

半导体材料:研发验证门槛高 高端领域缺口大

中国电子材料行业协会
信息部副主任 刘伟鑫

半导体材料作为新材料的重要组成部分，是世界各国为发展电子信息产业而关注的重中之重，它支撑着电子信息产业本土化的发展，对于产业结构升级、国民经济及国防建设具有重要意义。2018年，国内半导体材料在各方共同努力下，部分领域取得了可喜成绩，但中高端领域用关键材料本土化进展缓慢，取得的突破较少，总体情况不乐观。

我国半导体材料细分领域 进展不一

据WSTS报道，2018年，在存储器市场的引领下，全球半导体市场继续保持快速增长势头，全年市场规模预计达4779.4亿美元，同比增长15.9%。不过，随着存储器供不应求的问题得到缓解，2019年全球半导体市场增速将大幅降低，预计全年仅增长2.6%。国内方面，2018年上半年国内半导体产业景气度良好，自下半年以来，在全球消费市场需求下行等多因素的交织下，国内半导体产业疲态渐显。初步统计，2018年我国半导体产业销售额9202亿元，同比2017年增长16.7%，2019年影响全球经济的不确定因素仍在增加，预计我国全年半导体产业销售额年增长率将下滑至14.8%。

半导体材料主要包括晶圆制造材料与封装测试材料两大类。其中，晶圆制造材料包括硅片、光刻胶、光掩膜版、电子特气、湿化学品、溅射靶材、CMP抛光材料等，2018年国内晶圆制造材料总体市场规模约28.2亿美元；封装材料包括引线框架、基板、陶瓷封装材料、键合丝、封装树脂、芯片贴装材料等，2018年国内封装材料市场规模约为56.8亿美元。2018年，晶圆制造材料与封装测试材料总计市场规模约为85亿美元。

2018年我国半导体材料各细分领域发展状况各不相同。

硅片方面，国内建设热潮不断涌现，截至2018年年底，按各个公司已量产产线披露的产能，8英寸硅片产能已达139万片/

月，兴建中的产能达270万片/月；12英寸硅片产能28.5万片/月，兴建中的产能达315万片/月。如果都能如期开出，单纯从产能数据来看，远远超过下游用户需求。不过目前国内12英寸硅片仍几乎百分之百依赖进口，8英寸硅片本土化率也仅为20%。值得一提的是，2018年一季度末，上海新昇12英寸大硅片正片通过了华力微电子的验证并实现销售，但公告显示，销售给华力微电子的数量不多，正在增量过程中。此外，上海新昇大硅片正片已在中芯国际、武汉新芯进行认证，何时验证完成尚未有确切的时间节点。

光掩膜版方面，全球半导体领域80%以上市场份额被Photronics、大日本印刷株式会社DNP和日本凸版印刷株式会社Toppa三家占据。国内从事光掩膜版研究生产的内资企业主要有路维光电、清溢光电等，产品主要应用于平板显示、触控行业和电路板行业，用于集成电路制造的高端光掩膜版则由国外公司垄断。2018年内资企业在集成电路用高端光掩膜版方面，并无实质性进展，相反，Toppa Photomasks公司在2018年年初宣布，将对其位于上海的全资子公司上海凸版光掩膜有限公司(TPCS)追加投资，制造应用于半导体的光掩膜产品，预计于2019年上半年开始生产28纳米和14纳米的光掩膜版。

湿化学品方面，2018年我国6英寸及以上晶圆生产线消耗量超过25万吨，细分领域要求产品达到SEMI标准C8以上和C12水平，而国内技术水平相对较低，因此大部分产品来自于进口。但2018年，在消耗量最大的电子级硫酸方面，国内取得了可喜的突破，4月下旬，晶瑞化学依托下属子公司年产30万吨的优质工业硫酸原材料优势，并结合从日本三菱化学株式会社引进的电子级硫酸先进制造技术，投资建设年产9万吨/年的电子级硫酸项目。该项目建设地址位于江苏省南通市，预计2019年7月正式投产。2018年第三季度，湖北兴福的电子级硫酸技术攻关取得重大突破，产品品质超越SEMI C12级别，与国际电子化学品最大供应商巴斯夫的产品品质处于同一级别，并向部分国内12英寸晶圆厂稳定供货。

电子特气方面，2018年国内半导体用电子特气市场规模约4.89亿美元。经过30

多年的发展，我国半导体用电子特气已经取得了不错的成绩，中船重工718所、绿菱电子、广东华特等均在12英寸晶圆用产品上取得了突破，并且实现了稳定的批量供应。2018年5月，中船重工718所举行二期项目开工仪式，2020年全部达产后，将年产高纯电子气体2万吨，三氟化氮、六氟化钨、六氟丁二烯和三氟甲磺酸4个产品产能将居世界第一。

高纯硅烷方面，中宁硅业利用自产的高纯硅烷为原料，研究开发具有自主知识产权的低温脱轻脱重、多级吸附以及晶粒成膜检测技术制备半导体级硅烷气体，在设备优化、精馏提纯以及成膜检测等关键技术实现了突破，具备半导体级硅烷气体的产业化生产能力。

高纯四氯化硅方面，绿菱电子的产品在2018年实现了给国内主要芯片生产企业的规模化供货。

光刻胶方面，一直以来都被美日企业高度垄断，8英寸及以上半导体晶圆用产品本土化率不足1%，还有许多需要攻克的关键技术，目前国内真正从事集成电路用光刻胶研究生产的企业不足5家。2018年几家主要企业在各自细分领域都取得了突破。5月，北京科华承担的“极紫外光刻胶材料与实验室检测技术研究”项目顺利通过国家验收；8月，晶瑞股份表示，公司的i线光刻胶已通过中芯国际上线测试；12月，南大光电开发出了的首款ArF（干式）光刻胶产品，性能稳定，各项性能指标均达到国外同类产品的同等水平。

靶材方面，近年来，国家制定了一系列产业政策推进靶材技术的发展，效果显著。目前国内12英寸晶圆用溅射靶材本土化率约为18%。2018年8月，由贵研铂业承担的云南省国际合作计划专项——“半导体器件用镍铂靶材的制备关键技术及产业化”取得重大突破，建立了生产线并取得良好经济效益。在7nm先进节点用溅射靶材方面，江丰电子已经掌握了核心技术。

CMP抛光材料方面，主要有抛光液与抛光垫。安集微电子是国内唯一一家能提供12英寸IC抛光液的本土供应商，它在铜制程上有一定优势，2018年完成了

多个具有世界先进水平的集成电路材料的研发及产业化应用，但在更高端的STI制程上，尚没有掌握核心原材料研磨粒的制备技术。作为抛光垫主要供应商的湖北鼎龙，尚在进行12英寸晶圆用产品的攻关。

封装材料方面，高端键合丝、封装基板、引线框架等仍高度依赖进口，2018年国内企业主要在低端领域有所突破，近年来，封装形式的转变也给国内企业提出了新的要求。

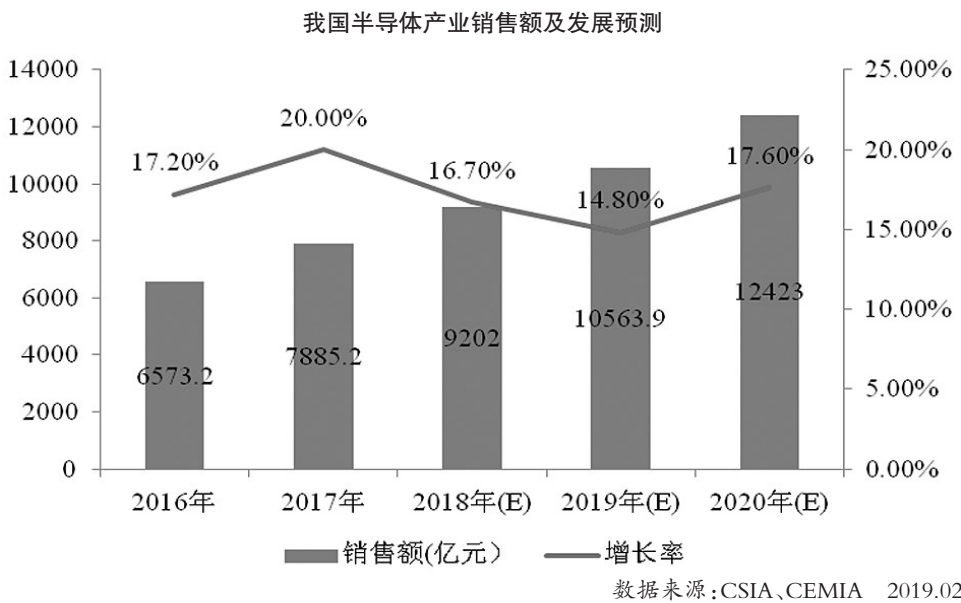
机遇与挑战并存 任重而道远

现今，中国已成为全球最大的半导体消

费市场。物联网、5G通信、人工智能等新一轮终端需求，为中国大陆半导体产业发展创造了新的机遇。

半导体产业要想持续健康稳定的发展，产业链协同进步是关键。作为重要支撑的材料业则是重中之重。

当前，我国半导体材料的整体本土化仍然处于比较低的水平，特别是在中高端领域，亟待突破的产品、技术非常多。而材料的研发本来就是比较漫长的过程，从验证到真正导入又需要消耗大量的时间，在高端材料研发人才方面国内的缺口较大，在核心技术上国外的封锁严格，这就给国内半导体材料业的发展带来了诸多挑战。我国半导体材料的本土化程度要想得到明显改善，任重而道远。



我国半导体材料市场规模及发展预测(亿美元)

	2016年	2017年	2018年(E)	2019年(E)	2020年(E)
晶圆制造材料	20.9	24.8	28.2	32.7	40.9
封装材料	46.8	50.9	56.8	60.5	66.5
合计	67.7	75.7	85.0	93.2	107.4

来源:SEMI、CEMIA 2019.02

国际大厂积极布局EUV节点 集成电路光刻胶技术升级

——集成电路材料系列报道之二

本报记者 诸玲珍

在集成电路制造过程中,光刻是非常重要的环节,它决定了芯片的最小特征尺寸,而光刻胶是光刻工艺得以顺利实现的关键材料。在国内大力发展集成电路产业的大背景下,国产光刻胶如何满足国内产线的需求;在国际大厂纷纷布局EUV光刻胶的节点上,国内光刻胶产品如何向高端迈进,成为集成电路材料业亟须破解的难题。

国际大厂

开始布局EUV光刻胶

2018年,全球适用于集成电路市场的光刻胶和配套试剂市场规模分别为15.7亿美元和20.4亿美元。

光刻胶是指通过紫外光、准分子激光、电子束、离子束、X射线等光源的照射或辐射,其溶解度发生变化的耐蚀刻材料。光刻胶通常以曝光波长来描述光刻胶产品的分类,随着分辨率越来越高,光刻胶曝光波长不断缩短,由紫外宽谱向极紫外(EUV)光刻胶方向转移,它的发展路径为宽谱、g线(436nm)、i线(365nm)、KrF(248nm)与ArF(193nm),2010年之后又出现了EUV(13.6nm)。

据了解,全球主流光刻胶企业多为从集成电路产业发展早期就进入市场的有机感光材料企业。其中,JSR、TOK、住友化学、信越、陶氏化学作为行业领军企业,共占有全球约85%的光刻胶市场份额。伴随集成电路制造技术的发展,被广泛应用于12英寸晶圆制造的ArF光刻胶产品成为市场主流,有数字表明,ArF/ArF浸没式光刻胶产品拥有约50%的光刻胶市场份额。赛迪智库集成电路产业研究所给出的数据表明,2018年,全球适用于集成电路市场的光刻胶和配套试剂市场规

模分别为15.7亿美元和20.4亿美元。

据业内专家介绍,通过双掩膜和双刻蚀等技术,现有光刻技术能够用193nm的激光完成7nm工艺的光刻。为了实现7nm及以下制程,EUV(13.6nm)光刻技术浮出水面。目前,台积电、三星都已经开始布局。EUV光刻光路不同于上一代的折射,它所需光刻胶主要以无机光刻胶为主。北京科华微电子材料有限公司董事长陈昕在接受《中国电子报》记者采访时表示,她刚刚参加了一年一度在硅谷举行的“国际光学工程学会举办的先进光刻技术会议”,她告诉记者:“对于光刻胶,国际上对EUV光刻胶的研究与开发从未间断过。在这次会议上听到EUV技术将在今年上线。而实际上,台积电和三星去年就有试产线运行了,所以说,光刻胶配合光刻技术的发展正在进入EUV(13.6nm)时代。应该说,无论在理论上还是在工艺的应用上,都将发生革命性的变化。”

国内集成电路光刻胶 生产水平亟待提升

光刻胶是集成电路耗材中的尖端产品,国内高端光刻胶及配套试剂产品的研发和生产能力明显不足。

我国集成电路级光刻胶需求量快速增

长,尤其伴随12/8英寸晶圆厂的快速建设,我国对KrF、ArF光刻胶需求量增长尤为迅速。但是,由于光刻胶是集成电路耗材中的尖端产品,技术含量高、制备工艺复杂且跨物理、化学多个学科,是一项综合技术的产物,国内高端光刻胶及配套试剂产品的研发和生产能力明显不足,陈昕告诉记者,从产业化的角度来看,中国与国际光刻胶的差距是ArF(193nm)与EUV(13.6nm),目前这两类光刻胶产品在中国的产业化尚处空白,仍然需要依赖进口。

因此,发展高端光刻胶成为满足国内集成电路产业配套的关键点之一,而现实是,光刻胶产业面临的瓶颈是一个综合性问题。赛迪智库集成电路产业研究所王珺从四个方面进行了总结:在研发效益方面,光刻胶产品研发阶段需要有光刻机的支撑,国外领军企业多为通过在制造工艺研发时同设备、制造厂商开展联合研发,从而解决光刻机需求问题。对于我国光刻胶企业,企业追赶超越则需要自行解决光刻机需求问题,对企业研发资金需求极高。在专利壁垒方面,国外企业早已在技术关键节点部署专利,我国企业在追赶时往往难以绕开竞争对手专利限制,所以企业可能面临研发受阻现象。在产品应用方面,光刻胶作为关键核心原材料,制造环节对光刻胶产品的容错率为“0”。芯片设计企业为保障自身产品供应的稳定,往往很难选择市场认可度较低的国内产品,由此加大了光刻胶产品本土化难度。在企业发展方面,国



内大部分集成电路用光刻胶生产企业原产品为平板显示用光刻胶,伴随企业产品技术发展,开始从事到g线、i线光刻胶的研发、生产中,企业对高端光刻胶的理解、研发、生产经验不足,由此带来我国大部分集成电路用光刻胶的生产水平和生产效率有待加强。

与国内IC制造企业 密切合作

发展ArF光刻胶技术应与国内IC制造企业密切配合,有的放矢地加快光刻胶的开发速度。

我国是全球重要的光刻胶应用市场,2018年全国光刻胶和配套试剂市场规模分别为23.15亿元和29.36亿元,主要产品集中在g线、i线、KrF(非关键层),因此,发展ArF光刻胶成为破局之旅。

陈昕指出,芯片厂商的个性化发展已经成为一个趋势,新的发展趋势需要新的产品开发形式,目前材料、设备、工艺三位一体的发展已在国际上流行,而在中国却仍有距离。她特别谈到存储芯片尤其是3DNAND Flash技术的发展与相应光刻胶的开发,“在3DNAND光刻技术发展中,KrF光刻占主体,约为44%,中国KrF光刻胶技术与国外差距并不大,北京科华的KrF

光刻胶产线已经运行5年以上,市场产品日趋成熟。”她呼吁,希望在此项技术与国内厂商尽快建立合作开发,只有密切配合、充分了解国内IC制造企业的工艺特点与实际需求,才能够有的放矢地加快所需光刻胶的开发速度。

一项新的应用技术的开发,需要坚实、广泛的科学研究做基础,而我国目前在集成电路方面的科学研究基础与先进国家尚有差距,从事此类基础学科研究的力量薄弱。“在国家大力发展集成电路产业的大环境下,希望国内的大专院校、科研院所能够有力量投入到此类基础研究中,积累经验才会逐渐成长。”陈昕告诉记者。而除了上述基础研究环境差距的问题外,国内制造产业链的完整性也存在不足。“虽然国内已经有企业在从事光刻胶的原材料制造开发,北京科华也在积极与这些原材料厂商开展合作,但是仍有诸多问题,例如IP、工程化技术的研究等方面的问题亟待解决。”陈昕表示。

为加速我国光刻胶企业发展,王珺也给出了自己的建议:“一是以国家重大科技专项为支撑,推动制造、光刻机、光刻胶企业开展联合技术攻关,降低光刻胶企业研发成本,并为国产光刻胶产品提供更多试错机会。二是延伸《新材料首批次应用保险补偿机制》保险补偿政策在面向集成电路产业应用时的适用范围,将保险补偿机制由首批次环节扩大至产品初期应用的批量生产环节,使得保险补偿机制更合适弥补国产产品稳定性较低的不足,降低国产光刻胶产品应用阻碍。”