

从电子器件的换代来看计算机的发展

罗盈军

电子计算机的诞生与发展,极大地推进了现代科学技术的发展。从第一台计算机诞生到今天,计算机已经历了四代,而四代机的划分是以电子器件的换代为主体特征。

电子管的发明和第一代电子管数字计算机

(1946~1958年)

1883年,美国发明家爱迪生(T. A. Edison, 1847~1931)发现了热的灯丝发射电荷的现象,并被称之为“爱迪生效应”。1889年,英国著名物理学家汤姆孙(J. J. Thomson, 1856~1940)解释了这种现象,并把带电的粒子称为“电子”,同年,英国伦敦大学电工学教授弗莱明(S. J. A. Fleming, 1849~1945)开始认真研究爱迪生效应,并且于1904年研制出检测电波用的第一只真空二极管,从而宣告人类第一个电子二极管的诞生。由于弗莱明的二极管在实际应用中比法国科学家布兰雷发明的粉末检波器稳定,因而在当年11月就获得了英国专利。不久以后,意大利科学家马可尼(M. G. Marconi, 1874~1937)就继承了弗莱明的这一专利。1906年,美国发明家德福雷斯特(L. Do. Forest, 1873~1961)在对弗莱明的二极管进行实验时发现,若在阳极A和阴极K的中间加上栅状的电极G,在G上加负的偏压就可以使阳极电流变为零。如果改变栅极电压,就可以使阳极电流发生相应的变化,这个实验结果使德福雷斯特高兴异常。由于德福雷斯特在二极管的两个电极之间增加了一个形状像栅栏的电极,用来控制电流的大小,从而制造出三极管。因而可以用较小的控制电压获得很大的输出电流或电压,具有放大信号的作用,在当时算是非常优秀的电子器件了,但随着时间的推移,三极管的不足之处渐渐表现出来。首先,放大倍数只有3~30倍左右;其次,阴极与栅极之间的电容太大,本身容易产生振荡。1913年,美国学者林格慕在三极管里增加

了限制使用和防止扩散核武器的一系列国际协议,却远远没有达到最终目标,即全面禁止核试验以至彻底销毁核武器。核能的发现是20世纪最伟大的科学成就之一,它确实为人类提供了具有无穷潜力

第二栅极,从而出现了四极管,其放大倍数可达160~600倍。1926年荷兰飞利浦公司首次发明了五极管。电子管的出现,推动了无线电电子学的发展。这一时期的计算机,其特征是采用电子管作为计算机的逻辑元件,运算速度为每秒几千次到几万次,它的特点是运算速度慢,体积大,成本高,可靠性低。

晶体管的诞生和第二代晶体管数字计算机

(1958~1964年)

早在20世纪初,人们掌握了电子在真空中的运动规律,发明了真空三极管(电子管),开创了电子技术的新领域。但是真空三极管的使用效率非常低,加上灯丝过热,使用时间短,特别是处理高频信号的效果不理想,科学家们一直在寻找新的材料来代替真空管的缺陷。位于美国新泽西州的美国电报电话公司贝尔实验室的科学家们在寻找更好的检波材料时,发现掺有某种极微量杂质的锗晶体材料整流性能比电子管要好。这期间,又有一些科学家在有关锗和硅的理论研究方面取得了进展,从而为晶体管发明奠定了基础。1945年秋天,美国贝壳尔实验室成立了半导体研究小组,这一小组由1936年进入贝尔实验室的肖克莱负责,成员有布拉顿、巴丁以及其他科学家。1946年半导体组做出决定,把注意力集中到两种最简单的半导体材料锗和硅上,经过反复实验巴丁和布拉顿制成了固体器件。他们利用两个靠得很近,间距为0.05毫米的触须接点来代替金箔接点,制成了“点接触型晶体管”。这一实验发现晶体管具有放大电流的作用。1947年2月6日,世界上最早的实用半导体晶体管问世了。它在首次实验时,能把音频信号放大100倍,其外形比火柴棍要短粗一些。

晶体管发明以后,它的发明者为了谨慎起见,并未急于宣布。一方面是一项发明诞生之后需要同行的反复验证,先应向有关科学家通报;另一方面有个申请专利和技术保密问题。由于这些原因,直到

的新能源,可悲的是,核能的发明首先被用于军事目的,制造出了威力空前巨大的毁灭性武器。但愿,广岛和长崎的原子弹爆炸成为人类核爆炸的绝响!

(兰州中国科学院近代物理研究所 730000)

1948年6月17日才正式获得了美国的专利,并于6月22日在贝尔实验室的大礼堂向该室工作的科技人员宣布。6月25日,巴丁和布拉顿起草了致《物理评论》编辑的两封信:《晶体管,一种半导体的三极管》和《在锲点接触中正向电流的性质》,肖克莱和G. L. 皮尔森也发表了论文。这几封信刊登在同年7月15日出版的《物理评论》杂志的第74期上,使全世界了解到晶体管的发明。晶体管的问世,被称为20世纪最重大的发明之一。它是微电子革命的先声,对电子计算机的进一步发展具有决定性意义。由于这项发明,巴丁、布拉顿、肖克莱同获1956年的诺贝尔物理学奖。

现在常见的晶体管有两种,即双极型晶体管和场效应晶体管,它们都是电子计算机的关键器件。前者是计算机中央处理器的基本单元,后者是计算机存储器的基本单元。

1948年,晶体管的发明大大促进了计算机的发展,晶体管代替了体积庞大电子管,电子设备的体积不断减小。1956年,晶体管在计算机中使用,晶体管和磁芯存储器导致了第二代计算机的产生。这一时期的计算机,其特征是计算机的逻辑元件用晶体管代替电子管,运算速度提高到每秒几十万次基本运算,同时计算机的软件技术也有了很大的发展,出现了高级程序设计语言。和第一代相比,它的体积小,耗电少,可靠性高。

集成电路的出现和

第三代集成电路数字计算机(1964~1975年)

晶体管的出现使电子设备体积缩小,耗电减少,可靠性提高,但对导弹,火箭,人造卫星和宇宙飞船来说,迫切地需要轻便小巧可靠的电子设备,晶体管已达不到这个要求,以一台中型电子计算机为例,它的电子元件数高达上百万个,单机元件增多,暴露出晶体管自身的缺陷。

为了克服晶体管的这些缺点,科学家想尽办法使它的体积变小,把组成电路的各种元件——晶体管电阻电容线圈继电器开关等元件统统制作在一块半导体晶片上,晶片就得到充分应用,一小块晶片就变成一个完整的电路,这样以来,电子线路的体积就

大大缩小,可靠性明显提高,这就是初期集成电路的构想。集成电路是制作在晶片上的一个完整电路,是通过半导体集成技术,将大量的分离元件集成在只有几平方毫米大的一块硅片上。

这一时期的计算机,其特征是用集成电路代替了晶体管电路,这样大大缩小了计算机的体积,也提高了计算机的速度,可以达到每秒几十万到几百万次基本运算。由于小规模和中规模集成电路的大量使用,第三代计算机总体性能比第二代电子计算机提高了一个数量级,这时计算机在科学计算,数据处理和过程控制方面得到更加广泛的应用。

大规模集成电路和第四代

大规模集成电路数字计算机(1975年以后)

在单块晶片上能集成100个以上门电路的集成电路称为大规模集成电路,而把能在单块芯片上集成10000个门电路的集成电路称为超大规模集成电路。1969年出现了第一块大规模集成电路,之后随着大直径硅单晶材料性能的提高及离子束和新隔离技术的应用,特别是光刻工艺精度的不断提高,使制作在晶片上的电子元件的几何尺寸越来越小,于是在70年代中期,超大规模集成电路问世了。大规模和超大规模集成电路的出现,打破了电子元件和电子线路之间存在着传统界限,使两者开始融洽起来,并导致了电子学的系统设计观念的重大变革。

由大规模和超大规模集成电路组装成的计算机,就被称为第四代电子计算机,这一时期的计算机,其特征是以大规模集成电路来构成计算机的主要功能部件,主存储器采用了集成度很高的半导体存储器,运算速度可达每秒几千万次到数十亿次基本运算。大规模和超大规模集成电路的出现,把电子计算机的运算器和控制器等核心部件制作在一块集成电路块上,这就使得计算机朝大型化和微型化发展成为可能。微型计算机的出现和迅猛发展是计算机发展史上的重大事件。

(陕西省西安市26中学 710001)