

世界级的氮化镓芯片工厂如何炼成

——探访英诺赛科(苏州)半导体有限公司

本报记者 白昊

内容提要

2月2日,省委理论学习中心组召开专题学习会,围绕半导体产业高质量发展开展专题学习,并邀请英诺赛科集团董事长骆薇薇和首席执行官吴金刚博士作专题辅导报告。这释放出清晰的信号,科技前沿的产业脉动,正受到辽宁的高度关注。

2月9日,记者来到位于苏州的英诺赛科半导体有限公司,探秘这座世界级的氮化镓芯片工厂是如何炼成的,底层技术的革新将如何带动产业变革,面对新兴产业,辽宁又将如何落子等问题,近距离观察这家企业的同时,也在产业风口中寻找辽宁的机遇。

说起“氮化镓”,许多人并不熟悉,但说起速度越来越快、体积却越发小巧的快充、续航与供电效率都在不断提升的新能源汽车,大家都深有体会,而营造这些日常生活中的幸福感,新材料氮化镓起到了关键作用。

作为第三代半导体的核心材料之一,氮化镓以其高功率密度、高频、低能量损耗等特性,正在快速走向产业应用的舞台。

“抢跑”新周期

当前,第三代半导体的发展已进入规模化制造与生态构建的关键阶段。说起第三代半导体,骆薇薇博士和她创办的英诺赛科集团是绕不开的话题。

在苏州市吴江汾湖半导体科技产业园英诺赛科的厂区里,每分钟都有氮化镓晶圆诞生。它们不仅悄然推动着能源技术的革新,也将“氮化镓”这一曾经陌生的材料带入公众的视野。

英诺赛科苏州工厂的主建筑,是一幢形似拱桥的白色大楼,楼体中间,镶嵌着一面形如芯片晶圆的玻璃幕墙。晨光中,大楼的影子倒映在河水中,泛起耀眼的波光。简洁优雅的建筑样式与静谧的氛围,让人很难把这座大楼与全球产量最大的8英寸氮化镓芯片生产线联系在一起。

2016年,骆薇薇博士敏锐地洞察到,智能手机创新步入平台期,信息化革命进入深化发展时期,未来,智能化将成为新的核心驱动力。而算力的增长,首先需要的就是指数级增长的能源。许多行业观察都发现,在过去20年,电力电子半导体架构几乎停滞,传统硅基材料无法支撑智能化时代的算力功耗。骆薇薇博士据此判断,能源领域的半导体新材料将成为未来的“风口”。与此同时,第三代半导体材料氮化镓的产业化曙光初现,全球首个6英寸硅基氮化镓平台已获验证,技术可行性也没问题。

在这一背景下,英诺赛科作出了一个至关重要的决定——“抢跑”新周期。跳过行业主流的6英寸芯片工艺,直接攻关成本更低、技术含量更高的8英寸硅基氮化镓芯片的全产业链技术,重新定义未来。

这无疑是一次闯入“无人区”的冒险,行业内外质疑声不断,他们普遍认为中国半导体技术只能跟随。然而,英诺赛科研发团队坚信,若选择跟随,将永远失去“抢跑”机会。

艰辛的技术攻坚随之开始。从氮化镓芯片设计到外延生长、制造封测,他们建立起完整的垂直整合能力,并借助一体化研发优势,反复调试数百项工艺参数,逐步实现了全产业链技术的自主可控。

在产能建设方面,企业遵循了审慎的“小步快跑”策略。2019年,珠海工厂率先投产,完成了工艺的初步验证与稳定。2021年,苏州8英寸氮化镓量产线正式运行,企业跨过了大规模制造的门槛,进入产能爬升阶段。2025年,氮化镓产品出货量超过20亿颗,良率稳居行业前列,完成了从技术追赶 to 局部引领的跨越。这些指甲盖大小的芯片,已悄然嵌入全球众多高效电源、数据中心与新能源汽车的核心。昔日的“无人区”,在英诺赛科的努力下被打造成通向未来的新航道。



芯片和晶圆是什么关系

晶圆是由半导体材料制成的、圆形又平整的薄片,是制作芯片的基础材料。我们平时听到的6英寸、8英寸,指的是这个薄片的直径。

在生产过程中,工程师会在一整片晶圆上同时制造出成百上千个一模一样的电路结构。等所有工艺完成后,再把这片晶圆按需求切割成一颗颗更小的方块,每一个小方块,就是我们所说的芯片。

6英寸晶圆,直径约15厘米,像个小碟子那么大,主要用来做电源芯片、功率器件、传感器等不追求特别先进制程的芯片。8英寸晶圆,直径约20厘米,面积大约是6英寸晶圆的1.8倍。目前,广泛应用于汽车电子、电源管理、功率器件显示驱动、传感器等领域。

简单来说,晶圆是芯片的“母体”,芯片是从晶圆上切割下来的成品。晶圆越大,同一批次能生产的芯片就越多,生产成本也就越低。

英诺赛科公司生产的8英寸晶圆。

从8英寸晶圆开始的故事

“这就是我们故事的起点——8英寸硅基氮化镓晶圆。”英诺赛科公司产品的展厅里,陪同的技术人员手指的方向放着一片直径约20厘米、泛着金属光泽的圆形薄片,看起来并不起眼,用手机摄像头对准,放大观察,发现其光洁如镜的表面竟然密布着数以万计的微小芯片结构。每一片这样的晶圆,经过几十道精密工序后,最终会变成一颗颗氮化镓芯片。

展柜中还陈列着石英砂、多晶硅、晶棒、晶圆片,清晰地勾勒出氮化镓芯片的“来时路”。“很多人好奇,氮化镓到底强在哪里?”技术人员拿起两个并排放着的笔记本电脑电源适配器:一个采用传统硅基方案,体积厚重,仅比砖块小一些;另一个采用氮化镓方案,体积仅为前者一半,功率却更高。“这些因采用氮化镓芯片而变得更小、更轻巧、更节能的消费电子产品,就是普通消费者最直接感受到的‘小体积、大功率。’”技术人员说。

要读懂氮化镓,首先要从分清半导体材料开始。第一代半导体以硅为核心,可以简单理解为半导体中的“基础款”。我们日常用的普通电子设备都有他们的身影,但在面对高压、高频、高效的应用需求时,其性能已接近物理极限。

两相对比,第三代半导体材料的优势一目了然。传统硅材料如同一条服役多年的“老旧国道”,电子在其中的迁移速度慢、阻力大,且路面本身不耐高压与高温。当需要传输更大功率的电流时,为了处理随之增大的电流和热量,硅器件不得不把“车道”修得很宽,这直接导致了设备体积的笨重和功能效率的瓶颈。而氮化镓则构建了一



晶圆尺寸和纳米是什么关系

晶圆尺寸和纳米制程是半导体制造领域中两个极为关键的概念,它们之间存在着复杂且紧密的联系。

晶圆尺寸指的是基底直径大小,常见的有6英寸、8英寸等。纳米制程则是衡量芯片制造工艺精度的指标,比如5纳米、3纳米制程等。这两者一个侧重于基础材料的规格,一个聚焦于芯片制造的精细程度。

二者相辅相成:更大的晶圆能摊薄先进纳米工艺的高昂成本,而纳米工艺的不断微缩又推动晶圆向更大尺寸发展以提升经济效益。

英诺赛科展厅中的“科技之树”,直观呈现了技术的全产业链布局与第三代半导体的创新实力。

承受更高的电压。因此,实现相同功能,氮化镓芯片的体积比硅基芯片缩小数倍,开关速度却提升百倍。而开关速度越快,电能转换损耗就越低,发热也随之减少——这正是“小体积、大功率”背后的物理根源。

氮化镓芯片的这一特性,在人工智能时代显得尤为重要。展厅中,一个电力换算表格上写着,训练一次ChatGPT需要消耗19.5万千瓦时电力,相当于一个普通中国家庭150年的用电量,而支撑大模型的超级计算机集群,耗电量足以点亮一座城市。可见,算力暴增对供电系统的效率、密度和稳定性提出了空前挑战。

人工智能时代,如果把算力比作“大脑”,那么供电就是“血液循环系统”。没有良好的供能,再强大的大脑也无法满负荷运转。

氮化镓芯片耐高温、耐高压和能够高频开关的特性,极大提升了数据中心电源的转换效率与功率密度,从能源底层为算力的满负荷运转提供了坚实基石,也为大模型训练、智能计算、自动驾驶等人工智能应用的落地提供了核心能源支撑。

不止于AI,氮化镓的能量正渗透至能源电力产业的各个环节。在光伏与储能领域,它能提升逆变器的转换效率,优化电池的充放电管理;在新能源汽车中,应用于车载电源、电机控制器及充电桩的氮化镓芯片,能有效提升整车能效,缩短充电时间,直击续航与充电体验的痛点。

离开展厅,那片8英寸晶圆的影像依然清晰。它承载的,是通往更高效未来的数千种可能。从手中的智能手机,到公路上飞驰的电动汽车,一场由氮化镓驱动的能量变革已然展开。它不发出声响,却支撑起一个更加智能且更可持续发展的世界。

扑面而来的学习热度

“我直说了,大连有没有机会融入公司产业链生态?”

“大连如果研发12英寸晶圆产线,相关配套设备是否有合作可能?”

记者到访英诺赛科当日,恰逢大连企业代表团前来交流学习。会议室内讨论声此起彼伏,问题直接而迫切。这股扑面而来的学习热度,清晰地传递出辽宁在产业升级窗口期的紧迫感与行动力。这不仅是企业与地区间的对话,更映射出辽宁在第三代半导体这一战略赛道上,寻求从“装备支撑”向“生态融入”跃升的强烈意愿。

作为国内集成电路装备制造产业的重要一极,辽宁近年来呈现出“向第三代半导体加速布局”的格局。以拓荆科技、芯源微为代表的核心企业,其薄膜沉积、涂胶显影等设备,凭借广泛的工艺适配性和经过市场长期验证的可靠性,已在第二代半导体制造中形成了稳定的营收基本盘。这构成了辽宁参与更前沿竞赛的底气,同时也意味着,向第三代半导体的拓展,将成为辽宁培育新增长曲线的必然选择。

事实上,在氮化镓的完整产业链中,辽宁并非旁观者。从最初的衬底准备,到核心的外延生长与前道制

造,再到后端的测试封装,辽宁的一批装备制造企业正以关键设备、核心部件及成套解决方案的形式,深度嵌入其中。

芯片制造,始于一张极致干净的“画布”,即衬底。在这一环节,芯源微的清洗设备为材料的洁净度打下基础。在决定芯片性能的光刻、蚀刻、沉积等前道核心工艺中,辽宁企业的角色更为关键;芯源微的涂胶显影设备是绘制电路蓝图的起点;拓荆科技的薄膜沉积设备则以原子级精度为芯片披上各类功能“外衣”。一个支撑产业自主可控的“隐形军团”已然成形。

然而,只有深度嵌入产业链还远远不够,相比于苏州等第三代半导体生态布局完善的长三角地区,辽宁在芯片设计、创投资本活跃度、终端应用场景及高端人才集聚等方面,仍存在差距。客观上的差距,恰恰定义了辽宁当下参与产业分工的务实路径与独特价值——不求大而全,依托深厚的高端装备制造业产业根基,在第三代半导体产业链中牢牢锚定“核心装备与关键部件供应商”定位。

同时,苏州的产业生态为辽宁提供了一面镜子,也指明了一种可能。在长三角,尤其是苏州,围绕半导体龙头企业已自然生长出一个充满活力“雨林生态”。这里不仅有芯片制造工厂,更聚集了从EDA软件、芯片设计到封装测试、设备材料,以及活跃的风险投资、专业中介服务机构在内的完整群落。一位工程师的创新想法,可以很快找到设计工具、流片渠道、验证平台乃至初创资金的支持,形成“想法—产品—商业”的快速循环。对于辽宁而言,完全复制这条路径或许不易,但其逻辑值得深思。

展望未来,辽宁的优势在于“硬”的装备制造,突破口或许在于“软”的生态连接。这要求辽宁在巩固高端装备制造核心能力的同时,更主动地融入开放、协同的产业网络。以自身坚实的制造能力为锚点,积极参与到从技术研发到场景应用的全链条创新循环,将单点的装备优势,转化为难以替代的系统性价值。

这条路,正是辽宁集成电路装备制造产业在新一轮浪潮中,将“制造基石”转化为活跃产业生态的开端。(本版图片除署名外由本报记者白昊摄)

采访手记

上课和补课

白昊

苏州一行,时间虽短,收获却大,让我们既振奋又充满紧迫感。

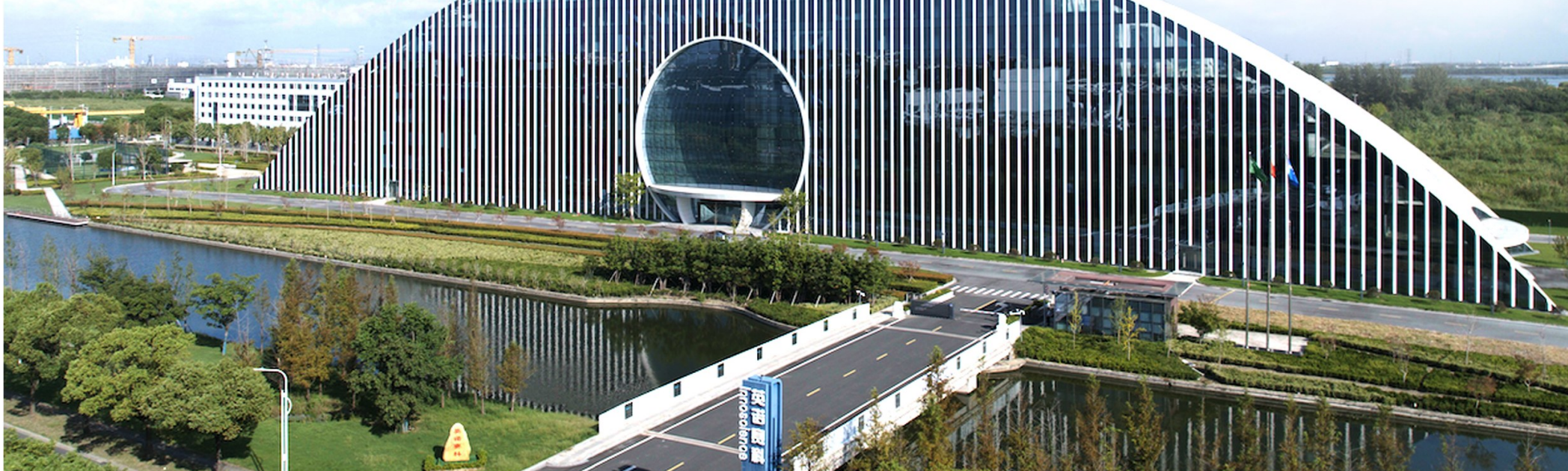
振奋之处在于,南方的企业对辽宁的发展是关注的,也充分认可辽宁在工业体系化和场景化牵引能力方面的优势。紧迫感则来自无论是营商理念还是对产业体系发展的认知上,我们仍存在差距。

当地的企业家说到这样的情况:一家辽宁来的招商代表团,态度很诚恳,合作的意愿很迫切,但是,他们显然准备不足,问的都是在网上就能找到答案的问题,这样的交流很难深入。即便他们对具体的项目比较了解,但对上下游产业链没有规划,也很难打动人。

今天的招商引资,投资者更看重区域产业生态的完整性、产业链配套的成熟度,以及地方政府对产业发展的专业认知和精准服务能力。南方企业之所以能快速发展、抱团成长,核心就在于他们不仅聚焦单个项目的落地,更注重产业链上下游的协同布局、资源整合,让企业落地后能快速融入、降低成本、实现共赢。而我们目前的招商工作,常常还停留在“点对点”阶段,对产业的理解不够深、布局不够远,专业服务能力跟不上企业发展需求。

正如一位同行的企业家所说,苏州之行,既是一次上课,也是一次补课。上的是最前沿产业和技术的专业课,补的是产业发展规律认知课、市场化营商理念课、精准专业服务能力课。

唯有正视差距、补齐短板,才能真正抓住机遇,让辽宁的产业优势转化为发展优势。



英诺赛科苏州厂区俯瞰图。(受访者供图)