

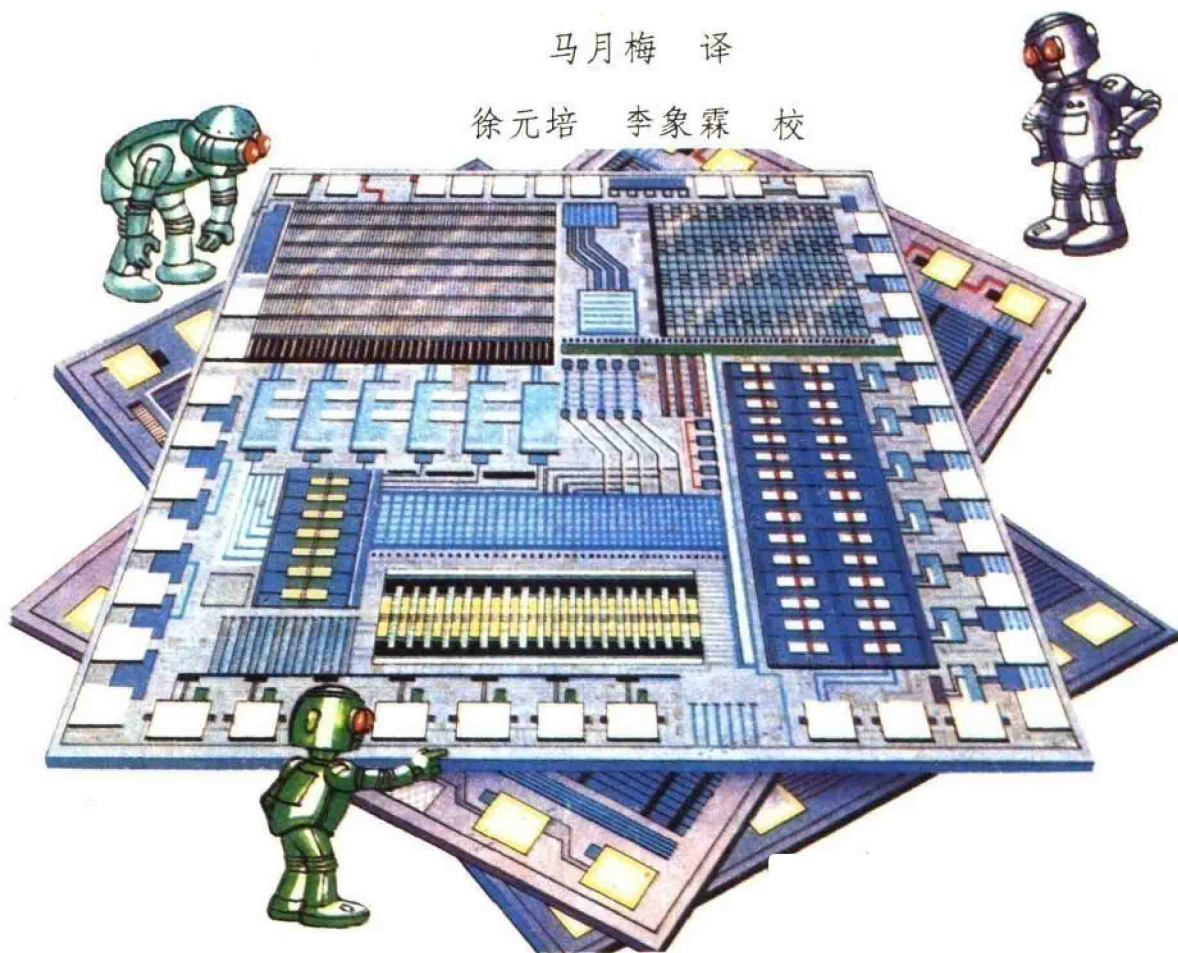
图解计算机丛书

芯片的奥秘

海伦·戴维斯 迈克·沃顿 著

马月梅 译

徐元培 李象霖 校



科学普及出版社

(京)新登字 026 号

内 容 提 要

近年来, 计算机技术以惊人的速度迅猛发展, 而芯片功能的不断完善在计算机的发展过程中起着举足轻重的作用。本书旨在帮助读者了解芯片的设计制作、种类和工作原理以及芯片的发展历程和未来趋势, 为进一步掌握和发展计算机技术奠定基础。

本书为图解计算机丛书 6 册之一。

Usborne Publishing Ltd. England 1983

*

图解计算机丛书

芯片的奥秘

马月梅 译

徐元培 李象霖 校

责任编辑: 张晓林

封面设计: 王序德

技术设计: 赵丽英

*

科学普及出版社出版(北京海淀区白石桥路32号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国科学院印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 3 字数: 100 千字

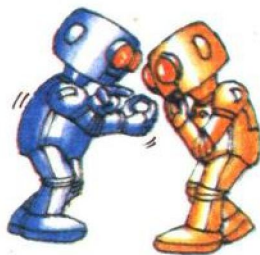
1992年5月第1版 1992年5月第1次印刷

印数: 1-10 000 册 定价: 3.00 元

ISBN 7-110-02454-7/TP·44

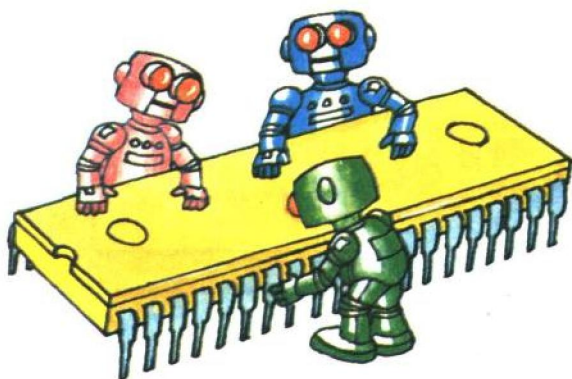
目 录

谈谈这本书.....	1
芯片是什么.....	2
芯片是怎样兴起的.....	4
讲一点电子学基础.....	6
芯片是怎样工作的.....	8
芯片的设计	10
怎样制做芯片	12
芯片的种类	14
存储器芯片	16
存储器芯片是怎样工作的	18
微处理器芯片	20
寄存器	22
控制电路	24
微处理器的时钟	26
怎样传输信息	28
再谈谈输入与输出	30
运算器(ALU)的内部电路结构	32
组成逻辑电路	34
运算器怎样进行运算	38
芯片的故事	40
组装逻辑电路指南	42
微处理器引脚图	44
芯片词汇	45

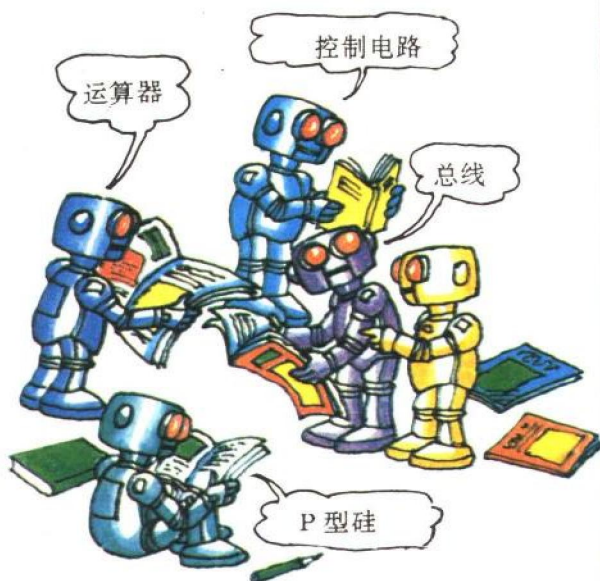


谈谈这本书

芯片,准确地说就是硅片,也叫集成电路,这大概是本世纪最重要的发明了。芯片很小,却能做很多事情,大多数人都觉得它很神秘。那么,你了解芯片吗?

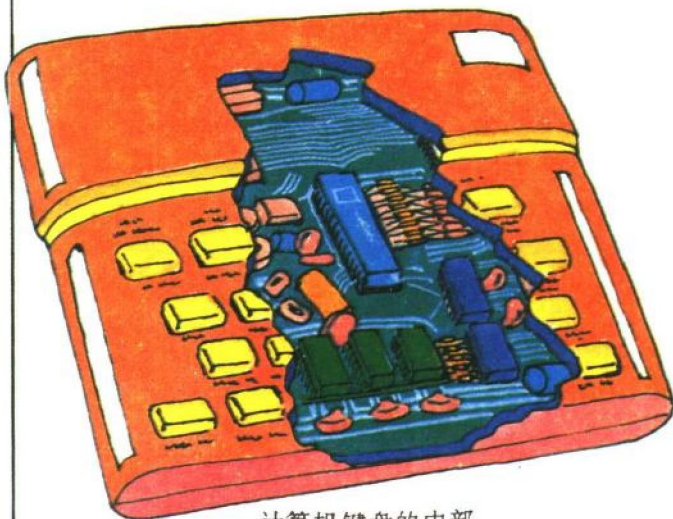


本书将介绍你可能感兴趣的内容,比如什么是芯片?它是怎样工作的?芯片都能做哪些了不起的工作?当你阅读本书后,还能了解到:芯片有哪些种类?它们各自都能做些什么?对于许多难懂的术语,本书也将给予解释。



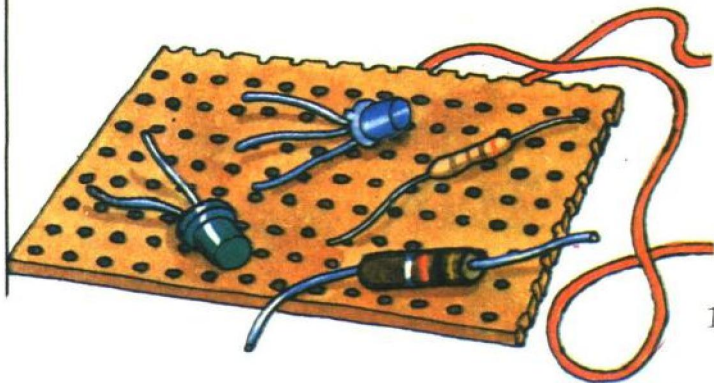
在微处理器的键盘下面,或者在你家里的洗衣机、电视机、计算器的内部,你都能看见一个小盒子,这就是芯片的外壳。本书所要介绍的芯片就在这个小盒子里面。

芯片可以控制汽车、手表、电话、电视机、医疗设备、交通指挥灯、自动装置、工厂以及许许多多的设备。它为什么能这样神通广大?阅读本书后你就会得到正确的答案。



计算机键盘的内部

自从1958年发明芯片以来,芯片发展非常迅速,直到现在仍然在继续发展。每当出现一个新的自动装置或功能更强的计算机,都是由于研制出了新的功能更强的芯片。比如,最新的一种芯片能够模仿极为复杂的人类语言,还能够识别语言的各种变化。这种芯片和所有的芯片一样,都只是利用一些基本的电子学原理来实现它们的功能的。为了加深对芯片的理解,本书将阐述一些电子学的基本原理,同时也介绍有关的一些科学上的发现,这些发现促使了芯片的发明。



芯片是什么

芯片是一种用硅材料制成的小薄片,它的大小大约是手指甲的一半。在芯片上面,布满了许许多多的微电路,通过这些微电路产生许多脉冲电流,芯片利用这些微电流,就能够完成控制计算机、自动化装置、宇宙飞船、计算器和其它各种设备所需要的操作。

电子器件是利用电流来完成操作的。因为芯片内的电路很小,它使用的电流也很小,所以,也称芯片为微电子器件。

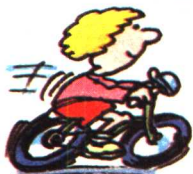


芯片的大小(大约 5 平方毫米)
如图所示。你看,和糖块相比芯片多小啊!

芯片是如何控制设备的?

利用电流做为信号,芯片就可以进行工作了。比如,发送和接收信息、进行计算和信息比较,还可以像一个小计算机一样进行逻辑判定。芯片所做的这一系列工作,也叫信息处理。芯片的另一个名字叫微处理器。人的大脑随时都在进行信息处理,请看

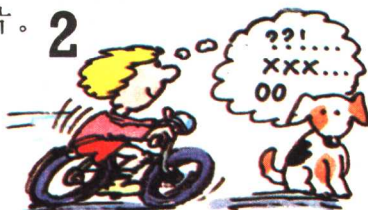
1



要使自行车移动,人的大脑就向人体的各个部位发送信息。比如:双手要扶稳车把,掌握方向;双脚要蹬踏脚蹬,使车轮转动;两眼要注视前方,以应付突然出现的情况。

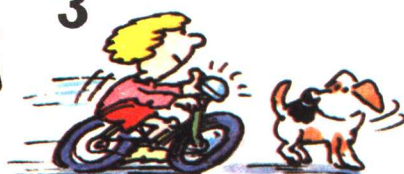
这是放大了许多倍的微处理器,你可以看到电子电路的复杂图形。

2



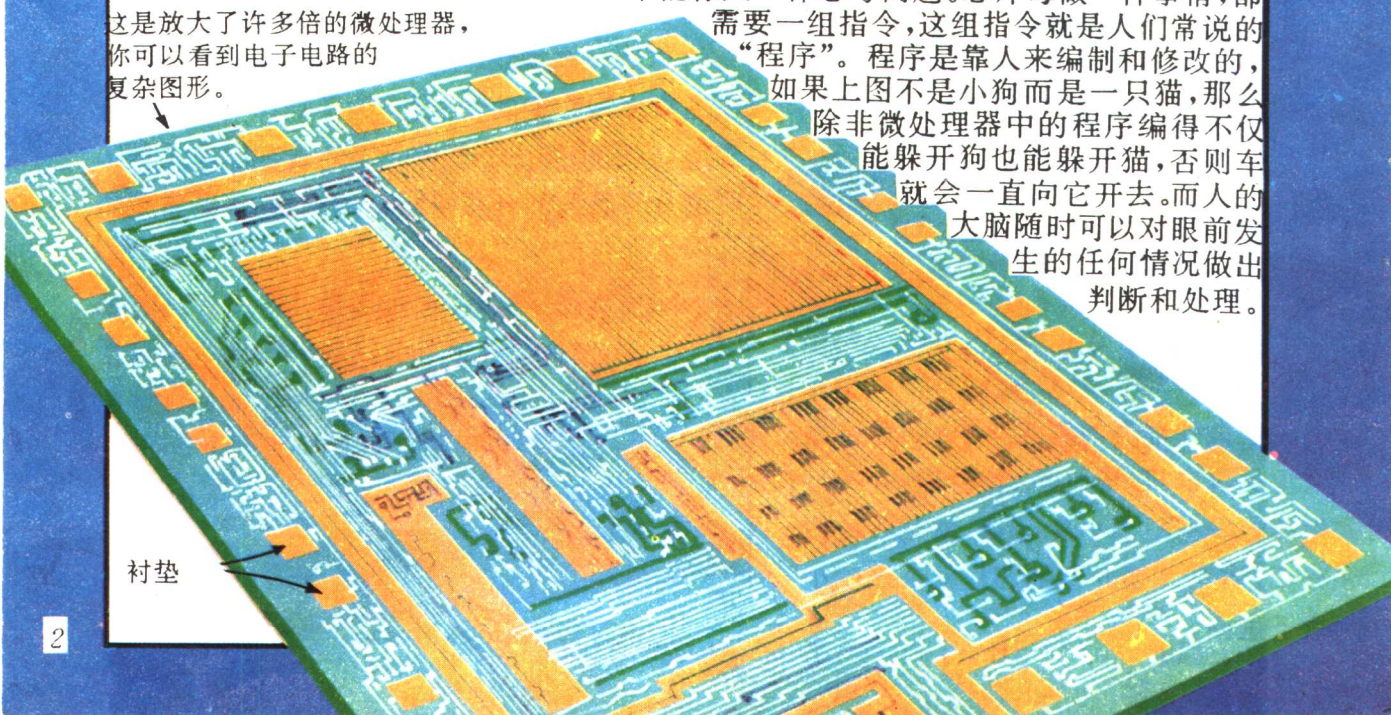
如果眼前出现情况,比如看见一只小狗,眼睛就向大脑发送信息,大脑便对信息进行判断和处理。

3

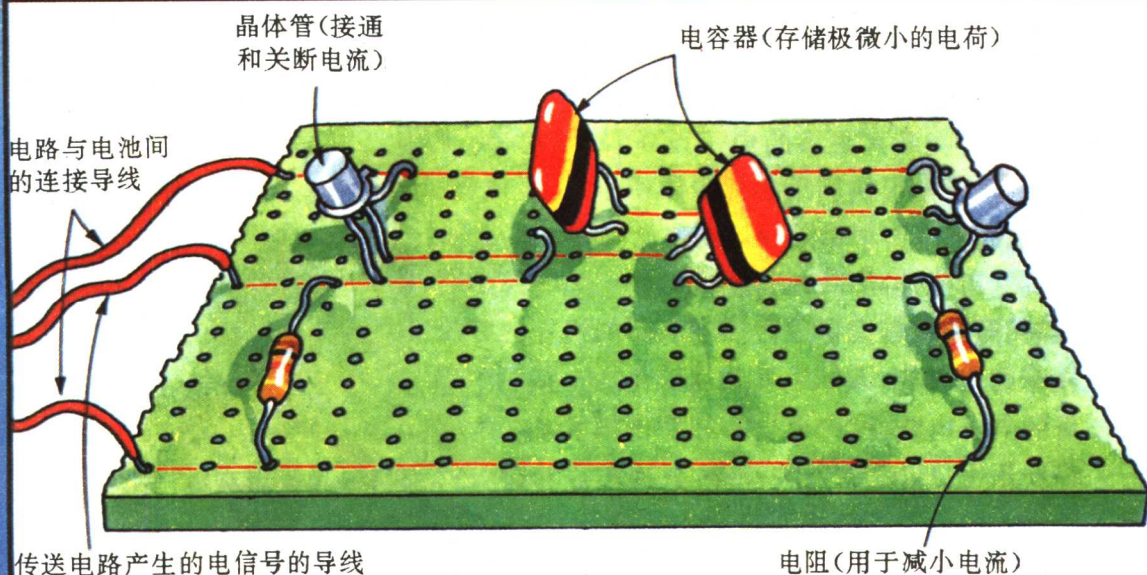


对于新的情况,大脑发出一组新的信号:摇动车铃,让小狗躲开。

芯片可以完成与人脑类似的功能,遗憾的是,它不能像人一样思考问题。芯片每做一件事情,都需要一组指令,这组指令就是人们常说的“程序”。程序是靠人来编制和修改的,如果上图不是小狗而是一只猫,那么除非微处理器中的程序编得不仅能躲开狗也能躲开猫,否则车就会一直向它开去。而人的大脑随时可以对眼前发生的任何情况做出判断和处理。



什么是电子技术



电子技术是控制和驾驭微小电流的一种技术,这些电流是由一些元件进行控制的。如果用导线把一些元件连接起来,就组成了电路。

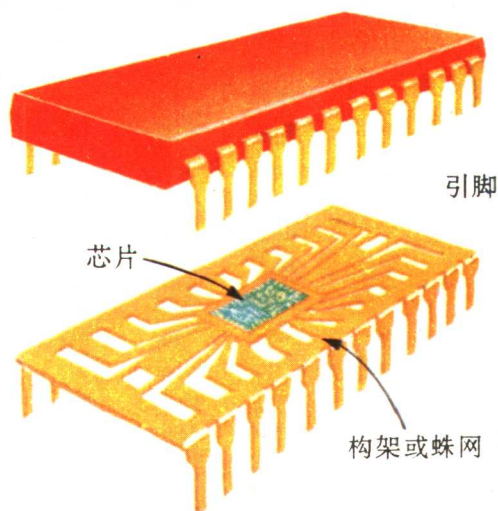
上图所示的电路中有三种元件:晶体管、电阻器和电容器。在电路板的背面有一些铜印制线,电路板正面的所有元件都是靠背面的这些铜印制线连接起来的。图中电路板上的点线表示电流沿元件之间的印制线流动的通路。

在一个微电子芯片上含有成百上千个这样的电路,只不过芯片中的电路比上图所示的电路小许多倍,它们都挤在一个小硅片上,组成这些微电路的元件,经过半导体工艺加工后制做在硅片上,由蚀刻在硅片表面上的微细的铝线把这些元件连接起来。所以芯片还有一个更恰当的名字——集成电路,为了简便,也称IC。由于半导体集成电路技术的发展,IC内所能容纳的电路数量一直在增长,也就是说,在同样的硅片面积上,可以容纳更多的元件和微细的铝导线。

芯片的封装

芯片封装在周围带有引脚的小塑料壳内。它的引脚是由镀金或镀锡的铜线制成的,它们都是良导体。引脚起着传送进出芯片的电信号的作用,还传送使芯片能进行工作的电源电流。

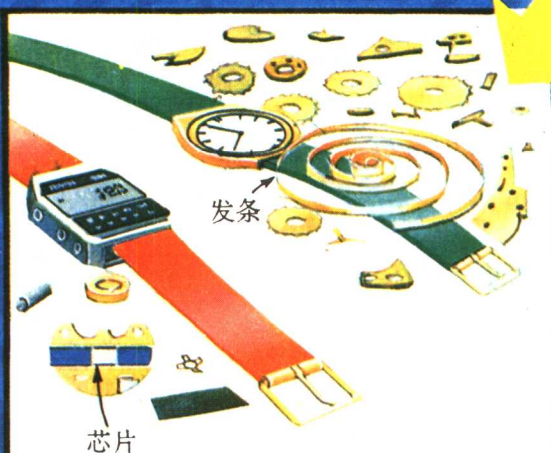
如果你打开塑料壳的顶盖,就可以看见芯片放置在中央位置,通过金属连线把芯片和引脚连起来。许多金属线组成的图案叫做“构架”,有时也称“蛛网”。用比人的头发还细的镀金连线把电信号从“蛛网”传送到芯片。这些镀金连线焊接在芯片周围被称作衬垫的点上。在第2页的图上你可以看到这些衬垫。



芯片是怎样兴起的

1950~1960年间的“空中竞争”十分激烈。美国为了在宇宙飞船上有限的空间内做更多的事情,即增加宇宙飞船的功能,要求设备的体积小而再小,以便在很小的地方内能装入更多的电子设备,从而发展了芯片。许多生产者则很快利用芯片的体积小、消耗电流少的优点,进一步生产了袖珍计算器和微型计算机。同时,芯片还具有可靠性高和价格便宜的优点,逐渐又取代了对钟表、照相机等设备进行控制的旧的机械的方法。就连原来的电视机、无线电广播以及电话交换机中那些笨重的电子电路,也由小小的芯片代替了。

芯片几乎可以控制各种机器,只要芯片的来自机器的电信号能转换为机器能够使用的信号,而信号也能转换为电信号。

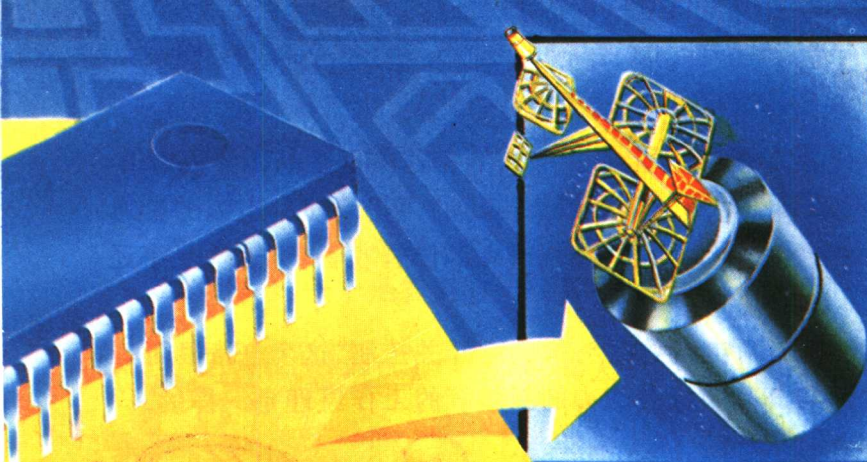


上图有两块手表,一块是机械手表,一块是电子手表。虽然,机械手表内有许多零件,但它的功能却很少。机械手表是依靠上紧的发条带动齿轮的转动,从而使表面上的指针走动而指示时间的。而电子手表只不过是在一块小小的芯片的控制下,就能够计时并显示出时间来,还能够显示日期和星期,也可以当闹钟或秒表使用。有的电子手表的表面还装有计算器呢!

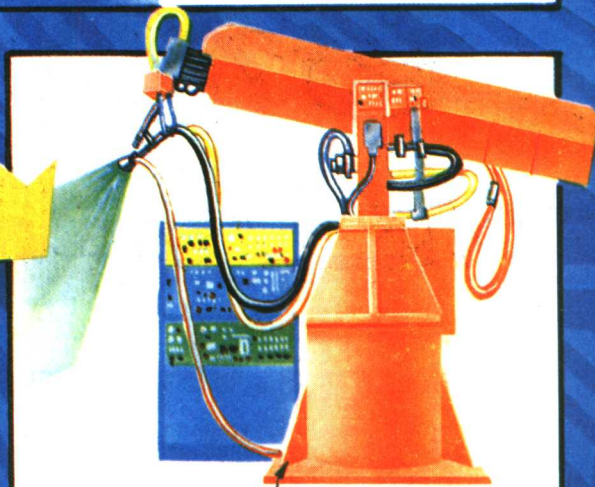
电子手表里的芯片所使用的电池最多可以使用5年。因为电子手表没有由于经常转动而极易损坏的零件,所以它比机械手表更准时可靠。



在计算机、计算器以及电视游戏机上有键盘或控制杆(也叫操纵杆),使用的人通过键盘或控制杆把想要做的事情转换为电信号,再由机内的芯片进行处理,然后仍用电信号把芯片处理的结果以数字、文字或图形的形式显示在屏幕上。



由于芯片体积小、计算速度快,已成为宇宙飞船上不可缺少的器件,因为在宇宙飞船上,为了调整控制,保证飞船的正常运行,许多复杂的计算必须在几秒钟内完成。对于这种计算速度和精度的要求,靠人是无法完成的。

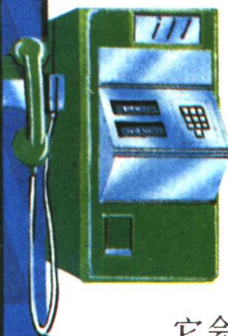


自动喷漆装置

一套工业上用的自动装置由许多独立的电动机提供动力,其中每个电动机控制自动装置的一部分,使其运转。由芯片控制各个电动机的接通与断开,就可以使自动装置完成一系列复杂的工作。



芯片可以控制许多家用电器设备、游戏机和玩具。例如我们常用的洗衣机。洗衣机内的芯片存储着洗衣的程序。当接通电源,按下一些键时,机器就自动把盖锁住并选择人们所希望的洗衣程序。程序用信号来开关阀门,控制水流的流入和流出,接通或断开加热器的开关,同时启动电机,洗衣机便开始工作,洗完后电机又自动停止。

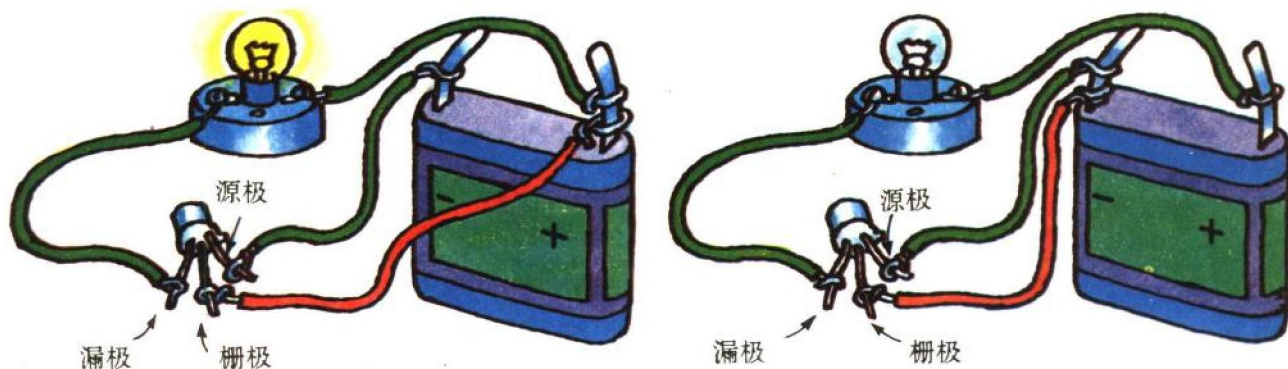


这是一个投币式电话,它的内部有一个芯片,用于记下打电话的人投入硬币的钱数和通话时间,并且计算价钱。如果需要找钱,芯片就发出一个信号,自动地把应找的硬币还给投币的人。如果电话机发生了故障,它会自动地通知维修人员……。如果投币式电话遭到破坏,它自己还会通知警察局。

讲一点电子学基础

芯片电路中的主要元件称作晶体管,实际上芯片所做的工作都是由晶体管完成的。晶体管很像一个电灯的开关,但是它不是用手而是依靠电压的力量来控制电流的接通与断开。晶体管已应用在许多电子设备中。例如:电视机和晶体管收音机,这些名字还是使用晶体管以后起的呢!

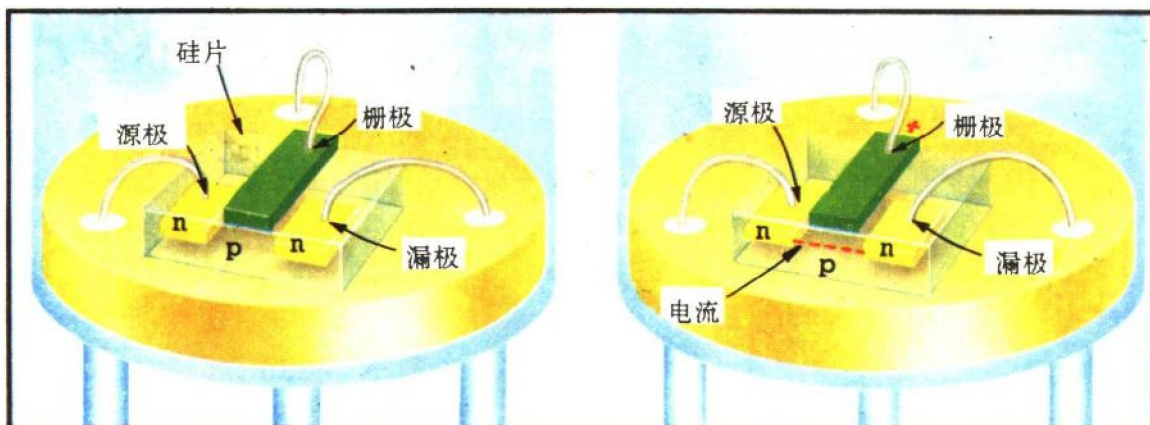
下图说明如何利用晶体管的电流对电灯的亮与灭进行开关控制。这个电路很简单,但图中所示的晶体管的工作原理与芯片中极其微小的晶体管的工作原理是一样的。



图中,由电池、晶体管和电灯组成简单的电路。在电池的作用下,电路中的晶体管产生电流,电灯才能亮。晶体管的三个管脚分别是源极、栅极和漏极。如果在晶体管的栅极加上一个电压,晶体管就会产生电流,此时栅极必须与电池的正极或高电压一端相接,如左图所示。如果栅极与电池的负极或低电压一端相接,那么栅极电压较低,电灯不亮。由此可见,只要改变栅极的电压,就可以对电灯进行开关控制了。

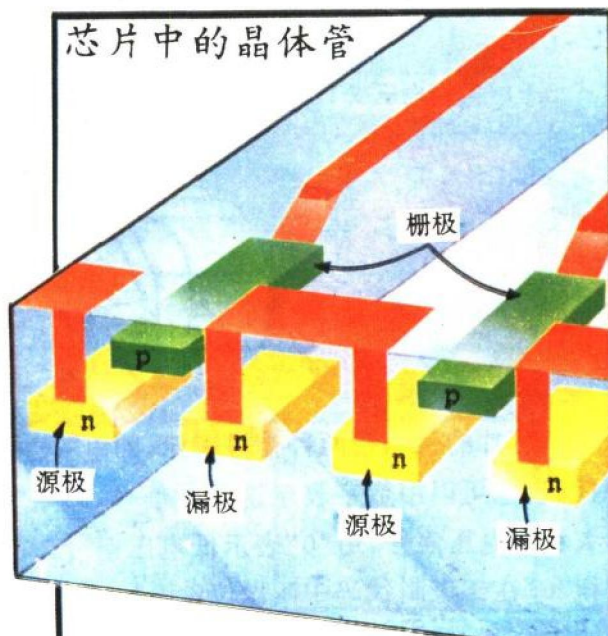
晶体管是怎样工作的

下图所示是被放大的晶体管的内部结构。晶体管实质上是一小硅片。硅是一种半导体化学物质,这种物质只有在一定的条件下才能导电。制做晶体管时,只要在硅片中掺入一些杂质,就形成带不同电的 p 型硅和 n 型硅。



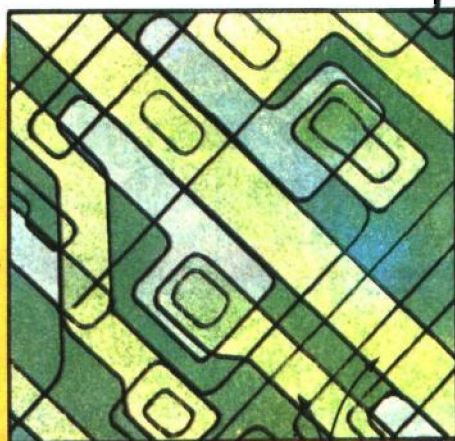
大多数晶体管在 p 型硅的垫底上有两个 n 型硅区, p 型硅使电流不能在两个 n 型硅区之间流动。当电压施加在 p 型硅上面的金属栅极上时,就将栅极附近的 p 型硅变为 n 型硅,此时电流就能通过晶体管。

芯片中的晶体管



芯片中的晶体管大小只有前一页介绍过的那种晶体管的几千分之一,但是,它们的工作原理是一样的。上图就是在芯片表面上紧挨着的两个晶体管。晶体管各极连接线是铝印制线,利用二氧化硅绝缘层把这些铝印制线互相隔离开。

芯片电路中的晶体管接收高电压时就导通,接收低电压时断开。晶体管的导通与断开又可以做为其它晶体的控制信号。



铝印制线

这张图是通过高倍显微镜看到的芯片,大约放大了 2000 倍。浅绿色的部分就是接到单只晶体管的源极、栅极和漏极上的铝印制线。

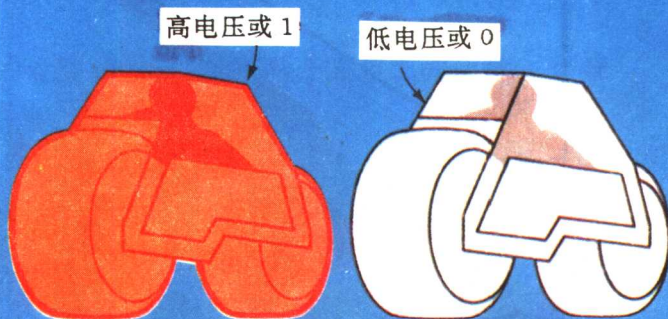
赛车用的芯片



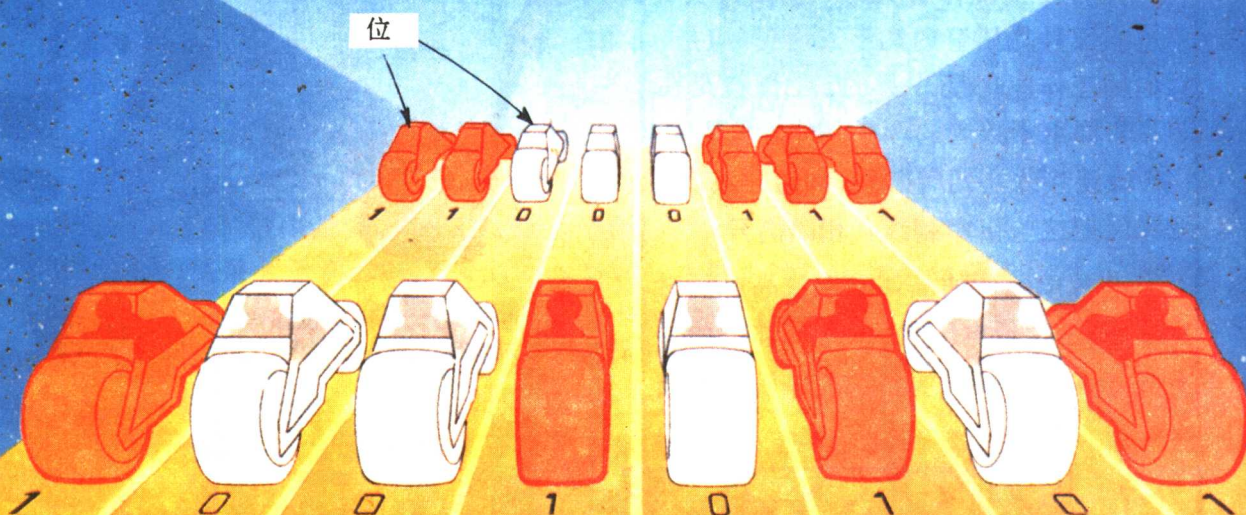
这个赛车的悬挂装置是由芯片控制的。芯片安装在汽车内部的电路板上。赛车时,芯片根据每一时刻公路路面情况和重量的分布,不断地调整悬挂装置。汽车各方面性能的详细情况通过驾驶员身后的小天线传送给计算机。这样汽车的悬挂装置就可以根据不同速度和公路条件进行调整。例如,在拐弯处就把它竖立起来。

芯片是怎样工作的

芯片电路中晶体管的导通与断开,产生了一串电信号,也叫做信号流。信号流可以用来表示数字、字母和其它各种信息的代码。实际上,在人们的生活中一直是利用代码来传达信息和解决问题的。比如人类的语言和使用的数制就是两种代码,唱歌时发出的声音也是一种代码。而芯片只有一种代码,这种代码可以表示许多内容。比如数目字、文字、图象、声音和动作。



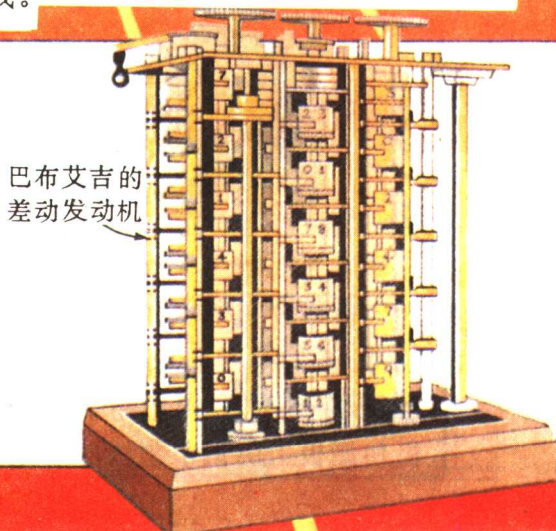
芯片的代码用两种信号表示,即电压信号代码。也可以用数字表示这两种信号,即用“1”表示高电压信号,用“0”表示低电压信号。“1”和“0”在二进制代码中叫做位(bit, binary digits 的缩写)。



在芯片电路内,代码以 8 位为一组进行传送。这种 8 位代码叫做字节,每一个字节是表示一个特定的数字、字母或其它信息(如:液体的温度、机器人手臂的位置)的代码。这 8 位信息分别在一条一条的铝印制线上传送,所以这些信息不会混合在一起。一组并行的 8 条印制线可以传送一个字节的的信息,这组线叫做总线。

为什么要用二进制

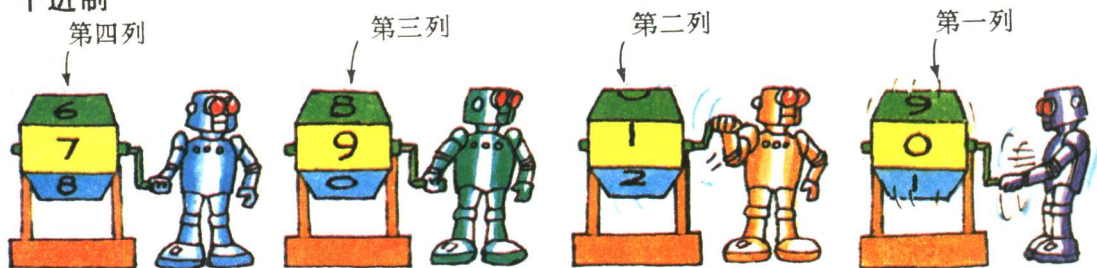
最初,人们试图制造用于计算的机器时,采用的是十进制,机器十分复杂又不能很好工作。1821 年首先由英国数学家查尔斯·巴布艾吉设计出这种机器。他用具有 10 个齿的齿轮(每一个齿轮表示 0~9 的数字)表示个位、十位、百位和千位。这些齿轮之间的连接十分复杂。实际上,这种机器制造后一直就没有使用过。



代码是怎样表示的

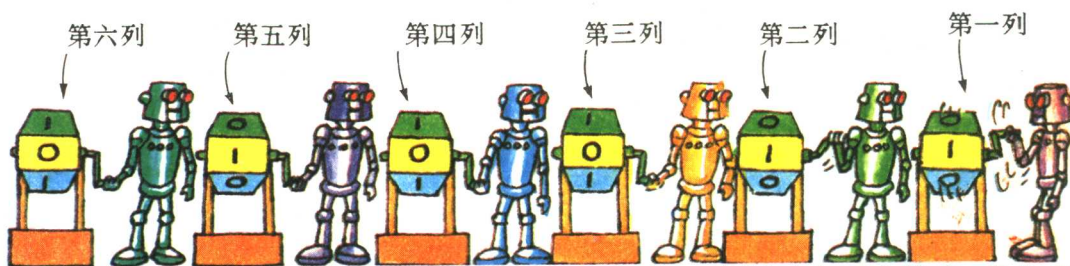
二进制也是一种数字代码,它的表示方法和人们常用的十进制相同。十进制有 10 个数字(0,1,2,3,4,5,6,7,8,9),要表示大于 9 的数,就要按照一定的规则组合数字。二进制也采用同样的规则,只不过是两个数字(即 0 和 1)进行组合。为了了解二进制的工作原理,我们先复习一下用十进制计数的规则。

十进制



用十进制计数时,从 0 计数到 9 后,就出现进位。要得到大于 9 的数,就需要用两位数字表示。它的规则是:当第一列计数到 9 后,就在第一列的左边增加新的一列,并写上 1,然后继续在第一列从 0~9 计数。每当第一列计数到 9 时,就在这一列的左边一列加 1。当第二列也计数到 9 时,就在第二列的左边再增加一列(即第三列),依此类推……。

二进制



用二进制计数的规则和十进制完全相同,但是二进制只有两个数字,我们只能从 0 计数到 1,就必须增加新的一列。用二进制计数时,开始的 0、1 和十进制一样,但是“2”就用“10”表示,“3”就用“11”表示,计数到“4”就必须产生第三列数字,即用“100”表示,“5”用“101”表示,6 用“110”表示,依此类推……。我们用二进制似乎很生疏,但只要掌握了它的规则,就会像用十进制那样用二进制进行计算了。(详见第 38 页)

数学家们知道,很早以前人们就用两个数字进行计数和计算了。但是直到 1936 年,一位名叫朱西的德国人才有了在计算机器上使用二进制的设想。虽然二进制显得冗长,而且人们不习惯,但是对于计算机来说是很理想的,因为采用二进制进行计算的机器,只要用有两种不同状态的元件,就可以代替那种具有 10 种不同状态的元件。

朱西是柏林大学工程系的学生,他和他的父母住在一起。他研制的第一台计算机叫做 Z1,就是在会客室的一角做成的。为了提高机器性能,朱西不断地加大机器,逐渐地使机器占满了整个房间。

Z1 机使用简单的机械开关表示二进制的“0”和“1”,并用灯泡显示计算结果。实际上,开关的作用和本书所讲述的芯片内的晶体管的作用是一样的。

芯片的设计

实际上,一个芯片是由几百个微电路连接在一起的,体积很小。如果这些电路都使用普通大小的电子元件和导线,芯片电路就会像体育馆的健身房那么大。

芯片设计者的任务是设计出各种专用的电路,并用最好的方法将所有的电路连接起来,使这些电路挤进尽量小的空间内。最初是用手把每一个电路刻画下来。而现在,许多试制或测试过的电路存储在计算机里,设计者以这些电路做为基础来设计新的芯片。这些电路是先用手工勾画出来,然后送入计算机的。

电路设计图

计算机键盘

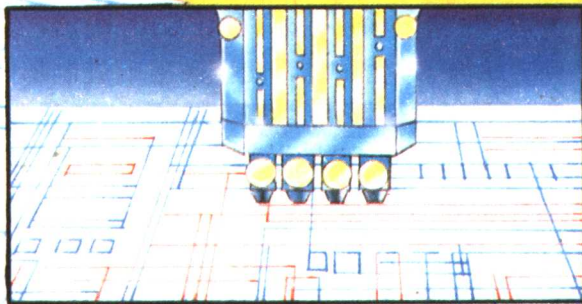
小平板和笔

▲ 这张图描绘了一个在计算机 TV 显示屏幕上显示的电路设计图(大约放大了 1000 倍)。设计者通过计算机的键盘打入指令,或者利用与计算机相连的专用的垫板和笔,就可以随意地增加或修改这些电路,然后将这些新设计的电路存入计算机中,并调出另一个电路显示在屏幕上。

以上设计完成后,设计者利用计算机找出一种最好的方法将这些电路连接起来。芯片的工作速度与芯片内电路之间信号传送路程的长短有关,路程越短速度越快,反之则越慢。芯片的工作时间是以毫微秒计量的,1 毫微秒等于 10^{-9} 秒。设计者的目的是将芯片中的电路越来越密地挤在一起,这不但使芯片的工作速度快,而且由于更多的电路被设计在同样面积的硅片上,使芯片的功能更强。

检验图

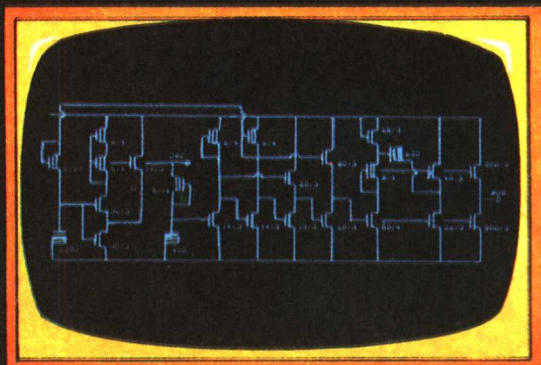
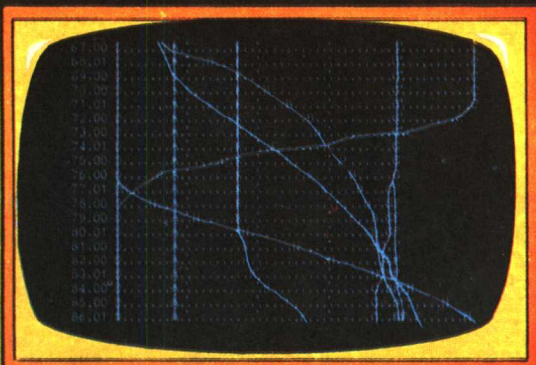
一种由计算机控制的绘图设备——绘图仪



当完成一个设计后,在计算机内存储着有关芯片内每个元件的精确位置和电路连接表,通过在硅片上制做不同的化学物质层,而将元件制做在硅片的表面。在计算机的控制下,用最精密的绘图设备(如上图所示)画出芯片各层的电路图,也叫做检验图。这种检验图的大小大约是实际芯片的400 倍,它的作用是对照总体设计检验每一层电路的图形。

测试设计结果

生产芯片所需要的生产技术十分复杂,以致不能产生一种测试方式。最后的设计必须由计算机模拟进行测试。模拟的意思是模仿一种情况的各个方面,便于人们能够看到进行某种工作的结果,而实际上并没有真正去做这些工作。

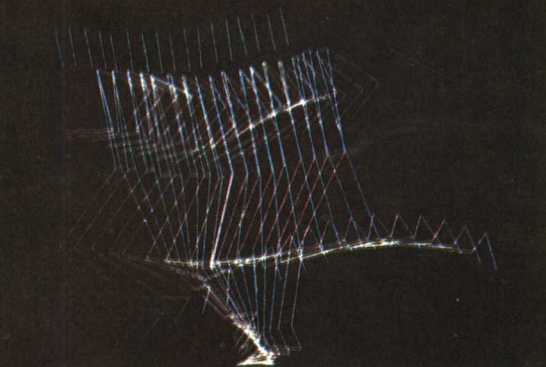


计算机可以模拟电流流过芯片电路的情况,表明晶体管开关状态以及电信号通过电路的途径。计算机测试设计结果时,并不表明电路中信号的实际移动,而是显示出特定电路中的电压变化图形。

测试新型芯片的工作十分困难,因为它的工作速度几乎总是比对它进行测试的计算机内部的芯片快。也就是说,计算机不能计算新型芯片的工作速度,而且要估算它的速度也必须进行复杂的计算。

再谈谈计算机模拟

▼许多计算机游戏都是模仿实际的情况,例如电子台球机。计算机可以产生台球桌上有许多球的图象,游戏者可以通过按钮选择,在精确的位置上瞬间击中球,然后计算机再现一个实际的球将要移动的距离和方向。

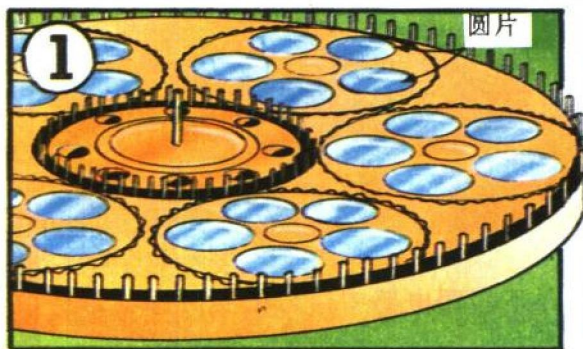


▲计算机仿真的另一个例子是分析和提高田径运动员的成绩。录有田径运动员运动的胶片在计算机的屏幕上转换为一串分解的图形,这些图形重新形成田径运动员身体各部位的准确运动。在计算机上修改某一部位的运动图形,研究其对分解图形的影响就可看出每一部位运动的变化所带来的效果。

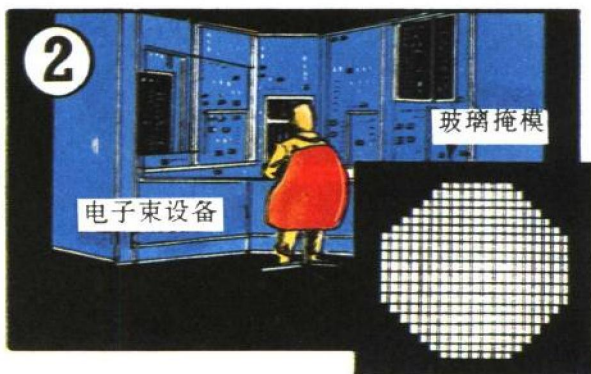
怎样制做芯片

要在大约 5 平方毫米的薄硅片上制做数百个电路,需要非常精密的生产技术。芯片上的元件是用微米测量的,定位时的精密度为 1~2 微米,1 微米等于 10^{-3} 毫米(本书一页纸的宽度约为 17 万微米)。芯片是在超净化防尘的工厂内,使用由具有专门技术的计算机控制的机器制造的。在制造过程中需要用高倍显微镜对芯片进行观察。

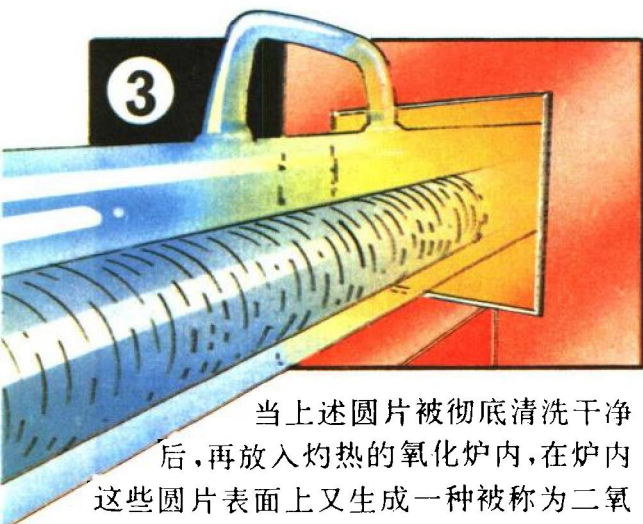
制造芯片时,将元件和电路连线置于硅片的表面和内部,形成 9~10 个不同的层次。下面将介绍芯片是如何制造的。



硅是一种化学物质(含于普通的沙粒中)。制造芯片时,在真空中生成圆柱形的纯硅晶体,然后:将其切成 0.5 毫米厚的圆片。把这些圆片放置在图 1 所示的机器上,这种机器将圆片表面磨得极其光滑。每一个圆片可以制成几百个芯片。



利用存储在电子计算机存储器里的电路设计程序,为芯片的各层制造一组“光掩模”,这种掩模是正方形的玻璃。用照相处理的办法或电子流平板印刷技术将每一层的电路图形印在每一块玻璃掩模上,因而玻璃上有的部分能透过光,有的部分不能透过光。这种玻璃掩模大小约 10 平方厘米,上面可以容纳几百个并列的芯片。

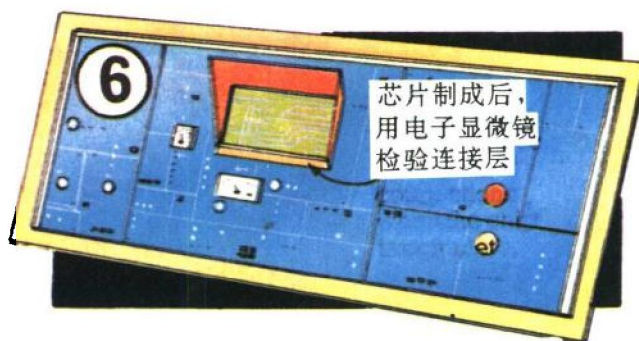


当上述圆片被彻底清洗干净后,再放入灼热的氧化炉内,在炉内这些圆片表面上又生成一种被称为二氧化硅的化学物质的薄绝缘层。然后再涂上一层软的易感光的塑料,这种塑料叫做光刻胶(或光致抗蚀剂)。这种处理和下述过程均适用于每一层芯片电路。

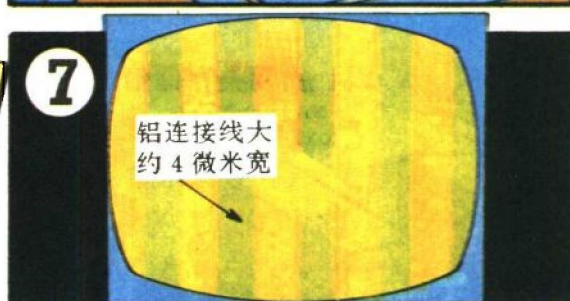


为了把电路图形从掩模移到硅片上,掩模要放在圆片的上方,以便使紫外线照射在圆片上,这样就使没有掩模保护的光刻胶变硬。然后用酸溶液腐蚀掉那些软的没有曝光的光刻胶(被掩模上不透光处所遮住的部分)及其下面的二氧化硅薄层,裸露的硅区部分再做进一步处理。

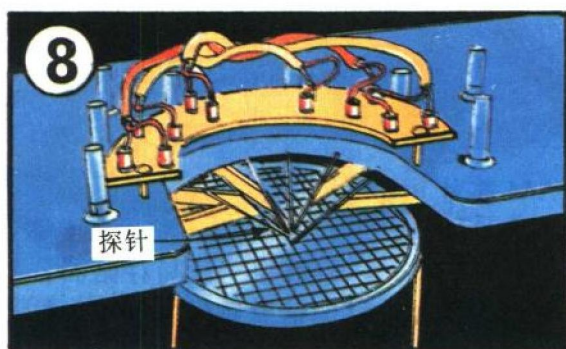
5 掺入头几层硅中的是化学混和物,称为掺杂物,用一种叫做离子植入法的办法将掺杂物掺入硅中构成元件的n型和p型部分(离子是带电荷微小粒子)。即把圆硅片放入一种专用的机器中,在这种机器中把化学掺杂物的离子打在硅片上。离子以极高的速度运动,用很大的力量冲撞圆片,由此掺入到受过曝光的那部分硅中。



在硅片上形成元件后,硅片上部是铝连接层。两层连接层之间被二氧化硅绝缘层分隔开。铝连接层由蒸发工艺生成,用掩模确定它的走线。



这张图把芯片的一个区域放大了,可以看到一粒微小的灰尘都会破坏铝的连接,并会损坏整个微电子电路。制造芯片的地方要保持空气流通,并进行空气过滤以保证其洁净。在这里工作的人员从头到脚都要穿着工装。



当整个制造过程完成以后,使用电探针针对每一个芯片进行检验。此时,大约70%的芯片是不合格的,要用红点做上标记。最后用钻刀或激光锯把圆片切割为独立的芯片,把不合格的淘汰,把合格品按照要求封装起来。



封装芯片时,用类似缝纫机的机器将金线焊接在芯片周围的衬垫上,再将金线连接到框架的金属接头上,然后罩上塑料壳,把引脚放倒。完成上述工作后,还要对芯片进行进一步的检验,看其是否在任何条件下,比如处于特别寒冷的环境或在室外,都能保持性能的稳定可靠。

芯片的种类

下面将用生动的插图介绍微型计算机中的主要芯片。在这些芯片中,微处理器芯片是最重要的,它具有控制计算机和其它机器所必需的电路。人们通常谈到的“芯片”多数是指微处理器芯片。但是只有微处理器,计算机还不能工作,必须有一种提供指令的电路,这组指令告诉微处理器做什么;还需要存放微处理器处理的信息的存储器;编码器将外界信号转换为电信号;译码器将微处理器处理后的二进制信号转换为外界信号,所有这些工作都是由各种不同的芯片完成的。

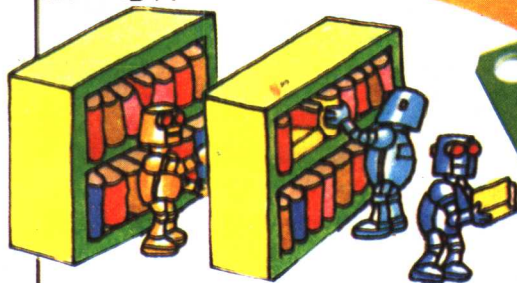
微处理器芯片

为什么说微处理器是最重要的芯片呢?这是因为当微型计算机对一种机器进行控制时,需要进行一系列的运算和逻辑判定,这些重要的工作就是由微处理器完成的。在微型计算机中,微处理器常被称为中央处理单元或 CPU 芯片。

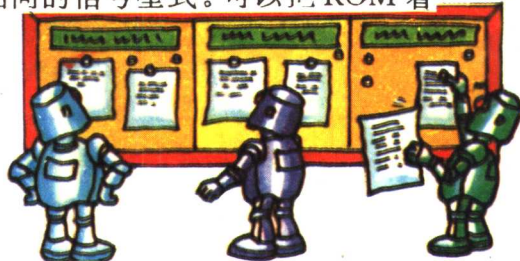
存储器芯片

目前,已经设计出两类存储信息的芯片。

ROM 芯片



ROM 是只读存储器(Read Only Memory)的简写。在 ROM 中存放的编码信息是永久性的,也就是说,当计算机断电以后 ROM 中的信息不会丢失,一旦机器通电,ROM 芯片仍保存原有的信息。这些信息在制做芯片时就存储在里面。制做时,将芯片内的晶体管开关按被存储的信息的码置位,安排成固定的“0”和“1”的码式。使用时,只要电流通过芯片,这些晶体管开关每次都产生相同的信号型式。可以把 ROM 看



做指令库,这些指令就是程序,微处理器的工作就是由这些程序指挥的。微处理器只能从 ROM 中读信息,而不能将新的信息存储在 ROM 中。

RAM 芯片

RAM 是随机存取存储器(Random Access Memory)的简写,有时也叫读写存储器。RAM 芯片中存储的信息是暂时的,微处理器随时可以从 RAM 中读出信息,也可以写入新的信息。当不再需要存储在 RAM 中的信息时,可以擦除。每次向 RAM 存储一组新的信息时,芯片中的各晶体管开关就重新置位,形成表示这一组新的信息的信号型式。

可以把 RAM 看做一块“记录板”,用来暂时记录微处理器进行特定运算的信息。

