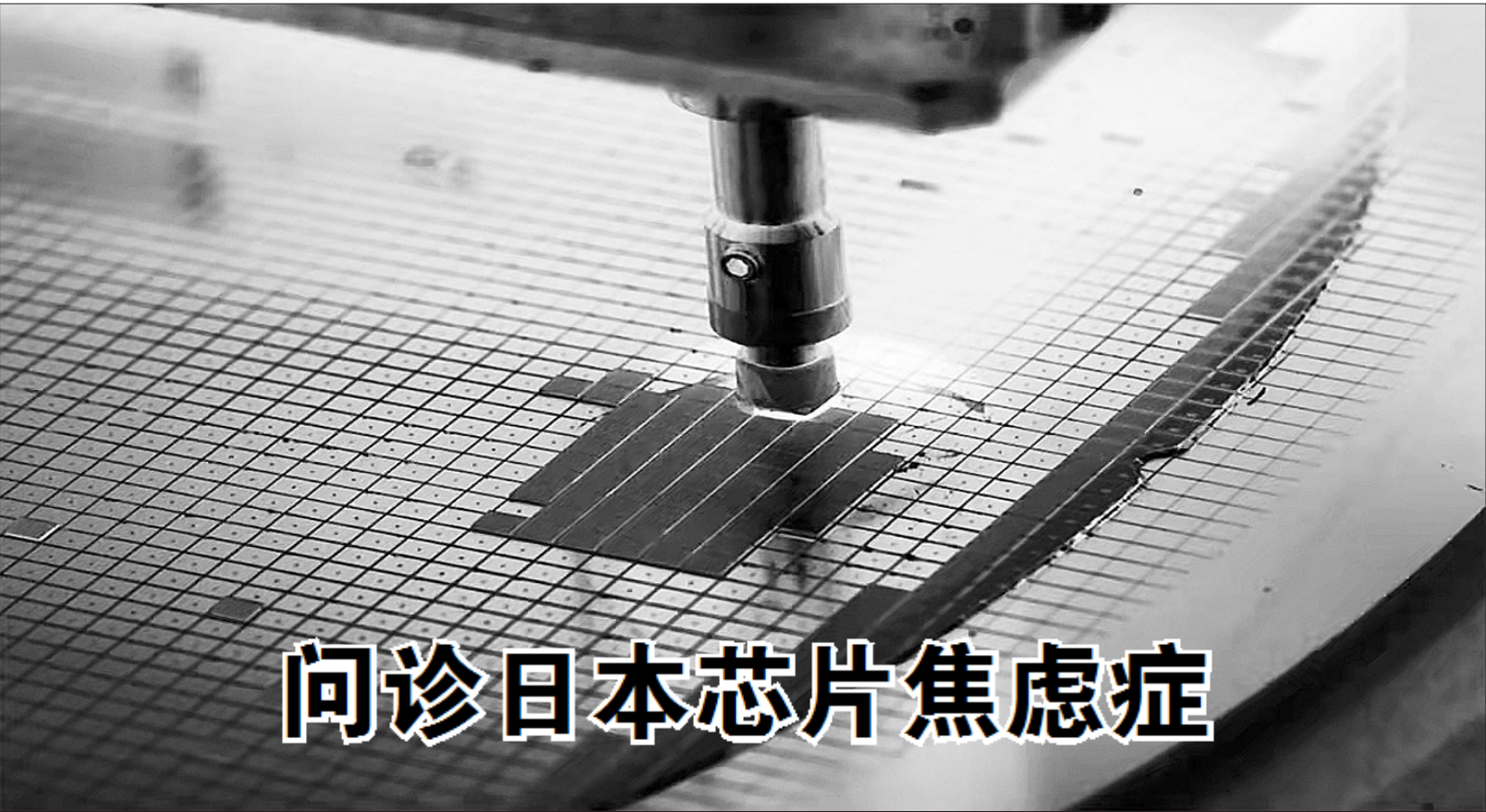




问诊日本芯片焦虑症

本报记者 许子皓

11月9日,台积电与索尼半导体联合宣布,双方将在日本熊本县合资建立新公司——日本尖端半导体生产公司(JASM)。新公司将从2022年开始建造,计划于2024年完工,使用22纳米和28纳米的制程工艺,产能为每月生产12英寸晶圆4.5万片,以满足汽车、影像传感芯片以及其他受到全球芯片短缺影响的芯片品类的供应需求。初期投入资金预计为70亿美元,并得到了日本政府的支持。

曾经站在世界半导体产业之巅的日本,虽然目前在半导体材料、设备领域仍然拥有强大话语权,但在全球芯片供应吃紧、供应链频频被搅乱的情况下,日本也患上了芯片焦虑症。日本政府表示,要通过吸引外资企业和促进投资来强化半导体产业基础,把半导体定位于支撑产业基础的“国际战略物资”。11月8日,日本政府将在2021年的补充预算中拿出数千亿日元,为在日本本土建立的芯片工厂提供补贴。

日本半导体的巅峰时刻

半导体产业诞生之初,美国身为创始者,一直保持着领先地位。冷战期间,美国给予了日本大量先进技术的授权,其中就包括晶体管技术。但让美国没想到的是,1959年日本晶体管年产量就达到了8000万颗以上,成为世界第一,1960年产量突破1亿颗,正式统治了这一领域。从20世纪60年代开始,日本政府便抓住机会,倾全国之力,从政策、财力、物力等各个方面全面支持半导体产业。

1962年,NEC获得了仙童半导体公司的技术授权,获得了集成电路的批量制造工艺。在日本政府的领导下,NEC将相关技术分享给了三菱等公司,使得日本真正拥有制造芯片的能力。1976年,日本政府使用“官产学”三位一体的科研体系,联合日立、富士通、NEC、三菱及东芝五家公司向银行筹集400亿日元共同设立国家性科研机构——VLSI技术研究所。

赛迪顾问集成电路中心高级咨询顾问池宪念向《中国电子报》记者指出,日本政府提出的“官产学”三位一体的科研体系是明智之举,集三方优势进行项目攻关,有效地促进了半导体产业的迅速发展。并且,由于大部分半导体企业隶属于大型企业,这些企业对于创新、研发的投入比重大,投入资金额增长快,因此,大企业新技术新产品的研发优势明显高于中小企业。而且日本在精细复杂的工序基础上改进生产品质,拼精细的制造,拼持久的技术改良,加上专业人才集中,从而很快能够大规模商业化。这也使得日本的半导体行业在短时间内突飞猛进,助力日本一跃成为发达国家,经济更是成为了全球第二。

日本最高光的时刻,就是日本最早专攻的DRAM内存芯片。1980年,日本研制的DRAM产品,只占全球销量的30%,但1982年它就成为全球最大的DRAM生产国了。因为价格、品质、技术以及产量均碾压了像英特尔、美光、AMD等美国大厂,日企迅速占据了全球市场,以至于1985年,美光被迫裁员一半,在美国政府的扶持下,苦苦支撑。1986年,英特尔的DRAM市场份额仅剩下1%,巨大的亏损让英特尔需要裁员7200人,关闭了7座工厂来减少损失,如果IBM没有紧急伸出救援之手,英特尔可能就此便跌入深渊了。在这之后,英特尔便退出了内存市场。

1986年,日本半导体达到巅峰,全球占比80%左右。1993年,据统计,全球前十的半导体公司中,日本独占六家。20年发展得如此一帆风顺,使得日本开始自负起来,对美国的依赖也开始减少,富士通甚至打算收购仙童半导体公司

80%的股份。同时,日本政府对半导体行业的重视程度也开始降低。正所谓骄兵必败,美国一记重拳彻底粉碎了日本的半导体美梦。

日美半导体之战

美国在意识到问题的严重性之后,硅谷的科技公司成立了美国半导体行业协会SIA来应对日本的垄断,并不断游说美国政府,提出了日本占据半导体市场将危害美国国家安全的理论。于是,美国政府立刻开始了对日本半导体的制裁。

1986年9月,日本通产省与美国商业部签定了以限制日本半导体对美出口和扩大美国半导体在日本市场的份额为目的的日美第一次半导体协议。1987年3月,美国政府以日本未能遵守协议为由,出台对日本征收100%进口关税的报复性措施。1987年5月27日,东芝事件东窗事发,美国在谴责日本的同时,对东芝公司进行了制裁。

1991年6月,日美再次签定了为期五年的新半导体协议,美国希望于1992年年底以前,外国半导体产品在日本市场占有率有的份额能超过20%。尽管日本强烈抵抗,但也无济于事,日本半导体就此开始跌下神坛,美国半导体市场也因此复苏,逐渐回暖。

在被美国限制之后,日本整个半导体行业低迷,曾经辉煌的几家芯片大厂,也逐渐离开了大众视野,原本的市场份额被韩国等国家和地区的半导体企业所瓜分。但日本没有破罐破摔,而是开始调整战略,战略的关键点是降低生产成本、扩大海外布局,以及占据上游材料和设备市场,形成产业链。这套战略日本一直延续至今,效果显著。

材料设备日本仍全球领先

最明显的就是日本的光刻胶份额在全世界可以占到80%以上,而EUV光刻胶,只有日本企业能够生产。其他例如半导体设备领域,有东京电子和DNS,材料领域有信越化学工业和SUMCO,几乎将这几个领域垄断,这让日本重新在全球半导体产业中站住了脚跟。

池宪念向《中国电子报》记者指出,半导体是技术密集型产业,而且越往产业链上游核心技术越密集、越高端,尤其是半导体材料和设备领域,直接影响着整个产业链的中下游动向。由于日本在半导体材料和设备领域具有全球领先优势,因此,在半导体上游领域日本仍然有很大的话语权。

但日本的半导体产业想要进一步发展还需要弥补很多环节,日本的短板领域有以下两个产业链环节:在IC制造领域,日本除了存储器制造之外,在IC制造领域并不具有优势。目前在14nm以下的IC制程,在高端制程未有成熟的制造商,相对于全球的制造水平处于竞争劣

势。在IC封测领域,全球前十大封测企业,也无日本企业。芯谋研究高级分析师张彬磊向《中国电子报》记者表示,日本半导体产业的劣势非常明显,除了存储、CIS和被动无源器件等适合IDM发展的领域,日本在先进制程和VLSI等关键领域毫无建树。此外日本终端厂商也逐渐没落。

张彬磊认为,日本半导体产业没落的本质实质上是IDM模式的没落。随着工艺对摩尔定律的极致追求,IDM型半导体企业的资金门槛越来越高,晶圆制造代工厂应运而生。以台积电为代表的晶圆代工厂在工艺制程上不断追赶并反超以英特尔为代表的IDM企业,反映了IDM模式不适合主流芯片的发展趋势。

日本的优势领域有以下三个产业链环节:一是半导体材料。日本半导体材料在全球半导体材料市场的占比约为六成。在整个半导体领域的19种关键材料中,有14种日本的产能占了全球50%以上的。如高纯度氟化氢、光刻胶和氟化聚酰胺等材料,日本具有垄断优势。

二是半导体设备。日本在全球半导体设备市场的占比接近四成。全球15大半导体设备厂商中,日本有7家左右,日本半导体生产设备占总体份额30%左右。日本占据优势垄断地位的有清洗、干燥设备和匀胶显影机三大项。

三是IC设计领域。日本在存储半导体、逻辑半导体、模拟半导体(含传感器)和功率半导体几个领域具有全球领先优势,并占较大市场份额。比如,索尼公司图像传感器芯片位居世界首位,瑞萨电子的车用半导体和通用半导体具有领先优势,日本三菱在IGBT模块领域的市场占据全球第一,东芝半导体的NAND存储器在全球保持领先。

制定新的半导体增长战略

日本半导体在20世纪80年代曾立于世界之巅,后被美国赶超。IC insights最新数据显示,最新全球半导体厂商前十名中没有一家日本公司。1988年日本占据了世界半导体市场的50.3%,而到2021年仅占约9%,这使日本有很大动力,希望重新加强其在制造领域的话语权。

5月24日,半导体企业参加的日本电子情报技术产业协会(JEITA)向经济产业省提出建议,如果再这样下去,10年左右时间半导体产业或将从日本消失。东京理科大学研究所若林秀树教授指出,日本应该对半导体领域投资10万亿美元,并应该和合作的国家致力于人才培养、技术研发。

6月2日,日本政府公布了增长战略草案。在决议会上,日本政府表示,日本当前最重要的是能否通过吸引外资企业和促进投资来强化半导体产业基础。日本把半导体定位于支撑产业基础的“国际战略物资”,将根据发展战略,大幅扩充资

金,加大扶持力度。

11月8日,日本政府宣布,将在2021年的补充预算中拿出数千亿日元,为日本新能源产业技术综合开发机构(NEDO)创建一个资金库,为在日本本土建立的芯片工厂提供补贴。

本次吸引台积电在熊本建厂,正是日本加强半导体制造能力的一个尝试。在日本政府的支持下,台积电和索尼已经确定将投资70亿美元合资在日本熊本建厂。新工厂将使用22纳米到28纳米的制程工艺。目前日本的制程工艺还停留在40纳米以上,这对日本半导体行业来说是一次非常大的进步。台积电或将成为新政策的第一个援助对象,可能会收到最多一半的补贴。

而且新工厂还会为日本提供1500个就业岗位,张彬磊表示,这将为日本培育一批制造业人才。在此基础上促进日本设计、制造产业的发展。池宪念认为,台积电的建厂,会促进日本IC设计业的发展。因为本土制造厂减少了代工的运输成本,会激活本土设计业的蓬勃发展。

中日企业合作前景广阔

日本企业也在努力与中国企业合作。抢搭中国市场发展的机遇,成为日本重新加强IC产业实力的重要契机。

东芝(中国)有限公司董事长兼总裁宫崎洋一在第四届中国国际进口博览会上表示,目前中国市场的营收在东芝整个集团中占比约为15%左右。“中国是东芝集团在海外最大的市场,对我们极为重要。”宫崎洋一认为,近30年来,中国和日本制造业企业在不同领域各有优势,今后可以互帮互助。目前电子元器件对东芝集团在中国的营收贡献最大,约占营收的四成左右。

罗姆半导体(北京)有限公司技术中心总经理水原德健向《中国电子报》记者表示,在2021年,罗姆与吉利汽车集团建立了战略合作伙伴关系。作为首次成果,采用了罗姆碳化硅的电控系统已被应用于目前吉利正在开发的纯电动平台。此外,罗姆与北汽新能源、联合汽车电子以及臻驱科技分别建立了碳化硅联合实验室。利用罗姆的碳化硅器件,共同开发用于电动汽车驱动的逆变器以及高性能模块等。

2021年10月,正海集团有限公司与罗姆签署合资协议,双方计划于2021年12月在中国成立一家主营功率模块业务的新公司。新公司将致力于发展新能源汽车牵引逆变器用的先进功率模块业务,开发、设计、制造和销售使用碳化硅(SiC)功率元器件的功率模块,并将正海集团旗下公司的逆变器技术、模块开发技术与罗姆的模块生产技术、先进的碳化硅芯片技术相融合,开发高效率的功率模块。预计新公司开发的模块产品将于2022年投入量产,并已计划用于电动汽车领域。

近期,有媒体报道称,台积电最新3nm工艺陷入瓶颈,投产遭遇困难,可能无法如期进入大规模量产阶段。随着摩尔定律的不断延伸,芯片巨头们纷纷在先进工艺上“翻车”,英特尔从10nm开始频频遭遇“难产”,三星5nm芯片也被连续传出良品率低下的消息。而如今,芯片代工界的“风向标”台积电也被传出在3nm工艺遇阻,先进工艺的开发究竟难在何处?

台积电3nm工艺或遇瓶颈 先进工艺开发难题如何破?

本报记者 沈丛

受台积电3nm“难产”影响 苹果新机或将转向4nm

据了解,台积电3nm工艺遇阻,苹果作为台积电3nm最大的客户所受影响最为严重。预计苹果明年的新机iPhone 14所搭载的A16芯片,恐无法使用3nm工艺,可能会转向4nm工艺。

尽管近期台积电已针对网上传言做出回应,即3nm制程按照计划进行,不评论客户或市场传闻,但人们依旧疑虑重重。这是由于此前台积电曾表示3nm将于今年试生产并于明年量产,然而目前还没有听闻任何关于台积电3nm投产的消息。

此外,就算此次台积电3nm成功量产,初期的产能估计也不高,不敢保证能满足苹果的订单需求。此前有媒体报道称,英特尔是台积电3nm工艺的大客户,会占据绝大部分的产能。而苹果A系列芯片的订单量又非常庞大,今年A15就已超过1亿枚,可见,台积电3nm的订单恐怕很难同时满足双方的需求。

先进工艺研发 困难重重

有人称,集成电路先进工艺研发难于上青天。那么,先进工艺研发难,究竟难在何处?

首先,芯片制程的不断演进,最直观的变化便是芯片上集成的晶体管数目显著提升,从而使得芯片良率问题越来越难以得到保障。

以华为麒麟9000为例,其5nm芯片的晶体管数目比上一代采用7nm工艺制程的麒麟990(5G版)足足多出50亿个,总数目提高到了153亿之多。而晶体管数目越多,芯片相应的运算和存储能力也就越强,进而使得芯片在程序运行、速度、数据处理性能等方面都获得较为显著的提升。

然而,随着芯片中的晶体管数量的提升,密度也越来越高,复旦大学微电子学院副院长周鹏介绍,晶体管微缩进入亚5纳米后遭遇的短沟道和泄露等挑战越发严峻,一旦沟道厚度小于4纳米,材料晶格缺陷造成的散射会使载流子迁移率发生严重退化,妨碍摩尔定律推进。

因此,进入先进制程后,众多芯片代工厂商开始面临晶圆代工良率改善的难题,例如,近日有消息称,三星代工业务遭遇不顺,三星电子华城园区V11部分5nm EUV良率甚至低于50%。

其次,先进制程芯片的高成本给众多芯片厂商带来了巨大的压力,使得越来越多的芯片厂商选择退出先进制程的市场竞争。市场研究机构International Business Strategies (IBS)的数据显示,28nm之后芯片的成本迅速上升。28nm工艺的成本为0.629亿美元,而到了7nm和5nm,芯片的工艺成本迅速增加,5nm大幅增至4.76亿美元。

据了解,台积电在2020年财报中表示,2021年的资本支出将提升至250亿~280亿美元,远远超出2020年的172亿美元。80%的资本将用于先进制程的研发,包括3nm、5nm和7nm。

之所以先进制程芯片的成本不断增加,不可忽视的是半导体制造设备成本每年增加11%,每

颗芯片的设计成本增加24%,其增长率都高于半导体市场7%的增长率。

同时,随着半导体复杂性的增加,对高端人才的需求也不断增长,这也进一步推高了先进制程芯片的成本。

难并不意味着 无法前进

今年年初,5nm手机芯片集体“翻车”事件,使得人们对于5nm芯片的良品率低、质量翻车等质疑声不绝于耳。随着技术节点的不断提升,芯片的研发成本和难度都在与日俱增,此次传闻台积电3nm工艺陷入瓶颈,使得人们对于即将出炉的3nm芯片也抱有质疑,业界对摩尔定律继续演进的路线愈发感觉不清晰。

“先进工艺在研发生产过程中出现一些问题,这是再正常不过的现象。技术的研发就是个不断试错的过程,出现问题并不可怕,在技术迭代的过程中及时进行修改即可,而不是因为怕犯错误就选择放弃。”半导体业内知名专家莫安康说道。

事实上,在芯片发展的过程中,对摩尔定律的质疑声从未停歇,然而,摩尔定律却从未走向尽头,人们对于先进制程的追求仍在继续。可见,先进制程技术的研发虽然难,但是并不意味着无法前行,各种新兴技术如同雨后春笋般逐渐露出水面。

周鹏介绍,随着芯片制程发展至5nm以下,晶体管沟道长度进一步缩短,晶体管中电荷的量子隧穿效应将变得更加容易,这些不受控制的隧穿电荷将导致晶体管产生较大的漏电流,进而使得芯片的功耗问题变得更加严峻。为了更好地控制芯片功耗,具有更强沟道电流控制能力的GAA结构将受到更多的重视。相较于三面围栅的FinFET结构,GAA技术的四面环栅结构可以更好地抑制漏电流的形成,以及增大驱动电流,进而更有利于实现性能和功耗之间的有效平衡。如今,三星已经先发一步在3nm中采用GAA技术,同时,台积电也表示将在2nm技术中采用GAA技术。这说明GAA技术在5nm之后以及更小的制程中,更受到业界的普遍认可和青睐。

此外,为了弥补三维半导体材料缺陷,二维半导体材料开始逐步映入人们的眼帘。据了解,台积电利用半金属铋(Bi)作为二维材料的接触电极,在1nm技术中实现关键突破,可大幅降低电阻并提高电流。

南京大学教授王欣然表示,由于二维半导体材料最为显著的两个特点是薄以及能够垂直堆叠,因此二维半导体未来可能会在水平和垂直两个维度上延续摩尔定律,未来有助于在更先进的制程技术上实现突破。

可见,虽然随着芯片技术节点的提升,技术难度越来越大,研发成本也越来越高昂,但这并不意味着摩尔定律结束。只是由于技术节点的不断延伸,研发难度越来越大,出现的问题也难免增多,但新兴技术也在不断发展。在半导体领域中,任何一种技术的转换更迭往往都需要经历多年的试错和改进,这些新的技术,能否最终实现预期的高性能和低功耗的效果,还需静待时日。