

征程

周年

NATIONALS & TMAJOR PROJECT
国家科技重大专项特别策划

在集成电路上我国曾长期受制于人。国外先是对我国实行禁止出口,而后略有松动又实行严格审查和限制;如果卖给我们较先进的集成电路设备和材料,人家有权随时对我们的使用情况进行检查。为了改变这种状况,实现自主创新发展,“极大规模集成电路制造装备及成套工艺”国家科技重大专项于2008年开始启动实施。

经过广大科研人员近10年的艰苦攻关,我国集成电路制造技术实现了“从无到有”“由弱渐强”的巨大变化,引领和支撑了我国集成电路产业的快速崛起。

从无到有 由弱渐强 铸就创新体系

——专访集成电路装备专项技术总师叶甜春

本报记者 李大庆

你知道集成电路(又称芯片)有多密集吗?以28纳米技术为例,集成度相当于在指甲盖大小的面积上制造出10亿个以上的晶体管,其中每根导线相当于人体头发丝的1/3000。而更先进的14纳米技术,则相当于在人体头发丝截面上制造出50万个以上的晶体管,其中每根导线相当于人体头发丝的1/5000。

那你又知道集成电路同我们日常生活的关系吗?假如没有了集成电路,电脑、手机、家电、汽车、高铁、电网、医疗仪器、机器人、工业控制等等就无从谈起。信息时代离不开集成电路。

在集成电路上我国曾长期受制于人。国外先是对我国实行禁止出口,而后略有松动又实行严格审查和限制;如果卖给我们较先进的集成电路设备和材料,人家有权随时对我们的使用情况进行检查。

为了改变这种状况,实现自主创新发展,根据《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》,“极大规模集成电路制造装备及成套工艺”国家科技重大专项(简称专项)于2008年开始启动实施。

从无到有 填补空白

集成电路制造技术代表着当今世界微细制造的最高水平,涉及科学技术范围广,从原材料到终端产品,共涉及半导体物理、化学、精密加工、精密光学、计算机、自动化、材料等40多个学科的最顶尖技术,是目前为止涉及学科最多的产业,因此集成电路产业是一个国家高端制造能力的综合体现,是全球高科技国力竞争的战略必争制高点。

“我们的目标是开展集成电路制造装备、成套工艺和材料技术攻关,掌握核心技术,开发关键产品,实现产业自主创新发展。”叶甜春说。

叶甜春是中科院微电子所所长,集成电路装备专项的技术总师。他在接受科技日报记者专访时说,经过广大科研人员近10年的艰苦攻关,我国集成电路制造技术实现了“从无到有”“由弱渐强”的巨大变化,引领和支撑了我国集成电路产业的快速崛起。

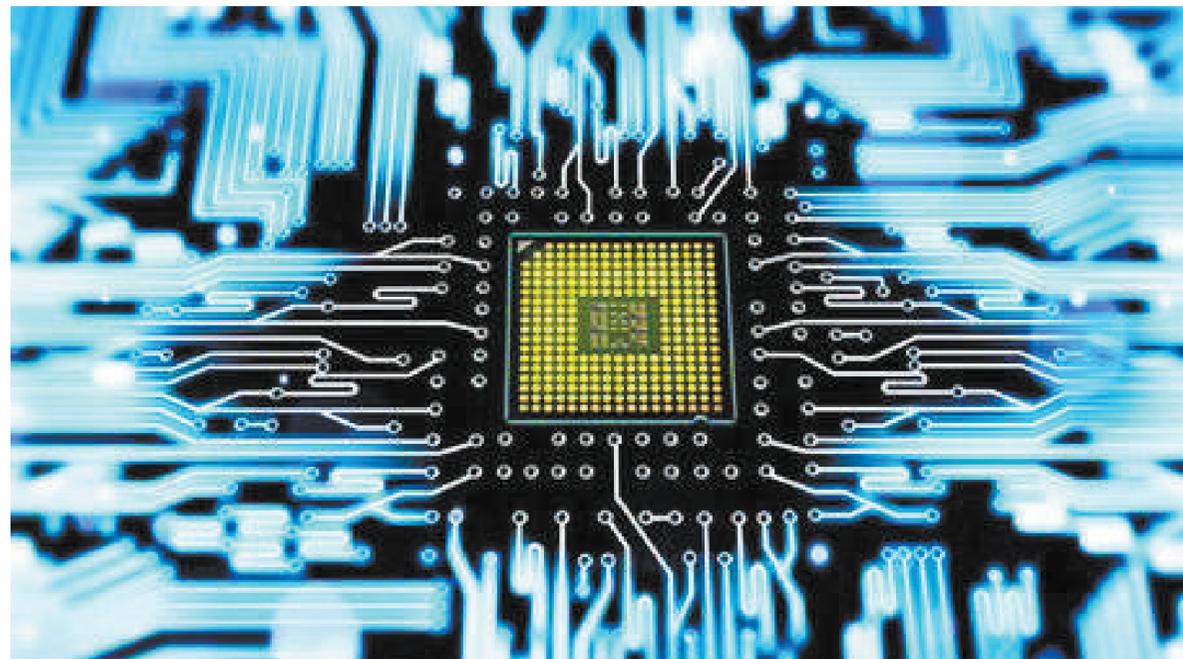
我们曾经有过两项空白。在专项实施前,我国集成电路高端制造装备为零。

“经过专项实施,一批集成电路制造关键装备实

点面突破 助推产业发展

点的突破令人欢喜,但面的推进更令人振奋。我国在集成电路的高端设备和材料方面实现了从无到有,形成了良性发展的产业生态。

作为基础产业的集成电路制造装备,其成果辐射的带动面很广。利用集成电路装备专项取得的装备核心技术,使我国在LED、传感器、光伏等半导体制造领域的装备国产化率大幅提升。LED、光伏等领域已实现关键装备成套国产化,国产装备成为市场主流。不完全统计,国产装备在泛半导体产业已实现销售6590台。这些国产化的装备,使我国在LED、光伏等领域投资成本显著降低,持续推动我国相关产业



建立知识产权保护体系

除了技术和产业的进步外,集成电路装备专项还使我国形成了自主知识产权体系,支撑了我国企业积极参与国际竞争。

缺乏自主知识产权一直是我国集成电路企业受制于人的瓶颈问题。叶甜春说,集成电路装备专项高度重视创新技术研究,提出了“专利导向下的研发战略”,从战略高度布局核心技术的知识产权。专项实施以来,共申请了2.3万余项国内发明专利和2000多项国际发明专利,形成了自主知识产权体系,极大提升了我国集成电路技术自主创新能力,促使我国

集成电路制造技术发展模式从“引进消化吸收再创新”转变为“自主研发为主加国际合作”的新模式,掌握了发展的主动权,企业在国际竞争中的实力和地位发生了巨大变化。

在集成电路领域,专利不仅是保护自己的有力盾牌,也是打击对手的利器。专利纠纷经常发生,没有知识产权保护体系就像是毫无防御工事的阵地。正是我们加强了自主创新,建立了系统的专利保护体系,近期发生的专利纠纷,我国企业都获得了胜诉。

培育具有国际竞争力的企业

集成电路装备专项以培育世界级企业为目标,建立了一套有效的组织方法,成为机制体制创新的亮点。一是解决科技成果产品化问题,实行“下游考核上游,整机考核部件,应用考核技术,市场考核产品”的用户考核制,通过用户和市场的考核验证,研发成功一大批经得起市场检验的高端创新产品;二是积极探索科技、产业、金融有效协同的新模式,与重点地区的发展规划协同布局,主动引导地方和社会的产业投资跟进支持,形成产业

链、创新链、金融链“三链融合”协同发展的环境,扶植企业做大做强,推动成果产业化,形成产业规模,提高整体产业实力。

集成电路装备既是信息产业的核心支撑技术,又是制造业的领先高端技术,是两个产业的交叉战略制高点。集成电路装备对配套产业的技术要求很高,它的发展带动了我国精密加工能力、表面处理能力、基础材料、基础工艺、基础零部件等水平的提升,推动我国制造业向高端发展。

只是万里长征第一步

想起了前人说过的一句话:“在面临技术封锁的领域,我们的自主创新往往做得更扎实。”集成电路装备专项正在演绎着这样一段情节。

但叶甜春十分清醒。他坦言,尽管我国集成电路制造技术实现了跨越发展,整个产业也发生了巨大的化,但我们的起点仍然很低,与发达国家的差距仍很大。

我们的整体产业规模仍然很小;创新能力和水

平与国外还有较大差距,特别是在面向应用的技术解决方案和产品定义等综合创新能力上;设计业和制造业结合不够,产业结构和模式创新上还有待完善;产业基础仍然薄弱,国产装备和材料的市场占有率仍然很低。叶甜春说,我们只是迈出了“万里长征第一步”,必须清醒地看到我们马上就会迎来艰苦的“爬坡”阶段。

创新案例

上下游联合创新助推IC产业跨越发展

通过“十一五”和“十二五”集成电路装备专项支持,以中芯国际为代表的国内集成电路制造企业正加速发展,力图实现弯道超车。在这个过程中,由北方华创公司与中芯国际联合开发的Booster A630单片退火系统,实现了我国高端集成电路装备的技术跨越,该设备核心技术和工艺参数与国际最先进的竞争对手在客户端的表现一致,目前机台置换率已接近1.2(机台实际产能为竞争对手的1.2倍)。作为国内首台28/40纳米工艺后段制程单片退火机台,其优越性能得到国际先进晶圆厂商的认可,有效填补了国内半导体产业后段退火工序的需求。

2015年北方华创硬掩模PVD设备在客户端验证时,中芯国际的工程师提出是否可以利用北方华创的技术开发一款专用于40—28nm退火工艺的设备。双方经过深入讨论于2015年3月决定联合开发先进的退火设备,中芯国际作为设备用户为北方华创提供了大量的有价值设计案例。

2015年9月,首台Booster A630机台进入中芯国际。机台到达客户现场很顺利地通过了工艺测试,并进入试量产阶段。在试量产阶段,遇到的一个非常棘手的问题,就是颗粒表现不稳定,经常出现超过要求的情况。IC行业对颗粒控制的要求非常高,严

整体竞争力大幅提升,我国在LED照明、光伏等产业规模跃居世界第一,技术水平也实现了国际领先。

在集成电路装备专项实施之前,国内集成电路制造最先进的量产工艺为130纳米,处于研发的工艺也仅为90纳米。专项实施后,我国的主流工艺水平提升了5代,其中55、40、28纳米三代成套工艺已研发成功并实现量产,而更先进的22、14纳米先导技术在研发上也取得突破,形成了自主知识产权;封装企业从低端进入高端,三维高密度集成技术达到了国际先进水平。这些工艺制造的手机、通讯设备、智能卡等芯片产品大批量进入市场,提高了我国信息产业的竞争力。

数说成果

280亿 在2009年专项《65—45—32纳米产品工艺开发》项目的大力支持下,中芯国际依次开发成功65/55纳米工艺平台,45/40纳米工艺平台,并渐次投入生产,截止到2017年第一季度,两大工艺节点累计新增营收280亿元人民币。

1500项 中芯国际坚持产学研合作和创新,先后与中科院微电子所、清华大学、北京大学、复旦大学、浙江大学和上海集成电路研发中心等部分专业领域的高校和研究所合作。仅65—45纳米两个技术节点就申请发明专利近1500项。

37.41万片 中芯国际积极引进国内集成电路设计公司通过已认证的国产设备,先后有21家国内设计公司超过37个产品进行产业化应用,大量国产芯片产品涵盖了180nm—28nm技术制程,国产产品性能达到国际同等水平。从2013年至2016年,国内设计公司率先应用已通过验证的国产设备和材料在中芯国际进行大批量芯片生产,累计投片37.41万片(包含12英寸晶圆)。

503项 宁波江丰电子材料有限公司于2009年首次进入该专项,承担了超高纯金属材料及溅射靶材的研发和产业化项目。截至目前,共申请

靶材制造工艺和特殊装备等相关专利503项,其中发明专利455项,已授权专利201项,同时还主持或参与了国家及行业标准11项。

689项 通过专项的导入,提高了江苏长电科技自主知识产权的创造、运用、管理和保护能力,通过该专项的专利申请数量达689项,发明专利345项,其中公司的FBP专利技术于2011年获得“中国专利金奖”。

192亿元 江苏长电科技股份有限公司自2009年承担重大专项项目以来,专项产品逐渐成为其新的经济增长点,支撑长电销售业绩每年保持10%—15%增长率,连续七年跻身全球半导体封测企业前十强,2016年实现销售收入192亿元,全球排名第三。

850台 通过专项的实施,江苏长电科技作为牵头责任单位,建立了国产高端封测设备和材料验证平台,在一定程度上扭转了依赖国外设备厂商和材料厂商的不利局面,推动了我国集成电路设备及材料的国产化进程。目前长电科技已累计采购国产设备850台套,共计8.24亿元,采购国产材料2亿元。其中Bumping线国产化率62.5%,WL CSP全线(不含测试)国产化率46.15%。



①通用物理气相沉积设备
②七星-流量计CS230-1
③中微产品MOCVD
④靶靶材