

# 美国贪图本土“造芯”的优与劣

本报记者 陈炳欣

日前,美国参议院投票通过了《美国创新与竞争法(USICA)》的审议。该法案是之前《无界前沿法案》的修正案,将授权国会投入约1900亿美元加强美国技术实力,包括此前用于加强半导体实力的520亿美元投资计划。

近年来,美国政府对芯片制造业的重视程度不断提高,除计划直接投资之外,还要求台积电、三星等公司赴美建厂。然而,美国半导体的产业环境正在改变,全球芯片制造业的重心不断向东亚转移,美国当前发展芯片本土制造的优与劣有哪些?



## 美国计划发力芯片制造

据悉,《美国创新与竞争法(USICA)》在经参议院审议通过后,还须经众议院投票,再送交白宫,供美国总统拜登签署法律。该法案包括390亿美元的生产和研发激励措施以及105亿美元用于实施包括国家半导体技术中心,国家先进封装制造计划和其他研发计划在内的计划。

随着全球经济数字化进程的不断加快,半导体技术成为人工智能和5G等产业创新发展的基础,对经济竞争力和国家安全至关重要。这也是美国政府越来越重视半导体产业的原因之一。美国商务部长吉娜·雷蒙多表示,美国政府提议增加520亿美元的半导体生产和研究资金,可能会在美国建立7到10个新工厂。

英特尔上月宣布,将斥资200亿美元在亚利桑那州Ocotillo园区建立两家新的晶圆厂,两家新晶圆厂将获美国政府补助,预计2024年投产,新厂将有能力生产7纳米以上制程的芯片。在4月举行的“白宫半导体与供应链韧性执行官峰会”上,英特尔帕特·基辛格表示,美国政府会积极努力提高国内的制造与研发,以支持半导体产业,该公司也希望在未来六至九个月内以自家工厂开始生产芯片,帮助缓解美国的车用芯片短缺困境。

美国政府还要求台积电、三星等公司赴美建厂。在日前美韩首脑会谈之际,韩方宣布了一项总规模达394亿美元的对美投资计划,其中包括三星电子将为晶圆代工新建项目投资170亿美元,SK海力士也计划投入10亿美元在美国硅谷建立覆盖人工智能、内存解决方案的新兴产业研发中心。

台积电去年宣布将在亚利桑那州凤凰城投资100亿至120亿美元兴建晶圆代工后,最近又有消息称,它将考虑增加在美国投资额,生产更先进的3纳米芯片,新工厂可能耗资230亿至250亿美元。

## 美国优势与劣势并存

整体而言,美国半导体产业实力很强。波士顿咨询机构(BCG)报告指出,

美国公司在电子设计自动化工具(EDA)、核心知识产权核心(核心IP)、集成电路设计和制造设备中的综合市场份额超过50%。相比之下,美国在半导体制造能力中所占的份额正在下降,1990年为37%,现在仅为12%。BCG认为,如果不采取任何行动,到2030年,美国在制造业中的份额将减少到10%。

那么,是什么原因导致美国芯片本土制造能力下降呢?Gartner研究副总裁盛陵海指出,美国半导体公司多为上市公司。资本市场对公司利润率极为重视,如果一家公司的面向固定资产的投资太高,固定资本增加,必然会拖累利润率的增长。因此,美国受到资本市场青睐的科技公司多是制造外包,以降低固定资产的比重,比如苹果公司。这导致IC制造向东亚,如中国台湾地区,以及韩国等的迁移。

在这样的情况下,美国芯片本土制造的优势与劣势并存。从优势来看,美国拥有全球最完整的IC产业链。IDC副总裁马里斯·莫拉莱斯表示,美国历来是半导体研发强国,设计能力有本土生态优势,影响半导体产品供应层面。他说:“美国研发仍然领先,世界最大Fabless公司仍来自美国,如高通、博通、赛灵思和AMD等在各领域都处于领先地位。这些是美国的优势。在工具和软件方面,EDA环境支撑大量芯片设计,主要由新思科技和楷登电子控制。”

但是,美国的劣势也很明显。首先在于人力成本较高。BCG报告指出,美国制造业的工资中位数高于其他国家,美国用于晶圆厂建设和运营的劳动力成本比新加坡以及中国台湾地区高40%,是中国大陆的两倍。美国和其他国家之间的公用事业成本差异不太显著,但仍比中国大陆高出近25%。

此外,人才也是一个关键因素。发展制造业需要人才资源作为支撑。在当前美国的产业环境下,大量高科技人才向着设计与研发方向流动,如互联网公司便吸引了大量科技人才,制造业吸引高素质工程技术人才的能力明显不足。一家Fab厂正常运转至少需要数千工作人员。美国的地域广阔,在一个区域内能否吸引到足够

独立组网的手机芯片,基础芯片产品将逐步升级换代促成产品的稳定性;同时,不断追随5G技术标准实现增强的无线技术功能是基础芯片产品的趋势。

“SA终端相较于以前的4G终端,将支持网络切片、边缘计算、AI等技术融合,以求给用户带来‘质’的提升,这种天线massive MIMO的应用,会导致5G SA终端的天线模组、射频芯片设计更为复杂,以做好向前向后的兼容性。”夏扬说,但消费者对移动终端手感轻薄、美观等外形需求是不断升级的,因此终端企业在满足手机功能的同时仍需兼顾外观,研制新的设计方案。

## 应用生态仍然滞后

如今,5G SA的“高速公路”已经基本铺好,但操作系统和应用程序层面仍然滞后。“在操作系统层面,目前来看安卓操作系统以及iOS操作系统对于网络切片还未完全开放,这就需要运营商、终端合作伙伴、应用合作伙伴共同来推动整个手机应用切片功能的实现。”中国联通终端与渠道支撑中心副总经理陈非伟指出。

在推动5G SA规模化商用的过程中,应用服务成为重要环节,目前仍属于NSA

的技术人才是一个重要的问题。

## 政策效果可能打折扣

展望未来,里昂证券(CLSA)分析师侯明孝认为,中国台湾地区的芯片制造业领先国际竞争对手,美国科技厂商将难以降低对中国台湾的依赖。

侯明孝接受媒体采访时表示,苹果、亚马逊、Google、高通、英伟达、AMD等科技公司,高度倚赖台湾晶圆代工业者,他们多达90%的芯片都交由中国台湾生产。

盛陵海也指出,美国芯片本土制造速度很大程度要看美国政府的支持。

据报道,《美国创新与竞争法(USICA)》由于投入资金巨大,吸引了众多行业的说客,而由此带来的讨价还价削弱了该法案的力度。原本用于研发新兴技术的1000亿美元资金被削减至290亿美元,大部分资金被转移到美国国家科学基金会(National Science Foundation)和美国能源部的下属实验室。而立法推动者为了使该法案获得更广泛的支持,加入了很多其他的项目,比如将为NASA提供新一轮资金等。

从全球产业格局的变化趋势来看,自去年年底出现的芯片短缺潮已经波及到各个需要芯片的行业如汽车、消费电子、家电等,使得各国政府意识到了半导体供应链安全的重要性。美、韩、日、欧等国家和地区政府都在加强本土芯片制造能力。

市场研究公司Counterpoint Research对10纳米节点以下先进工艺进行分析,认为2021年全球先进工艺产能的55%集中在中国台湾地区,韩国以20%占比排名第二,美国第三,占全球总量18%。如果美国对芯片制造的支持能够落实,到2025年,美国先进芯片产能将超过韩国,扩大到全球总量21%,并在2027年继续提高到全球产能24%。届时中国台湾地区产能占比将降至40%。

这种对本土制造能力的强调,还可能导致全球产业体系的重新布局。

不过,专家认为,IC制造业全球化的总体趋势不会逆转,产业链全球范围内合作共赢仍然是主流。

到SA的过渡阶段,SA的性能优势尚未在应用中完全发挥。孙向前告诉记者,当前市场上的5G手机主要还是面向eMBB(增强移动宽带)场景,mMTC(海量机器类通信)和uRLLC(低时延高可靠)场景应用还未导入到手机中,今年下半年才会启动uRLLC终端标准的制定工作。后续随着运营商uRLLC网络的部署与建设,届时可能会有新型的同时结合eMBB和uRLLC的应用出现。

互联网公司普遍认同,5G SA将给游戏、直播、视频等内容产业带来革命性的影响,同时这也是风口浪尖上的机遇。夏扬告诉记者:“4G时代,抖音、视频通话等APP已成为人们日常离不开的社交应用,但目前来看其画面清晰度仍有提升空间,这是应用服务提供商基于算力、带宽的取舍——如果这些源视频不进行压缩,原封不动地传输到用户终端,会耗费许多算力和带宽,给网络造成负荷。随着SA打开更多通道,SA芯片模组等硬件处理能力逐渐增强,未来终端将足以支撑这些大码流、超高清的原画视频,并实时传输给靠近用户的边缘云上,“无时延”社交将成为现实。

“你若盛开,蝴蝶自来”。行业始终在期待一个杀手级应用的出现,随着5G SA产业链的一块块“木板”不断补齐,将会有强大的SA应用应运而生。

随着后摩尔时代来临,业界出现了More Moore(深度摩尔)、More than Moore(超越摩尔)、Beyond CMOS(新器件)三大发展方向。其中,超越摩尔意味着发展在先前摩尔定律演进过程中所未开发的部分,致力于特色工艺。随着先进制程的研发陷入瓶颈,特色工艺成为提升芯片性能的“利器”。原子层沉积技术镀膜(ALD)技术是一种工业镀膜关键技术,这种技术在集成电路产业中的创新,也将为超越摩尔技术带来颠覆性的发展。近日,青岛四方思锐智能携手国家智能传感器创新中心签署战略合作协议,意在为了推动ALD的创新,从而助力超越摩尔技术的产业发展与合作,共同探索开发行业市场。

# 后摩尔时代 ALD技术潜力巨大

本报记者 沈丛

## ALD技术是推动超越摩尔技术发展的好“帮手”

格芯中国区总裁及亚洲业务发展负责人Americo Lemos在SEMICON China 2020上曾说:“在价值650亿美元的代工行业中,25%的市场遵循传统摩尔定律,适合高密度、高速度的数字应用。75%的市场将由5G、人工智能和云计算、物联网等新兴应用领域占据。广阔的半导体市场中越来越多的行业增长,比如5G、物联网、边缘AI、自动驾驶等是来自我们所在的这75%的市场中。”

随着摩尔定律的发展,Americo Lemos的这番言论也开始不断被印证,而这75%的市场,也成为了超摩尔技术的发展源泉。据悉,超摩尔技术有三种内涵意义。其一,芯片系统性能的提升不再靠单纯的晶体管管缩小尺寸,而是更多地通过电路设计以及系统算法优化来提升。其二,集成度的提高不一定只是把更多模块放到同一块芯片上,而是可以靠封装技术来实现更高的集成。其三,芯片的主要卖点不仅仅是更高的性能,也可以是一些其他有用的新功能。

青岛四方思锐智能技术有限公司总经理聂翔向《中国电子报》记者介绍,ALD技术是一种在集成电路、超越摩尔应用、一些泛半导体和其他的光学和锂电等新兴领域的工业镀膜关键技术。这种镀膜技术可以使得材料以单原子层(0.1nm)的形式沉积在基板的表面,在沉积层的厚度控制、3D复杂材料表面均匀度、表面无针孔等方面具有显著优势,是集成电路、超摩尔应用、Micro-OLED等泛半导体和以光学、锂电池为代表的工业镀膜行业发展的关键技术。

据介绍,ALD技术在半导体领域中的新能源材料与器件领域展现出了极大的发展前景,被视为推动超越摩尔技术发展的好“帮手”。

## ALD如何在超越摩尔技术领域中脱颖而出

据悉,薄膜沉积工艺除了ALD技术以外,还有物理式真空镀膜(PVD)还有化学式真空镀膜(CVD)等,相比较与其他工艺而言,在超摩尔技术的发展过程中,ALD的优势在于哪里?为何能够脱颖而出?

BENEQ半导体业务技术总监Alexander Perros介绍了几种ALD技术在超摩尔中的特色工艺领域中的技术优势。

在氮化镓的功率器件解决方案中,ALD技术能够增强高性能氮化镓的性能,主要表现在五个方面,第一,通过ALD薄膜实现表面的钝化和覆盖;第二,通过氧化铝叠层实现一个高K介电质的沉积;第三,原位预处理去除自然氧化层,实现表面稳定化,以提高整个器件的性能;第四,通过高质量的ALD氮化铝,可形成产能的缓冲层,这对于RF滤波器的使用而言非常关键的,但目前还处于研发阶段;第五,可通过低温ALD叠层,来实现精密封装技术。

在碳化硅解决方案中,ALD能够形成高质量的介电质以及界面工程。通过使用ALD技术,能够降低界面态的密度,并提升整个电子迁移率,从而提升整个器件的性能。

通过高保形、高性能的ALD材料能够实现沟槽碳化硅MOSFET的应用。在传统技术中,碳化硅的晶体会因为暴露在空气中而发生氧化,但是有了ALD技术,这个问题就可以得到很好的解决。

在原位等离子体的处理中,ALD技术可以实现高效的碳化硅钝化。有了等离子体处理之后,整体的钝化效果和整体碳化硅的情况都能够得到很好的优化。

与此同时,聂翔认为,与PVD、CVD等技术相比较而言,ALD也有其得天独厚的优势,这也是使其能够在超越摩尔领域中脱颖而出的关键。“ALD能够在各种尺寸和形状的基底上实现沉积高精度、无针孔、高保形的纳米薄膜,并且能够在大批量大面积的基底材料和复杂的三维物体表面制备高保形薄膜,包括疏松多孔的基体材料和粉末,这是其他几类技术所难以达到的。”聂翔告诉《中国电子报》记者。

## 坚持技术创新 颠覆行业认知

尽管ALD技术在超摩尔技术领域中有其得天独厚的优势,但是在应用过程中,难免也会产生一些问题。

据悉,由于ALD适合制备很薄的高K金属氧化物层,因此对腔室的真空度要求比较高,对反应气体源及比例的要求也较高。这导致了目前ALD技术的沉积速率相对比较慢,大大限制了其在工业上的推广应用,甚至有声音称:用ALD技术镀一层膜需要花20个小时,而用其他方式几小时就搞定。

对此,聂翔表示,镀膜速度相对较慢也是ALD的一个技术特点,同时也是其技术短板,但这并不意味着无法攻克。“如今,作为ALD企业,我们也在做大量的工作来提升产能,从而弥补ALD镀膜速度慢的短板。例如,我们开发了空间ALD产品,空间ALD的镀膜速度远远高于传统ALD的镀膜速度,并且如今已经推出了相关的产品,在工业和泛半导体领域开展了应用,可以有效弥补ALD镀膜速度慢的短板。”

BENEQ半导体业务负责人Patrick Rabinzohn介绍,ALD镀膜技术事实上是可以根据用户的具体需求进行调整的,选择等离子体的ALD或者是热法ALD等,通过对技术的一系列改进,现在具体的配置尺寸也可以根据加载的模块数量来决定,从而能有效解决镀膜速度相对较慢的问题。例如,现在50纳米的氧化铝,最多的产量可以达到每小时40片晶圆以上,如果是Lite版本则是每小时25片以上。如果厚度比较薄,产量甚至可以高达90片。

如今,技术迅猛发展,正在颠覆整个行业对ALD镀膜过去的认知。

