



纳米科技与计算机技术

宫自 强

(华北航天工业学院 河北廊坊 065000)

纳米科技(Nano-ST)——这一 20 世纪 80 年代开始兴起的高新科学技术,已随着时代的步伐和我们一起进入了 21 世纪。纳米科技是研究由尺度在 0.1~100 纳米的物质组成体系的运动规律和相互作用以及实际应用中的技术问题的科学技术。它以研究分子、原子以及包括电子在内的微观粒子的运动规律和特性为基础,从而达到控制和利用在纳米尺度内物质特有的物理性质、化学性质等微观特性,实现创造新材料、新器件等。专家们普遍认为纳米科技将是 21 世纪信息技术、材料科学和生命科学产生本质飞跃的核心动力,纳米科技将对人类的社会生产模式、生活方式和思维模式产生深刻的影响。

通常我们把客观世界分为两大领域:一个是宏观领域,通常是指以人的肉眼可见的最小物体为下限,上限至整个宇宙;另一个是微观领域,是指以分子、原子为最大上限,下限是无限小的范畴。其实在这两个领域之间,还存在一个充满极大生机的介观领域,它的尺度范围为 100 纳米到 0.1 纳米,在这个范畴内,电子所具有的波粒二象性中的波动性得以充分展现,电子波函数的相干长度与物质体系的特征尺寸相当,以至于不能再把电子视为在外电磁场中运动的经典粒子,即电子的波动性在输运过程中被充分地体现。

我们现在使用的计算机为数字电子计算机,其关键技术是用微电子技术制备的晶体管集成电路芯片。其根本机制是利用电子所具有的粒子性,通过控制电子的集群运动,最终达到信息处理等功效。但自从 1959 年世界上第一块半导体集成电路问世开始到现在的超大规模集成电路,随着元件尺寸的不断变小,电子的粒子性已被使用得即将达到它的物理极限。而电子的另外一种重要性质——波动性,却是刚刚开始展露头脚,并且要大显身手。以电子波动性为基础的纳米电子学是当前纳米科技中的

一个分支。就像 30 年前微米科技产生的微电子器件给信息技术带来革命一样,纳米科技产生的纳米电子器件将再次给信息技术带来革命性的变革。

现在以电子波动行为来工作的纳米电子器件已经研制成功,这种器件体积微小但容量极大,工作速度极高但功耗特别低。1998 年夏,荷兰的一个研究小组用纳米管制造出世界上第一个能在室温下工作的单分子晶体管,其直径只有 5 个原子左右的长度,这是人类历史上第一个原子尺寸的电子元件。同时,IBM 公司也展示了用碳纳米管制造的单电子晶体管。

利用纳米科技制造的单电子晶体管是依据库仑堵塞效应、单电子隧道效应和宇称效应等物理学原理,设计和制造的纳米结构器件,其工作原理是通过控制单个电子的运动状态,而达到数据表述、信息处理的功效。这种单电子晶体管尺寸很小,只有几个纳米大小,如果把它们集成起来做成计算机芯片,计算机的体积和耗电量将超大幅度地减小,而计算机的运算速度和容量将以无法想象地倍数增加。保守地估计,这种计算机的运算能力可达到当前最快的奔腾芯片的数亿倍。尽管根据量子力学的规律,电子有隧穿效应存在,这将给单电子器件的控制带来一定的困难;尽管人们还不太清楚如何把这些单电子器件组构成集成电路;尽管人们还不能确定应如何编制程序来控制这些单电子器件的运算和数据处理,但这毕竟是一个新的伟大开端,就同 1946 年的第一台电子管计算机问世一样重要,单电子器件将构成全新概念的计算机。

在纳米科技的支持下,量子计算机框架体系被普遍认为是较为现实的新概念计算机体系。它利用以电子波动性设计的单电子集成电路为核心芯片实施数据处理,采用“量子蜃景”等技术实现原子级电路,用“囚禁”原子的小颗粒量子点制造量子磁盘来

存贮数据,配合相应的控制程序,实现完整的量子计算机体系。

光子计算机也是当前计算机技术发展的一个重要方向,但如何进行光运算是其中至关重要的核心技术。现在英国科学家应用纳米科技研制出了一种尺寸只有4纳米的复杂分子,这种分子具有明显的“开”“关”特性,完全可以表示二进制运算中的“0”“1”逻辑,而且“开”“关”状态保存时间长,可以用激光驱动其“开”或“关”,反应时间极短,或者说处理和计算速度极快。这一重要成果为光运算的实现奠定了基础,使人们看到了光子计算机的曙光。

此外,把纳米科技与生命科学技术相结合制造生物计算机(也称分子计算机或DNA计算机)是21世纪科学家努力的另一个目标。生物计算机将彻底抛弃冯·诺依曼的传统计算机体系结构,使用以蛋白质为材料的“生物芯片”,完全抛弃以硅半导体为原材料的电子器件,不仅具有巨大的存储能力,而且能模仿生物以波的形式传播信息,并且具备生物体的某些功能,可称得上是名副其实的“电脑”。英国剑桥大学的一个纳米科技研究小组正在试验一种DNA分子芯片,计算机里装上这种芯片,就可以完全读懂DNA序列,几分钟内可给出全部基因编码。这还是属于生物芯片级的研究,因为这个生物芯片还需要与现有的硅芯片计算机配合,随着纳米科技的快速发展,真正的生物计算机将在不久的将来展现在我们面前。

方兴未艾的纳米材料科学与制备技术也将对计算机技术产生巨大的作用。例如纳米磁膜材料将可以大幅度地提高磁记录密度,这使纳米级的磁盘和光盘的制造成为可能。这种存储设备的存储量将是现有磁盘和光盘存储量的数万倍。去年3月,IBM的一个科技小组的科学家宣布,他们利用大自然的自组装现象,通过某种化学反应,使纳米尺度的磁性微粒按照预先设定的间距,自组装成有序阵列。这是实现纳米级磁盘和光盘的关键所在。此外,随着人工合成纳米材料工艺的不断提高,软件与硬件的界限将变得非常模糊,硬件的制备将变得简单和直接,甚至可以从网络上直接下载硬件。下载硬件的方式可以有多种,例如通过重新排列接收盘上的分子来达到制造出芯片的效果,只要下载的内容不超过分子团的体积。这与我们当下下载软件是以改变分子团磁性特征的方式重新构造磁盘的物质结构从本质上是一样的。还可以用“打印”的方式下载硬件

或制造芯片。美国麻省理工学院媒体实验室印刷型PC研究小组已经成功地在塑料薄片上用打印的方法制造出包含几百个晶体管的芯片。使用的是含有纳米半导体细粉的“墨水”,即一种大小只有100个原子左右的无机半导体纳米晶体悬浮液,其中的半导体微粒尺寸在200纳米左右,这正好与当前喷墨打印机使用的墨水中的颜料微粒尺寸相当。这个研究小组的目标是用普通的喷墨打印机来实现“打印”芯片的工作。如何这一研究方案得以实现,那么由中国人发明的古老的印刷术又将在21世纪的高新科技中放射出新的光辉。

纳米科技对计算机技术的影响将是革命性的,预计不久的将来,以硅半导体芯片为核心的电子计算机将让出其主导地位,取而代之的将是以纳米电子技术为核心的量子计算机、光子计算机和生物计算机,这一天离我们真地不远了。

纳米科技所研究的领域是人类过去很少涉足的非宏观、非微观的中间领域,它将开辟人类认识客观世界的新层次,将使人类改造自然的能力延伸到分子、原子的水平,这标志着人类的科学技术进入了一个崭新的时代——纳米科技时代。美国IBM公司首席科学家Armstrong早在1991年就说过:“我相信纳米科学技术将在信息时代的下一个阶段占据中心地位,并发挥革命性的作用,正像20世纪70年代微电子技术产生了信息革命一样,纳米科学技术将成为下一世纪信息时代的核心。”纳米科技的前景是诱人的,其发展速度是惊人的,它将成为21世纪科学技术的主导。

科苑快讯

木星周围发现水蒸气环

美国天文学家在木星周围发现一个巨大水蒸气环,美国霍普金斯大学科学家对卡西尼探测器飞近木星时传回数据的处理结果作出结论,木星周围出现水蒸气是由于微陨星经常撞击木卫二冰面的结果,木卫二是木星最大卫星之一。根据发表在《自然》杂志上的研究结果,在发现的水蒸气环中气团质量可与另一颗卫星——木卫一表面喷溅的气体质量相比拟。木卫二的强烈的火山活动被厚冰层所覆盖,冰层下面存在有液态海水,木卫二对于研究人员来说非常神秘。科学家认为,在水蒸气环中经常形成的带电粒子会对太阳系最大行星的结构和磁圈演化起着重要作用。