

给摩尔定律续命 EUV光刻暂难当大任

本报记者 张鑫

近年来,在半导体行业,极紫外光刻(Extreme Ultra-Violet,以下简称EUV光刻)成为备受众多企业关注的光刻技术之一。

前段时间,台湾积体电路制造股份有限公司宣布,已采用7纳米EUV工艺。今年,三星公司正式发布了7纳米EUV芯片Exynos 9825,该公司称此芯片将晶体管性能提高了20%至30%,将功耗降低了30%至50%。

将电路图和电子元件“刻”到“底片”上

在认识EUV光刻前,让我们先来认识一下光刻技术。

“其实,光刻技术跟照相技术差不多,照相是将镜头里的图画‘印’到底片上,而光刻是将电路图和电子元件‘刻’到‘底片’上。”北京理工大学材料学院副研究员常帅在接受科技日报记者采访时介绍道,在光刻工艺中,通常以涂满光敏胶的硅片作为“底片”,电路图案经光刻机,缩小投射到“底片”上。制造芯片,要重复几十遍这个过程。

“光刻技术的主要作用,就是把芯片上的线路与功能区做出来。”曾在半导体行业工作多年的北京理工大学材料学院博士生孟令海对科技日报记者表示,利用光刻机发出的光,通过带有图形的光罩,对涂有光刻胶的薄片进行曝光,光刻胶见光后会发生化学反应,从而使光罩上的图形印到薄片上,线路和功能区随之显现。

EUV光源波长为主流光源的1/14

EUV光刻所用的光波,是波长为13.5纳米的极紫外光。相比当前主流光刻机所采用的193纳米光源,EUV光源的波长约为前者的1/14,这使其能在硅片上“刻”出更细的痕迹。

业内形容EUV光刻的精细程度,常打的一个比方是,好比从地球上射出一缕手

电筒光,其能精准地照到月球上的一枚硬币。”孟令海说。

为满足摩尔定律的要求,技术人员一直在研究、开发新的芯片制造技术,来缩小线宽并增大芯片的容量。“线宽是指芯片上最小导线的宽度,是衡量芯片制作工艺先进性的重要指标之一。”常帅说。

孟令海向记者说,随着芯片制造工艺由微米级向纳米级发展,光刻机所采用的光波波长也从近紫外(NUV)区间的436纳米、365纳米,进入深紫外(DUV)区间的248纳米、193纳米。

常帅表示,在芯片加工过程中,光刻是其中一个重要的步骤,其甚至被认为是集成电路制造中最为关键的步骤,决定着制造工艺的先进程度。

摩尔定律指出,芯片上可容纳的元器件数目每隔18个月翻1倍,同时芯片性能每隔18个月提高一倍,而价格下降一半。

“光刻技术的‘雕刻’精细度,直接决定了元器件、电路等在芯片上所占的体积。因而,光刻是决定芯片能否按照摩尔定律继续发展的一项重要技术,如果没有光刻技术的进步,芯片制造工艺就不可能从微米进入深亚微米再进入纳米时代。”常帅说。

孟令海向记者说,随着芯片制造工艺由微米级向纳米级发展,光刻机所采用的光波波长也从近紫外(NUV)区间的436纳米、365纳米,进入深紫外(DUV)区间的248纳米、193纳米。

电筒光,其能精准地照到月球上的一枚硬币。”孟令海说。

为满足摩尔定律的要求,技术人员一直在研究、开发新的芯片制造技术,来缩小线宽并增大芯片的容量。“线宽是指芯片上最小导线的宽度,是衡量芯片制作工艺先进性的重要指标之一。”常帅说。

本报记者 谢开飞

5G,无疑是2019年最热的词之一。近日,在北京发布的《全球传播生态蓝皮书:全球传播生态发展报告(2019)》指出,未来10年内5G用户的月平均数据流量将增长7倍,而其中90%的数据流量将由视频应用消耗。

许多业内人士对科技日报记者表示,到了5G时代,网络数据流量有可能增加不止7倍,而是1000倍,需要更多的基站作为支撑,以提升系统容量,减少信号覆盖盲区。为实现这一目标,就要以点面结合的方式,搭配部署大小基站,“织”出一张立体化的5G网络。而要想“织”好这张网,就需要用上5G超密集组网技术。

那么,什么是超密集组网技术?为什么在5G时代,需要应用这项技术?针对上述问题,科技日报记者采访了业内相关专家。

传统架构难以满足5G传输要求

当前,随着各种智能终端和5G网络的普及,移动数据流量呈现爆发式增长。

一条条数据传输线,如同一条条公路,而移动数据如同行驶在上面的车辆。进入5G时代,“汽车”数量激增,如何才能缓解日益拥堵的“交通状况”?

提升“汽车”通行速度,即提升数据传输速率,成为一种可行的技术方案。

但应用传统的无线传输技术,如编码技术、调制技术、多址技术等,最多只能将数据传输速率提升约10倍。即便再增加频谱带宽,也只能将传输速率提升几十倍,远不能满足5G网络的数据传输要求。

“因此,为满足未来5G网络数据流量增加1000倍以及用户体验速率提升10倍到100倍的需求,除了增加频谱带宽,利用先进的无线传输技术外,还需增加单位面积内小基站的部署数量,即利用超密集组网技术,以进一步提升频谱利用率,加快数据传输速率。”天津大学智能与计算学部教授王晓飞在接受科技日报记者采访时表示。

此外,由于相较3G、4G、5G信号的频率较高,频率高导致信号传播距离变短,单个5G基站发出的信号覆盖面积变小,因而需要部署更多的基站。具体来看,据中国信息通信研究院副院长何桂立预测,5G宏基站数量约为4G基站数量的2倍以上,小基站数量约为4G宏基站数量的2倍到3倍。

资料显示,常用的无线基站一般有4类,它们是宏基站、微基站、皮基站和飞基站。其中,宏基站是指通信运营商的无线信号发射基站,其覆盖距离较远。

“传统以宏基站为主,以区域覆盖为目的

“如今,芯片制造商大多使用波长为193纳米的光刻技术,用其在‘底片’上‘描绘’出精细的图案。但实际上,193纳米光刻目前已经达到了技术极限,只能支持80纳米的线宽工艺,无法在芯片上实现更小线宽。”常帅说,由于光源更细,EUV光刻技术可以满足22纳米及更小线宽的集成电路生产要求。

“可以说,EUV是目前距离实际生产最近的一种深亚微米光刻技术。如果采用该光刻技术,可在芯片上实现10纳米以内的线宽。”孟令海说。

摩尔定律不只对性能提出要求,另一个要求是成本的降低。所以,“救星”还必须承担起省钱的重任。EUV光刻技术恰好能符合这个要求。

常帅介绍说,光刻机在工作过程中,要频

让摩尔定律至少再延续10年

既然EUV光刻技术好处多多,这么看来,为摩尔定律“续命”的重任,可以放心交给它了。

然而,事实并非如此。常帅和孟令海介绍,目前来看,EUV光刻技术进展比较缓慢。同时,极紫外光刻光学系统的设计和制造也极其复杂,尚存在许多未被解决的技术难题。

据孟令海分析,EUV光刻技术目前主要面临三大挑战。

首先是光源效率,即每小时能‘刻’多少片,为摩尔定律“续命”的重任,可以放心交给它了。然而,事实并非如此。常帅和孟令海介绍,目前来看,EUV光刻技术进展比较缓慢。同时,极紫外光刻光学系统的设计和制造也极其复杂,尚存在许多未被解决的技术难题。

据孟令海分析,EUV光刻技术目前主要面临三大挑战。首先是光源效率,即每小时能‘刻’多少片,按照量产工艺要求,光刻效率要达到每小时250片,而现在EUV光刻效率尚难达到这一要求,因此还需进一步提高,但实现难度相当大。其次是光刻胶,EUV光刻机和普通光刻机的技术原理不同,普通光刻机采用投影进行光刻,而EUV光刻机则是利用反射光,需要借助反光镜,这使得光子和光刻胶的化学反应变得不可控,有时会出现差错。最后是光刻机保护层的透光材料,要提高光刻机的刻录精度,就需要在其上面增加一个保护层,但现有保护层材料质量欠佳、透光性比较差。”孟令海说。

此外,据常帅分析,EUV光刻工艺的良品率也是阻碍EUV光刻发展的“绊脚石”。

移动通信网络架构,在5G时代恐难以应对通信业务需求爆炸式增长的挑战,而超密集组网技术被认为是解决此难题的创新性技术之一。”中国信息通信联盟理事长项立刚在接受科技日报记者采访时说。

点面结合组成立体网络

据了解,宏基站是如今应用较为广泛的通信基站,但在球场、商场、飞机场、酒店等人群密集的区域,需要部署更多的宏基站,才能满足5G大流量数据的传输需求。

“为宏基站选址,需要考虑基站的物理位置、基站的机房要求等,在人群密集的区域,选址相当困难,很难通过密集部署宏基站的方式去满足5G数据传输需求。”王晓飞说。

“小基站正好能弥补宏基站的不足。”王晓飞补充道,小基站体积小,可被灵活地部署在人群或建筑群密集的地方,解决宏基站信号覆盖不足的问题。在人群密集的热区区域,由于功率小,小基站能在更小范围内提升频谱利用率,加快数据传输速率。

“简单来说,超密集组网技术就是以宏基站为‘面’,在其覆盖范围内,在室内外热点区域,密集部署低功率的小基站,将这些小基站作为一个‘节点’,打破传统的扁平、单层宏网络覆盖模式,形成‘宏+微’密集立体组网方案,以

繁地进行曝光。简单来说,就是用光线照射硅片,让未受掩模遮挡部分的光刻胶发生化学反应,这样才能将石英掩模上的电路图显影到硅片上,以便后续进行刻蚀、去胶等一系列工序。

“目前,主流制造商生产1枚芯片,可能需要进行4次,甚至更多的曝光。若采用EUV光刻技术,只需1次曝光就够了,这样就可大幅降低生产制造成本。”孟令海说,换句话说,EUV光刻技术不仅提升了刻录的精细程度,也能让芯片的价格更便宜,符合摩尔定律对成本的要求。

不仅如此,EUV光刻技术之所以受到各大集成电路生产厂商的关注,还因为该光刻技术是传统光刻技术的拓展,能使现有生产工艺得以延续。

目前,采用一般光刻机生产的芯片,其良品率约为95%,而EUV光刻机的良品率仅为70%至80%。

“要想解决这些问题,关键是要提升市场订单数量,只有订单多了,厂商用得多了,才能吸引更多光源、材料等上下游企业共同参与研发,进而完善EUV光刻产业链。”常帅说。

即使在技术上达到要求,收益缺乏足够的吸引力,也很难让制造企业产生应用新技术的动力。目前看来,采用EUV光刻技术的生产成本十分高昂。

资料显示,最新的EUV光刻机价格或超过1亿欧元,是常规193纳米光刻机价格的2倍多。此外,由于功率极高,EUV光刻设备在生产时消耗的电量也远超现有同类机器。

那么,目前来看,EUV光刻技术能为摩尔定律的延续,起到哪些作用呢?

孟令海表示,在光刻线条宽度为5纳米及以下生产工艺中,EUV光刻技术具有不可替代性,在未来较长一段时间内,EUV光刻技术都可能成为延续摩尔定律发展的重要力量。“因此,如果解决了工艺技术和制造成本等难题,EUV光刻设备将是7纳米以下工艺的最佳选择,它可让摩尔定律至少再延续10年时间。”孟令海说。

消除信号盲点、改善网络覆盖环境。”项立刚说。

据专家测算,在5G超密集组网场景中,将部署超过现有站点10倍以上的各种小型基站,在宏基站覆盖区域内,小基站的站点间距将保持在10米到20米之间。

项立刚指出,使用超密集组网技术,可获得更高的频率复用效率,在局部热点区域,还可实现百倍量级的系统容量提升,该技术能被广泛应用在办公室、住宅区、街区、学校、大型集会现场、体育场、地铁站等场景中。

“但需注意的是,随着基站部署密度的增加,超密集组网技术也将面临许多挑战。比如,因各个发射节点间距离较小而产生网络干扰,以及随着基站数量增多,部署成本上涨等问题。”王晓飞表示,为了应对上述挑战,我国相关领域学者已着手研究接入和回传联合设计、干扰管理和抑制、小区虚拟化、边缘计算等技术,希望借助科技手段来不断完善超密集组网技术,加快5G部署进程。



行业观察

以契约拯救互联网 愿望很美好,现实很骨感

左鹏飞

前段时间,“万维网之父”蒂姆·伯纳斯-李公布了一项旨在拯救网络的全球计划——《互联网契约》。该计划呼吁政府和企业减少对互联网的滥用,使互联网免受政治操纵,确保它惠及人类。

这样的愿望,听上去似乎很美好。但仅靠这样一份计划,或者仅靠政府和企业,就能拯救互联网吗?笔者认为,这项拯救互联网计划是互联网行业内部的一次自我救赎行动,虽然计划过于理想化,但依然值得我们关注和思考。

回归“服务人类”的发明初衷

2019年是万维网的“而立之年”。30年前,在欧洲核子研究中心工作的英国人蒂姆·伯纳斯-李创建了改变现代历史的万维网。如今,它的发展已经超出了创始人的想象。但无论万维网发展到什么程度,我们都不该忘记,“万维网之父”蒂姆·伯纳斯-李发明它的初衷——服务人类。

在互联网深度融入个体日常生活的今天,它的双刃剑效应也日益显现。一方面它确实为用户提供了极大的便利,与“无互联网时代”相比,我们的工作、生活甚至思维方式已发生了翻天覆地的变化。可以说,现代人的生活已离不开网络。

但另一方面,与万维网发明初衷背道而驰的乱象,也在不断发生。在笔者看来,这些乱象主要包括三类:第一类是在网络空间出现的虚假信息、网络暴力。虽然网络空间是一个虚拟空间,但网络中存在的虚假性、侮辱性、煽动性信息却可以伤害到现实生活中的个体。第二类是利用网络非法窃取或者未经同意而使用他人隐私数据,并通过这些数据获取利益。比如,最近谷歌公司被曝未经同意采集了全美2600家医院、5000万患者的医疗隐私数据。第三类是通过网络恶意引导、操控舆论,影响民众选择。

如此看来,防止互联网变成“数字反乌托邦”,抑制网络空间乱象丛生,回归其发明初衷已刻不容缓。在这一背景下,蒂姆·伯纳斯-李希望以契约方式来扭转局面,即通过规定新的契约来完善互联网使用规则,重塑互联网世界的价值观。

对政府、企业、个人提出要求

目前,《互联网契约》已得到了包括微软、谷歌、脸书等科技公司以及互联网权益组织“电子前线基金会”等150多个组织的支持,但也有亚马逊、推特等巨头暂未表明态度。

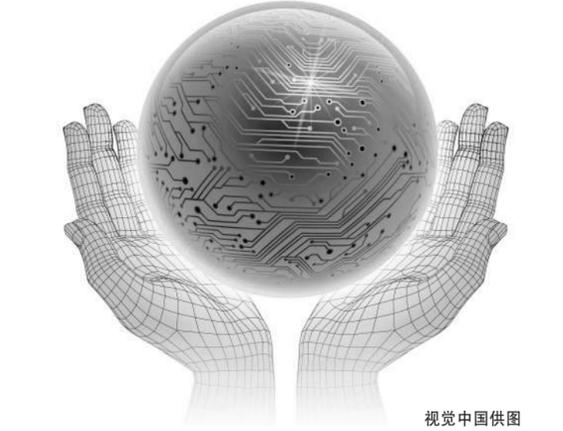
《互联网契约》概述了拯救互联网的九项核心原则,针对政府、企业和个人各三项,笔者对其具体原则概述如下。

首先,针对政府的原则:政府要确保每个人都可以上网、确保所有网络都能实时访问、尊重并保护人们的基础在线隐私和数据权利,并尽一切努力确保个人的互联网使用权和个人数据管理权。

其次,针对企业的原则:企业要开发出能够助长“人性善”并抵制“人性恶”的技术,要为用户访问互联网创造更加便捷的条件,并明确提出了要为残疾人士和小语种用户提供网络服务。同时,《互联网契约》还要求企业提供更为简化的隐私设置模块,便于人们访问自己的数据和管理隐私模块。另外,《互联网契约》还对企业自身的员工队伍建设、产品发布、科技创新等方面也提出了一些具体要求。

最后,针对个人的原则:用户应成为互联网的建设者和协作者,参与建设能够尊重公民话语权和尊严的强大网络社区。《互联网契约》要求个人主动参与网络建设,积极争取个体在网络空间中的话语权,推动互联网资源向所有人开放。

从上述论述不难看出,无论是针对政府、企业还是个人,《互联网契约》的核心就是要求各方共同努力,切实保障个人的互联网使用权,以此确保互联网“不作恶”,使之能始终惠及人类。



完善网络建设人人有责

毫无疑问,《互联网契约》的出发点是好的,但从实践角度来看,契约的理想色彩比较浓,执行起来存在一定难度。

首先,《互联网契约》的约束力非常有限。《互联网契约》只是部分互联网使用者和建设组织的内部协议,对未加入者没有约束力,同时对加入者的违约行为也没有制定实际的制约措施。其次,《互联网契约》提出让每个人像保护环境那样来保护互联网,对于没有技术背景的个人用户来说,这种呼吁的可操作性非常有限。

因此,笔者认为,拯救互联网计划是互联网行业内部的一次自我救赎行动,虽然计划中的部分内容过于理想化,但其提出的对于个体的互联网使用权和隐私管理权的保护,依然值得我们重视与思考。政府、企业和个人三方应该共同思考并采取相关措施,修正当前网络空间中出现的谬误,推动互联网向善。

“如果我们现在放弃建设更好的网络,那么网络不会失去我们,而是我们将失去网络。”这是蒂姆·伯纳斯-李在庆祝万维网诞生30周年贺信中的一句话。笔者认为,网络已经成为我们生活的重要组成部分,建设网络,不仅仅是政府和企业的责任,我们每个人都有责任和义务去建设好网络。

(作者系中国社会科学院数量经济与技术经济研究所助理研究员)