

专论与评述

中国集成电路用化学品发展现状

王海霞¹, 冯应国², 仲伟科^{1*}

(1. 中国化工经济技术发展中心, 北京 100723; 2. 山西省煤化工发展促进中心, 山西 太原 030001)

摘要: 从硅片、制程化学品两个大方面综合分析了国内外集成电路用材料的总体供求状况。在制程化学品方面, 按超净高纯特种气体、光刻胶、湿电子化学品、CMP 抛光材料四大部分, 介绍了国际主要生产商、国内生产商及新建项目、市场消费情况, 并对未来市场发展进行了预测。

关键词: 集成电路; 光刻胶; 特种气体; 超净高纯试剂; 化学机械抛光; 硅片

中图分类号: TQ-9

文献标志码: A

文章编号: 0253-4320(2018)11-0001-07

DOI: 10.16606/j.cnki.issn.0253-4320.2018.11.001

China's development status of chemicals for integrated circuit

WANG Hai-xia¹, FENG Ying-guo², ZHONG Wei-ke^{1*}

(1. China National Chemical Economic and Technical Development Center, Beijing 100723, China;

2. Shanxi Provincial Development and Promotion Center of Coal Chemical Industry, Taiyuan 030001, China)

Abstract: This paper summaries and analyzes the overall supply and demand situation of materials for integrated circuit in China and in the world from two aspects such as silicon chip and process chemicals. Among process chemicals, four fields including ultra-clean high-purity specialty gases, photoresistor, wet electronic chemicals and CMP materials are reviewed from aspects of global main manufacturers, China's existing makers and new projects and market consumption situation. The future market development trends are predicted, and measurements and suggestions for China to develop chemicals and materials for integrated circuit are also given.

Key words: integrated circuit; photoresistor; specialty gases; ultra-clean and high-purity reagents; chemical mechanical polishing; silicon chip

“中兴通讯事件”引爆了国人对于集成电路产业乃至电子产业核心技术的关注。目前, 电子产业成为社会经济发展的核心动力, 是我国经济发展到现阶段必须自我掌控的核心产业。在电子产业发展中, 电子化学品有着不可替代的关键作用。电子工业的发展要求电子化学品产业与之同步, 因此, 电子化学品成为世界各国为发展电子工业而优先开发的关键材料之一。早在 2011 年我国颁布的《产业结构调整指导目录》中, 鼓励类第二十八项信息产业中包括了“半导体、光电子器件、新型电子元器件等电子产品用材料”, 国家集成电路产业投资基金也于 2014 年成立。但是, 经过多年的努力, 我国半导体集成电路产业仍然是很轻易地被“卡了脖子”, 这不能不引起我们的深思。作为化工行业从业者, 也有必要认真认识一下我国为集成电路产业配套的化学品产业的状况, 认清形势, 找到差距, 既不盲目悲观, 也不能被非理性情绪裹挟, 而应该激发理性自强的态度与能力, 通过自力更生

掌握核心技术。

半导体集成电路用化学品归属于电子化学品, 后者泛指电子工业中所使用的化工材料, 具有品种多、质量要求高、用量小、对环境洁净度要求苛刻、产品更新换代快、资金投入量大、产品附加值较高等特点。电子化学品按终端应用领域划分为半导体(集成电路/分立器件/传感器)、显示器件(LCD/OLED)、印刷电路板(PCB)、新能源电池等四大领域。

1 产业概况

半导体产业协会(SIA)发布统计数据显示, 2017 年全球半导体销售额达 4 122 亿美元, 同比增长 21.6%。其中, 半导体材料市场达 469 亿美元, 包括 278 亿美元的芯片制造材料和 191 亿美元的封装材料。在芯片制造材料市场中, 硅片材料、电子气体、掩模版、光刻胶、光刻胶配套、CMP 材料、湿化学品、靶材、其他材料占比分别为 31%、14%、14%、

收稿日期: 2018-08-14; 修回日期: 2018-09-18

作者简介: 王海霞(1981-), 女, 博士, 工程师, 研究方向为石化化工市场, 010-64697940, hjwanghx@163.com; 仲伟科(1964-), 男, 硕士, 高级工程师, 研究方向为化工产品市场, 通讯联系人, 010-84885022, zhongzeyang@126.com。

6%、7%、7%、6%、3%、12%。

我国工信部统计数据显示,2017 年,生产集成电路 1 565 亿块,比上年增长 18.2%。中国半导体行业协会发布的统计数据显示:2017 年中国半导体产业实现销售收入 5 411.3 亿元,同比增长 24.8%,创历史新高。其中,集成电路设计业销售收入为 2 073.5 亿元,同比增长 26.1%;封装测试业销售收入达 1 889.7 亿元,同比增长 20.8%;集成电路制造业销售额约 1 448.1 亿元,同比增长 28.5%。根据海关统计,2017 年中国进口集成电路 3 770 亿块,同比增长 10.1%;进口金额 2 601.4 亿美元,同比增长 14.6%。2017 年中国出口集成电路 2 043.5 亿块,同比增长 13.1%;出口金额 668.8 亿美元,同比增长 9.8%。

据相关机构统计,2017 年我国集成电路用化学品市场销售额在 540 亿元左右,涵盖的化学品主要有:电子气体、光刻胶、CMP 材料、超净高纯试剂及光刻胶配套化学品等。

2 半导体用硅片

按常规分类,半导体硅片一般不包括在化学品范围内。但半导体硅片是目前最重要的半导体材料,全球 95% 以上的半导体芯片和器件是用硅片作为基底功能材料而生产出来的。半导体硅片的原料为电子级多晶硅,是通过化学工艺生产的。目前,我国电子级多晶硅和大尺寸硅片的生产都处于刚起步的状态,因此有必要对我国硅片的产业状况进行梳理。

半导体硅片按直径划分有 6 英寸(150 mm)、8 英寸(200 mm)、12 英寸(300 mm)、18 英寸(450 mm)等规格。从技术和成本的角度看,硅片直径越大,在一个硅片上可制作的集成电路芯片数就越多,每个芯片的成本也就越低。因此,大硅片是硅片制备技术的发展方向。目前 12 英寸是市场主流,相关机构估计 2017 年占全球硅片出货量的 66.1%。18 英寸硅片设备研发难度极大,各国目前尚在研发阶段。

SEMI SMG 公布的统计数据显示,2017 年全球硅片出货量为 118.1 亿平方英寸(MSI),而 2016 年为 107.38 亿平方英寸;收入共计 87.1 亿美元,比 2016 年的 72.1 亿元高出 21%。

目前,全球半导体硅片市场由日本信越化学、胜高(SUMCO),中国台湾环球晶圆,德国世创,韩国 SK Siltron 五大公司把控。2017 年它们共占据了全

球硅片市场约 94% 的市场份额,其中各自的份额分别为 28%、25%、17%、15% 和 9%。这 5 家公司在 12 英寸硅片市场的占有率超过 97%。

预计 2022 年全球硅片出货量将达到 173 亿平方英寸,2017—2022 年期间年均增长 8% 左右;市场规模将达到 175 亿美元左右,2017—2022 年均增长率在 15% 左右;12 英寸以上的大尺寸硅片将占据 90% 以上的市场。

目前国内企业生产的主要是 6 英寸及以下硅片,国产化率为 50%;8 英寸硅片国产化率 10%;国家集成电路产业投资基金全力支持的上海新昇半导体科技有限公司 12 英寸硅片的生产线 2017 年投产,并进入客户测试程序。截至 2017 年底,我国硅片总产能达到 4 100 万片/a,其中 8 英寸及以下产能为 3 760 万片/a,2017 年新建成了 2 套 12 英寸硅片生产线,现有及在建拟建半导体硅片项目如表 1。

表 1 我国现有半导体硅片生产商及在建拟建项目

公司	万片/a				
	现有项目			在建拟建项目	
	6 英寸及以下	8 英寸	12 英寸	8 英寸	12 英寸
金瑞泓科技(衢州)有限公司	300	168	—	—	360
有研新材料股份有限公司	270	24	—	—	12
洛阳麦斯克电子材料有限公司	480	60	—	—	—
昆山中辰砂晶有限公司	360	40	—	—	—
中环欧半导体有限公司	240	—	—	—	—
合晶集团公司	280	—	—	—	—
上海申和热磁电子有限公司	500	—	—	—	—
上海新昇半导体科技有限公司	—	—	180	—	540
重庆超硅半导体	—	600	—	—	60
成都超硅半导体	—	—	—	—	—
宁夏银和半导体科技有限公司 (申和热磁)	—	180	—	180	240
郑州合晶硅材料有限公司	—	—	—	240	300
晶盛机电、中环股份	—	—	—	—	—
北京奕斯伟科技有限公司	—	—	—	—	—
安徽易芯半导体有限公司	—	—	160	—	—
四川经略长丰半导体有限公司	—	—	—	120	480
淮安德科码半导体有限公司	—	—	—	—	24
华虹宏力半导体制造有限公司	—	186	—	—	36
无锡华润微电子控股有限公司	—	72	—	—	—
合计	2430	1330	340	540	2052

2017 年国内的总需求约为 45 万片/月, 预计 2018 年需求量在 109 万片/月。

3 集成电路制程化学品

3.1 超净高纯特种气体

超净高纯特种气体包括纯气和二元、多元混合气。纯气已发展至 100 余种; 混合气已有 17 类、330 多个品种, 大约 1 000 多种规格。超净高纯特种气体配套性很强, 根据不同用途分别有电子级、载气级、发光二极管级、光导纤维级、VLSI 级(超大规模集成电路级)等。

在集成电路产业链里, 超净高纯特种气体用于硅片的沉积、蚀刻、光刻、掺杂、退火或者腔室清洗等。按照在集成电路中的作用可分为掺杂气体、外延气体、离子注入气体、发光二极管用气体、刻蚀气体、化学气相沉积用气体、载运稀释气体七类。

目前, 全球超净高纯特种气体主要生产商包括法国液空、美国空气化工产品、德国林德、日本昭和电工、小松电子、杜邦、韩国大成产业气体、韩国 SK、日本住友、韩国 OCI, 以及中国台湾的联华实业、京和科技等。

2017 年全球半导体行业超净高纯特种气体销售金额约 38.9 亿美元; 预计 2017—2022 年期间年均增长 5.7%, 2022 年将达到 51.4 亿美元。

我国进行超净高纯特种气体开发研究工作较早的有化工部光明化工研究所、化工部黎明化工研究院等单位。国外大型气体公司在 20 世纪 80 年代开始在华布局建设特种气体厂或分装厂, 在推动我国超净高纯特种气体产业发展的同时, 也在一定程度上扼杀了我国在该产业创新和超越发展的动力。例如电子级氯化氢, 在我国正在进行“八五”攻关之际, 大批的廉价进口产品进入中国市场, 研发无疾而终。

目前我国生产超净高纯特种气体的企业超过 50 家, 大部分半导体用气体都能生产, 仍有某些产品还不能生产, 如高纯砷烷、叔丁基砷、三乙基砷、叔丁基磷、溴化氢、二乙基硅烷、六氟乙烯等。

2017 年我国超净高纯特种气体产能(包括用于其他电子行业如印刷电路板和平板显示)为 10.03 万 t/a, 总体开工率不足 50%。2017 年新投产项目有: 陕西有色天宏瑞科硅材料有限责任公司 3 000 t/a 硅烷、内蒙古兴洋新材料科技有限公司 3 000 t/a 硅烷、苏州金宏气体股份有限公司 8 500 t/a 扩产项目等。2017 年我国主要超净高纯特种气体

生产企业如表 2。

表 2 目前我国主要超净高纯特种气体生产企业情况

生产企业	2017 年 产能	装置地点	产品品种
苏州金宏气体股份有限公司	12000	江苏苏州	氨、三氯化硼等
大连保税区科利德化工科技开发有限公司	9800	辽宁大连	氨、三氯化硼、三甲基镓、六氟化硫
山东绿菱电子材料有限公司	6000	山东东明	氧化亚氮
成都科美特特种气体有限公司	5200	四川省彭州市	三氟化氮、四氯化碳
湖南高安新材料有限公司	5000	湖南岳阳	氨
海宁市英德赛电子有限公司	4500	浙江海宁	氨
美国空气化工产品公司	4000	安徽芜湖	氨
液化空气(南通)工业气体有限公司	4000	江苏南通	氨
大成(合肥)气体有限公司	3000	安徽合肥	氨
住友精化(扬州)有限公司	3000	江苏扬州	氨
福建久策气体集团有限公司	3000	福建福州	氨及氧化亚氮等
陕西有色天宏瑞科硅材料有限责任公司	3000	陕西榆林	硅烷
内蒙古兴洋新材料科技有限公司	3000	内蒙古鄂尔多斯	硅烷
爱思开新材料(江苏)有限公司	2000	江苏镇江	三氟化氮
爱康尼克晶体硅(芜湖)有限公司	2000	安徽芜湖	乙硼烷、砷烷、硅烷、锗烷
浙江建业微电子材料有限公司	2000	浙江建德	氨
郴州湘能半导体气体有限公司	2000	湖南郴州	氨
其他	26820		
合计	100320		

我国一些大宗超净高纯特种气体产能隐隐出现过剩现象, 如: 硅烷, 我国目前硅烷产能 1 万 t/a 左右, 还有一些在建拟建项目; 目前我国高纯氧化亚氮产能也接近 1 万 t/a, 产能最大的是山东绿菱电子材料有限公司; 我国目前高纯氨产能在 3.9 万 t/a 左右。前几年受国内光伏太阳能“大跃进”般的发展影响以及技术门槛较低, 国内上马的高纯氨生产总量大大超出实际需求, 虽然可以出口一部分到东南亚地区, 但国内市场高纯氨价格还是一路狂跌, 个别外资工厂也将氨生产线改产; 三氟化氮主要用于平板显示设备、半导体芯片和光伏电池板, 目前我国总

产能在 10 000 t/a 左右,最大的为雅克科技控股的成都科美特种气体有限公司(4 000 t/a),其次为爱思开新材料(江苏)有限公司(2 000 t/a)。目前我国三氟化氮年需求量约为 4 500 t。

目前我国特种气体在建拟建项目超过 10 个,其中正在建设的有欧中电子材料(重庆)有限公司一期 1 215 t/a 项目、江苏锦泰实联电子材料有限公司 2 280 t/a 项目。

2017 年我国超净高纯特种气体总体消费量约 6.2 万 t,自给率不到 70%。其中集成电路行业消费量占 40%左右,国内自给率不足 40%。

3.2 半导体用光刻胶

光刻胶又称光致抗蚀剂,是光刻工艺的关键化学品,主要用于集成电路和分立器件的微细加工,同时在 FPD、LED、光伏、磁头及精密传感器等制作过程中也有广泛应用。光刻胶的主要成分为树脂、单体、光引发剂及添加助剂四类,其中,树脂约占 50%~60%,单体约占 35%~45%。

据 SEMI 统计,2017 年全球半导体集成电路用光刻胶市场总值约 23.5 亿美元。全球能够生产光刻胶的企业为数甚少,主要有:美国 Shipley(陶氏收购)、Futurrex、杜邦(现与陶氏合并);德国 Micro resist technology、Allresist;日本东京应化、瑞翁、住友、信越、日产化学、JSR;瑞士 GES;韩国东进化学、东友精细化工;台湾亚洲化学、台湾长春集团等,这些企业占到全球 98% 的市场份额。

我国光刻技术远远没有跟上电子行业生产规模的发展速度,光刻胶生产至今还停留在初级阶段,现有的几家国内生产企业所生产的产品只能用于低端液晶显示器、中低端集成电路和分立器件。2017 年我国光刻胶总产能(包括平板显示及印刷电路板行业用)接近 1 万 t/a,总体开工率仅 27%。目前我国主要半导体用光刻胶生产企业见表 3。

其中仅苏州瑞红电子化学品有限公司、北京科华微电子材料有限公司、东进电子材料(启东)有限公司三家有能力生产半导体行业用光刻胶,2017 年产量合计约 560 t。

韩国东进世美肯(Dongjin Semichem)计划在中国再建一套光刻胶装置。国内企业徐州大晶新材料科技集团有限公司 2016 年做了一个 400 t/a 光刻胶及相关产品的环评;浙江永太科技股份有限公司在浙江台州建设了一套 1 500 t/a 光刻胶项目,2018 年初已建成,但尚未投入生产。江苏博硕电子科技有限公司计划收购韩国 COTEM 公司 60% 股份,并利用该

表 3 2017 年我国集成电路用光刻胶主要生产企业情况
t/a

生产企业	2017 年产能	装置地点
上海飞凯光电材料有限公司	5000	安徽安庆
北京北旭电子材料有限公司	1500	天津
东进电子材料(启东)有限公司	1200	江苏启东
阜阳欣奕华材料科技有限公司	1000	安徽阜阳
苏州瑞红电子化学品有限公司	400	江苏苏州
北京科华微电子材料有限公司	320	北京顺义
潍坊星泰克微电子材料有限公司	200	山东潍坊
浙江永太科技股份有限公司	150	浙江台州
苏州华飞微电子材料有限公司	100	江苏苏州
江苏博硕电子科技有限公司	100	江苏宜兴
合计	9970	

公司技术在国内建设 1 000 t/a 项目。江苏艾森半导体材料股份有限公司 2018 年开始在南通建设 2 000 t/a 光刻胶项目,计划 2019 年下半年投产。

2017 年我国半导体行业光刻胶消耗量约 1.13 万 t,国产化率约 5%。预计 2022 年我国光刻胶总产能将达到 14 000 t/a,按开工率 50.5% 计算,产量将达 7 100 t,2017—2022 年产能和产量年均增长率分别为 7.1% 和 21.3%。预计 2022 年,我国光刻胶总需求量将达到 1.92 万 t,2017—2022 年我国光刻胶表观需求量年均增长率约 11.2%,2022 年对外依赖率下降为 55.6%。

3.3 抛光垫和抛光浆料

化学机械抛光,又称化学机械平坦化,英文缩写为 CMP。CMP 技术将磨粒的机械研磨作用与氧化剂的化学作用有机地结合起来,可实现超精密无损伤表面加工,满足集成电路特征尺寸在 0.35 μm 以下的全局平坦化要求。

CMP 技术所采用的设备及消耗品包括:抛光机、抛光浆料、抛光垫、后 CMP 清洗设备、抛光终点检测及工艺控制设备、废物处理和检测设备等。其中抛光浆料和抛光垫为消耗品。

CMP 抛光垫一般由含有填充材料的聚氨酯材料制成,用来控制毛垫的硬度。抛光垫的表面微凸起直接与晶片接触产生摩擦,以机械方式去除抛光层在离心力的作用下,将抛光液均匀地抛洒到抛光垫的表面,以化学方式去除抛光层,并将反应产物带出抛光垫。

CMP 抛光浆料一般由超细固体粒子研磨剂(如纳米 SiO_2 、 Al_2O_3 粒子等)、表面活性剂、稳定剂、氧化剂等组成,固体粒子提供研磨作用,化学氧化剂提供腐蚀溶解作用。按照磨粒的不同,CMP 浆料主要分为二氧化硅浆料、氧化铈浆料、氧化铝浆料和纳米金刚石浆料等几大类。

(1) CMP 抛光垫

目前全球生产半导体抛光垫的企业主要是陶氏(罗门哈斯),其垄断了集成电路所需抛光垫约 79% 的市场份额。国外其他生产商有美国卡博特、日本东丽、台湾智胜科技有限公司、日本 Fujibo Holdings、韩国 KPX Chemical、日本 Nitta-Haas Incorporated 等公司。据 SEMI 统计,2017 年全球半导体用抛光垫销售额约 19.7 亿美元。预计 2017—2022 年全球半导体抛光垫市场年均增长 5.8%,2022 年将达到 26.1 亿美元。

国内企业在化学机械抛光领域起步较晚,目前与国际先进水平仍有较大差距。国内有少数企业采用国外公司主要是 3M 技术少量生产中低端产品,用于蓝宝石行业。2016 年 8 月湖北鼎龙控股股份有限公司采用自主技术建设的一期 10 万片/a 项目投产,2017 年底进入芯片客户系统。苏州观胜半导体科技有限公司 5 万片/a 项目于 2017 年 12 月投产。另外安集微电子科技(上海)有限公司据称也有生产半导体用抛光垫的能力。

湖北鼎龙控股股份有限公司计划建设二期 40 万片/a 项目;2016 年 11 月,宁波江丰电子材料股份有限公司和美国嘉柏微电子材料股份有限公司正式宣布就半导体集成电路化学机械研磨用(CMP)抛光垫项目进行合作;苏州观胜半导体科技有限公司也有进一步扩能的计划。

2017 年我国半导体集成电路用抛光垫产能 37 万片/a,但实际产能估计只有 25 万片/a,实际产量估计不到 1 万片。2017 年我国集成电路用 CMP 垫消耗量约 110 万片,对外依赖率为 99%。

预计 2022 年我国集成电路用 CMP 抛光垫产能将达到 150 万片/a,产量将达 75 万片。预计 2022 年我国集成电路用 CMP 抛光垫需求量为 188 万片,2017—2022 年期间年均增长率将在 11.3% 左右。

(2) CMP 浆料

目前全球半导体抛光浆料市场主要被美国、日本、韩国企业所垄断,包括日本的 Fujimi、Hinomoto Kenmazai,美国的卡博特、杜邦、Rodel、Eka,韩国的

ACE 等所垄断,这些企业占据全球 90% 以上的高端市场份额。2017 年全球半导体集成电路用 CMP 浆料销售额约 13.1 亿美元。预计 2017—2022 年全球 CMP 浆料市场年均增长 5.5%,2022 年将达到 17.2 亿美元。

我国市场 CMP 浆料中低端领域已国产化,但半导体集成电路用 CMP 浆料基本依赖进口。国内企业如天津晶岭和安阳方圆等,其产品主要用于手机玻璃盖板等领域的抛光,用于晶圆抛光比较勉强。由于集成电路抛光浆料具有很高的技术要求,配方处于完全保密状态,我国只有安集、国瑞升、新安纳等少数企业掌握部分低端技术,所以在集成电路等高端领域 CMP 浆料则主要依赖进口。目前我国 CMP 浆料生产商见表 4。

表 4 2017 年我国集成电路用 CMP 浆料

主要生产企业情况		万 t/a
生产企业	2017 年产能	装置地点
浙江新创纳电子科技有限公司	0.40	浙江嘉兴
湖北海力天恒纳米科技有限公司	0.20	湖北黄冈
海迅天津晶岭电子材料科技有限公司	0.20	天津
安集微电子科技(上海)有限公司	0.20	上海浦东
北京国瑞升科技股份有限公司	0.10	北京房山
上海新安纳电子科技有限公司	0.05	上海
合计	1.15	

湖北鼎龙控股股份有限公司正在进行 CMP 浆料的前期工作,预计未来几年将取得工业化成果。上海新安纳电子科技有限公司 2016 年进行了 4 000 t/a 电子级二氧化硅抛光液生产项目的环境评价。CMP 浆料的配方非常关键,我国一旦获得突破,生产将快速发展,开工率也将迅速提高。预计 2022 年我国 CMP 浆料产能将达到 4 万 t/a,产量将达 2.6 万 t。

2017 年我国 CMP 浆料表观消费量约 4.78 万 t,预计 2017—2022 年我国 CMP 浆料表观需求量年均增长率将在 9.7% 左右,2022 年达 7.6 万 t。

3.4 湿电子化学品(超净高纯试剂及光刻胶配套化学品)

超净高纯试剂,又称工艺化学品,与光刻胶配套化学品合称为湿电子化学品,是微电子、光电子湿法工艺制程中使用的液体化工材料。

超净高纯试剂包括酸类、碱类和有机溶液类等。光刻胶配套化学品主要由一种或几种通用超净

高纯试剂加入水、有机溶剂、螯合剂、表面活性剂等混合而成。包括有机溶剂、稀释剂、显影液、漂洗液、蚀刻液、剥离液等,光刻胶配套试剂与光刻胶配套使用。

据 SEMI 报告,2017 年半导体行业中超净高纯试剂销售金额约 15.8 亿美元,光刻胶配套化学品市场规模在 19.5 亿美元,两者合计约 35.3 亿美元。

当前,世界湿电子化学品生产商包括欧美公司:德国巴斯夫、美国亚什兰、美国 Arch 化学品、美国霍尼韦尔、美国空气产品、德国 E. Merck、美国 Avantor Performance Materials、ATMI 等;日本公司:关东化学、三菱化学、京都化工、日本合成橡胶、住友化学、和光纯药工业(Wako)、Stella-Chemifa 等;以及中国台湾、韩国、中国大陆本土企业等。

2017 年我国湿电子化学品(包括 PCB、平板显示等用途)总产能达到 115.3 万 t/a,开工率约 44.2%。我国主要湿电子化学品生产企业情况见表 5。

表 5 2017 年我国主要湿电子化学品生产企业情况

生产企业	万 t/a		
	光刻胶 配套	超净高 纯试剂	总产能
东进电子材料(后东)有限公司	13.5	0	13.5
惠州东进世美肯电子材料有限公司	10	0	10
杭州格林达电子材料股份有限公司	9	0	9
湖北兴福电子材料有限公司	4.5	4	8.5
江阴江化微电子材料股份有限公司	1.26	4.84	6.1
住化电子材料科技(西安)有限公司	0	5.8	5.8
昆山欣谷微电子材料有限公司	1	4	5
旭昌化学科技(昆山)有限公司	3.22	1.7	4.92
住化电子材料科技(合肥)有限公司	3.84	0	3.84
江阴市润玛电子材料有限公司	0	3.8	3.8
苏州晶瑞化学有限公司	0	3.6	3.6
巨化集团凯圣公司	0.5	2.8	3.3
长春化工(江苏)有限公司	2.76	0.3	3.06
江苏达诺尔科技股份有限公司	0	3	3
北京东进世美肯科技有限公司	3	0	3
合肥东进世美肯科技有限公司	2.91	0	2.91
重庆东进世美肯电子材料有限公司	2.676	0	2.676
苏州博洋化学股份有限公司	1	1	2
其他	5.9	18.4	21.32
合计	65.1	53.2	115.3

目前中国有很多湿电子化学品在建或拟建项目,其中在建且将于 2019 年前投产的项目有:巴斯夫化学品(嘉兴)有限公司在浙江嘉兴建设的 1.2 万 t/a 硫酸项目于 2018 年 5 月投产;江阴江化微电子材料股份有限公司在江苏江阴的 3.5 万 t/a 项目将于 2018 年底投产、在四川成都的 5 万 t/a 项目将 2019 年底投产、在江苏镇江的 6.3 万 t/a 项目将 2019 年底投产;湖北兴福电子材料有限公司 2 万 t/a 项目在建;苏州晶瑞化学股份有限公司在江苏如皋的 8.7 万 t/a 项目计划 2019 年 7 月投产。预计 2022 年我国超净高纯试剂产能将达到 167 万 t/a。

目前,我国湿电子化学品应用市场中,半导体、平板显示器、光伏分别占 36.5%、37.5%、26%。2017 年我国湿电子化学品总消费量约 68 万 t,半导体行业消耗了大约 24.8 万 t。

4 其他半导体材料

集成电路制造过程中还要用到掩膜版,又称光罩,其主要材料为石英玻璃。当前世界半导体产业最尖端工艺的主导权主要掌握在 Intel、三星和台积电(TSMC)“三强”手中,这 3 家公司所用的光掩膜版中超过半数是公司自己制造的,外购光掩膜版数量较少。外销半导体掩膜版市场集中度也很高,美国 Photronics、大日本印刷株式会社 DNP 和日本凸版印刷株式会社 Toppan 3 家占据了 80% 以上的市场份额。Photronics 和 Toppan 在中国都建有工厂。

高纯溅射靶材主要是指纯度为 99.9%~99.999 9% 的金属或非金属靶材,应用于电子元器件制造的物理气象沉积(PVD)工艺,是制备晶圆、面板、太阳能电池等表面电子薄膜的关键材料。目前我国在半导体市场几乎空白,2016 年江丰电子取得突破,在台积电实现了供货。

另外,除了硅片和靶材外,集成电路化学品基本上都是制程化学品,使用后需要回收、再生处理,这就涉及到处理用的化学品。随着集成电路升级换代,还衍生出一些用量少、用途特殊的化学品。

5 总结

我国集成电路行业在国际市场上总体处于一个代工的地位,从硅片到制程化学品,几乎所有的高端产品国内都处于弱势。世界硅片市场 12 英寸硅片

已经占到全球硅片出货量的 66.1%, 而我国刚刚有 2 个工厂在 2017 年建成并尝试进入市场; 特种气体方面, 国内企业集中在大宗而且产能过剩的气体品种上; 光刻胶的国产化率仅 5% 左右; CMP 抛光垫刚刚试生产, CMP 浆料国产化率在 10% 左右; 超净高纯试剂情况略好, 但是在光刻胶配套化学品市场, 韩国东进在我国建成的工厂仅产能就占了我国总产能的一半, 实际市场占有率估计在 70% 左右。总之, 我国集成电路用化学品乃至集成电路产业, 距离摆脱“卡脖子”并真正成为我国发展新经济的动力, 还有很长的路要走, 任重道远, 时间紧迫。

措施建议: (1) 国家政策支持及保护知识产权。我国已经在《产业结构调整指导目录》把半导体材料列为鼓励类, 国家也成立了集成电路投资基金, 并已经在硅片等领域取得实际性突破。但是, “中兴通讯事件”风波告诉我们, 我国政府的决心和力度还不够, 不仅仅要盯紧硅片, 还要投放更多精力在配套材料方面。应采取更多措施, 发挥社会和市场的力量, 建立创新性的管理机制, 吸引人才并留住人才, 建立长效机制, 并切实保护知识产权, 才能推动电子材料的现状, 提高国产化率, 拥有市场话语权。

(2) 市场进入门槛。世界集成电路行业经过了充分的市场竞争, 已经形成了稳定的产业链。行业领先者们已经形成了完善的市场进入机制和产品创新孵化机制, 形成了一个无形的“圈”。新的投资者即使开发出新产品, 也很难打入圈内, 获得客户试用。我国集成电路加工市场庞大, 对集成电路的需求在全世界市场所占份额也位列前茅, 我国应该充分利用市场机会, 建立有利于国内企业发展新产品的市场进入机制, 推动国内科研产业化。

(3) 控制污染。之所以我国电子行业体量大, 成为理想的代工地, 就是因为中国过去对污染控制比较松, 发达国家不希望把电子产品制造过程材料消耗造成的污染留在自己的国家。但是如此大规模

的代工生产, 对推动我国电子产业关键核心技术的发展并没有起到很大的作用, 相反留下了很多污染。随着我国环境保护力度的加大, 我国应该对集成电路加工产业进行控制, 对项目进行有效甄别, 发展国内必须的产品, 杜绝新建扩建大进大出式的代工厂。

参考文献

- [1] 吴坚, 张诚. 我国电子化学品的现状与发展前景 [J]. 精细与专用化学品, 2005, 13(23): 1-7.
- [2] SEMI. SEMI 数据 [EB/OL]. [2018-02-01]. <http://www.semi.org.cn/magazine/article.asp?id=2273>.
- [3] 中国半导体行业协会. 2017 年中国集成电路产业运行情况 [EB/OL]. [2018-05-15]. <http://www.csia.net.cn/Article/ShowInfo.asp?InfoID=73025>.
- [4] 宋晓岚, 李宇焜, 江楠, 等. 化学机械抛光技术研究进展 [J]. 化工进展, 2008, 27(1): 26-31.
- [5] 中国证券监督管理委员会. 江阴江化微电子材料股份有限公司首次公开发行股票招股说明书 [M]. [2017-01-16]. http://www.csrc.gov.cn/pub/zjhpublish/G00306202/201701/t20170120_309801.htm.
- [6] 孙福楠. 中国电子气体现状及未来——工业气体年会纪实 [EB/OL]. [2017-12-07]. http://www.sohu.com/a/209125565_822560.
- [7] 李岩. 电子化学品行业现状及展望 [J]. 化学世界, 2015, 33(5): 13-18.
- [8] Semi. Global industry posts highest-ever annual, quarterly, and monthly sales [EB/OL]. [2018-02-05]. https://www.semiconductors.org/news/2018/02/05/global_sales_report_2017/annual_semiconductor_sales_increase_21.6_percent_top_400_billion_for_first_time/.
- [9] 郑金红. 我国光刻胶的市场现状及发展趋势 [J]. 精细与专用化学品, 2009, 17(9): 28-31.
- [10] 唐家荣. 我国超净高纯化学试剂产业的基本状况 [J]. 化学试剂, 2010, 32(10): 955-960.
- [11] 工业和信息化部. 国家集成电路产业发展推进纲要 [EB/OL]. [2014-06-24]. <http://www.miit.gov.cn/n1146290/n1146397/c4218836/content.html>. ■

《现代化工》欢迎广大作者踊跃投稿, 投稿系统: <http://www.xdhg.com.cn>