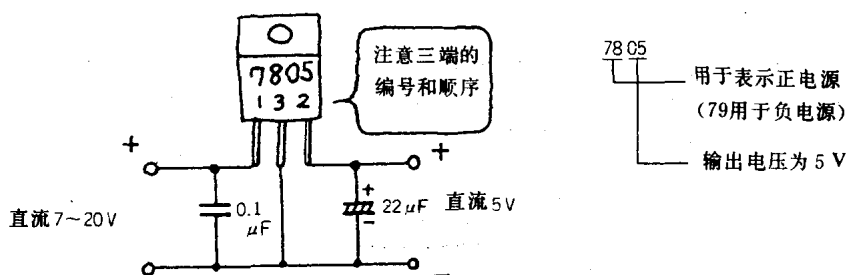
(12) 下列数字表示的陶瓷电容，容量是多少？

103 224 474

提示：尾数是3的为0.0□□ μF ，尾数是4的为0.□□ μF ，□中添入有效数字。

这种陶瓷电容的耐压标准，和起滤波作用的22 μF 电解电容一样，为（变压器次级电压 $\times 1.4$ ）V以上。

可是，这里所研究的微电脑，如前所述，其直流电源是5V，其允许电压变动范围为 $\pm 5\%$ 。所以，为使输出电压不会因为电源电压或负荷发生波动而变化，要使用三端稳压器。



三端稳压器的电流容量，应超过所使用的变压器次级电流。工作中三端稳压器要发热，其表面温度要求在100 $^{\circ}\text{C}$ 以下。所以，使用铝等材料制成的散热片。

(13) 三端稳压器的作用是什么？

提示：只保证一定的输出电压是不充分的，也有必要考虑输入电压。

(14) 制作直流12V稳压电源时，选购哪种规格的三端稳压器才好呢？

提示：电流容量为0.5A型时，78M05代号中添加M字。1A型什么字母也不添。