

宽禁带半导体锻造产业长板

北京第三代半导体产业技术创新战略联盟理事长 吴玲 北京大学教授、理学部副主任 沈波

近年来,随着符合摩尔定律的半导体集成电路技术逐渐趋近硅半导体材料的物理极限,以化合物半导体材料,特别是宽禁带化合物半导体(即第三代半导体)材料为代表的半导体新材料快速崛起,其重要性和战略地位得到广泛重视。宽禁带半导体是实现“双碳”目标的重要支撑,是国家重大战略需求和经济高质量发展的必然选择,是全球半导体科学技术研究的前沿领域和新的产业竞争焦点,是最适合中国目前发力的半导体技术和产业领域之一。

我国在市场和应用领域有战略优势,正在形成完善的产业链条,而国际巨头还未形成专利、标准和规模的完全垄断,有机会实现宽禁带半导体的核心技术突破和产业战略引领,重塑全球半导体产业格局。

尽管我国在宽禁带半导体技术和产业上与国际最先进水平尚有一定差距,但应用驱动的发展模式有利于中国这样的制造和市场大国。我国作为宽禁带半导体的全球最大市场已启动(包括新型电力系统、高铁、新能源汽车、5G/6G通信、半导体照明及超越照明、工业电机及消费电子市场等),应用需求驱动技术创新的特征非常明显。经过20年的技术储备,我国已形成宽禁带半导体领域的一些单项冠军,而国际半导体产业和装备巨头还未形成专利、标准和规模的垄断,因此在宽禁带半导体领域,我国与国际先进水平差距不大,有机会实现赶超;与集成电路产业相比,宽禁带半导体产业的投资门槛相对不高,对工艺尺寸线宽、设计复杂度、装备精密制造要求相对低。我国在宽禁带半导体领域的材料、装备、芯片设计和代工方面都有一些发展势头很好的企业,它是最适合中国目前发力的半导体材料和芯片领域之一。

美日欧加紧布局宽禁带半导体 我国技术水平逐步提升

当前国际上宽禁带半导体材料和芯片已进入产业化快速发展阶段,在新能源汽车、5G移动通信、光伏并网、消费类电子等多个应用领域实现了突破。未来5年将是全球宽禁带半导体产业发展的关键窗口期,全球资本加速进入宽禁带半导体领域,产能大幅度提升,正处于产业爆发前的“抢跑”阶段。目前全球宽禁带半导体技术和产业依然由美日欧企业主导,国际龙头企业通过上下游并购和深度合作,提升竞争力,依靠先行者的成本和供应链优势,正在逐步抢抓宽禁带半导体技术和产业的主导权。

全球主要经济体纷纷通过加大资本投入、组建产业联盟、吸引外商投资、强化技术等措施,确保本国/地区半导体产业链、供应链发展。欧盟委员会公布了《欧洲芯片法案》,提出到2030年投入超430亿欧元用以提振芯片产业。美国组建半导体联盟,以促进美国的半导体技术和产业发展。

当前我国宽禁带半导体技术和产业的现状和发展趋势是已在半导体照明技术领

域形成优势,光电子与微电子技术深度融合,跨界创新应用有望引领行业发展。国内氮化镓LED和半导体照明产业经过近20年的高速发展,已成为全球最大的LED生产、消费和出口国,硅基LED芯片技术处于领先地位。

宽禁带半导体微波射频芯片正在实现本土化发展,部分技术达到国际先进水平。基于宽禁带半导体材料的微波射频芯片是5G移动通信、卫星通信等领域的核心支撑技术。目前我国在材料质量、高功率密度热管理、芯片可靠性等方面与国际先进水平还有一定差距,关键制造装备还在很大程度上依赖国外。用于微波射频器件的半绝缘碳化硅衬底材料、氮化镓外延材料亟待实现更大程度的技术提升和供应能力提升。

宽禁带半导体功率电子芯片具有高效率、大电流、耐高压、抗辐照等优异性能,契合国家“双碳”战略和产业链提升战略,可用于所有电能变换环节,覆盖消费级、工业级、汽车级、电网级等所有电压等级的应用。但目前我国宽禁带功率电子材料与芯片与国际先进水平仍有较大差距。在材料技术上,国际上碳化硅材料6英寸是主流技术,正在发展8英寸技术,Wolfspeed、意法半导体等已发布8英寸碳化



硅衬底产品,预计未来3年将启动规模应用。

我国市场投资热情不减 产业链创新能力有待增强

2021年我国宽禁带半导体产业总产值已达约7900亿元,主要是半导体照明产值,但微波射频和功率电子产值增长很快。其中微波射频产值69亿元,同比增长13.5%,随着近两年下游5G基础设施部署进入峰值,增速较前两年稍有放缓。我国毫米波频段的集成功放、低噪放、开关功能等射频芯片产品目前还不具备产业化能力。

2021年我国宽禁带功率电子产值规模达58亿元,同比增长29.6%,未来5年有望保持年均40%的高增速,到2026年市场规模有望达500亿元。其中,在中高压领域,新能源汽车及充电基础设施将是最大的应用领域,整体市场比重将保持在50%以上,消费电子、PV光伏市场也将保持高速增长。

在各种积极因素推动下,我国的宽禁带半导体产业受到资本市场的持续关注。仅2021年,就至少有60家与宽禁带半导体相关的企业获得风险投资,这其中功率电子领

域比重最大。上游材料领域成为上市公司的布局重点。据不完全统计,上市企业(含IPO过会)募资超过100亿元,主要集中于碳化硅材料领域,国内首家以宽禁带半导体为主营业务的产业也于今年年初成功登陆科创板,对产业链上下游其他企业形成很好的激励作用。

目前,我国宽禁带半导体产业已基本实现产业链全覆盖,解决了产品有无的问题,但仍面临着向应用端推广难、产品迭代慢、测试评价条件不足等共性问题,急需在新型电力系统、新能源汽车、轨道交通、移动通信等若干重点领域启动实施示范应用工程,围绕应用场景需求,重点开发基于宽禁带半导体材料和芯片的创新应用系统,推动新技术新产品落地。

通过应用示范,集中力量解决共性关键技术,加速技术研发和产品迭代,推进产业化技术验证和跨界系统集成,提升工程技术水平及全产业链配套能力。通过应用示范,完善测试、标准、评价等创新支撑体系,促进宽禁带半导体产业链化和应用模式形成,完善产业发展环境,形成良性的产业发展生态。通过应用示范,加强产业链联系,促进上下游企业交流合作,引导产业适度集聚,形成集群化发展态势。

凝心聚力擎旗奋进 以实干实绩贯彻落实党的二十大精神

(上接第1版)制造强国要靠各地推进制造强省,打造制造强省的主要任务是提质扩量增效,没有制造业的提质扩量增效,就没有坚实物质技术基础,就不可能全面建成社会主义现代化强国。我们将坚定不移把推进“制造业提质扩量增效4116行动计划”作为首要任务,实施专班调度推进,分年度、分地区、分行业明确任务清单,强化月监测、季通报、年考核,激发各地发展制造业的主动性、创造性,奋力走出安徽制造提质扩量增效的新路子。

四、深刻把握人民群众的期待,不断提升服务企业发展的能力水平。习近平总书记在党的二

十大报告中强调“江山就是人民,人民就是江山”“打江山、守江山,守的是人民的心”。稳企业就是稳就业安民心,保主体就是保障和改善民生。当前,受外部环境冲击和新冠肺炎疫情多点散发等多重因素影响,市场需求不振,产业链供应链仍有堵点痛点,企业生产经营压力较大,我们将把“为民造福”与“为企业服务”紧密结合起来,当好“企业娘家人”,办好“助企暖心事”。推动出台“支持工业企业提质降本专项政策”,谋划一批具体、可操作、可量化的工作举措,提振企业发展信心。制定实施以数字化转型为引领推动制造业高端化智能化绿色化实施方

案,促进新一代信息技术与制造业深度融合,加快制造业数字化转型、网络化协同、智能化变革。深入开展“一起益企”中小企业服务行动,认真贯彻“一改两为”工作要求,着力抓好“稳经济、优环境”等活动问题办理,推深做实“亩均论英雄”改革,确保优质企业能用最快的速度、最优的方式,获得最好的资源。

五、深刻把握把握全面从严的新要求,深入推进新时代党的建设新的伟大工程。习近平总书记在党的二十大报告中指出“经过不懈努力,党找到了自我革命这一跳出治乱兴衰历史周期率的第二个答案”。勇于自我革命是中国共产党区别于其他政

党的显著标志,是我们党最鲜明的品格,也是我们党最大的优势。我们将始终保持全面从严治党永远在路上、党的自我革命永远在路上的清醒坚定,持续推进党的自我净化、自我完善、自我革新、自我提高。凝心铸魂强信仰,加强理想信念教育,引导党员干部牢记党的性质宗旨,自觉做共产主义远大理想和中国特色社会主义共同理想的坚定信仰者和忠实实践者。严格自律守底线,锲而不舍贯彻落实中央八项规定精神和省委实施细则,构建亲清政商关系,做到亲而有度、清而有为,交集不交换,交往不交易。强化监督优生态,以严的基调强化正风肃纪,一体推进不敢腐的震慑效能、不能腐的制度约束、不想腐的思想教育,营造风清气正、干事创业的良好政治生态。

(上接第1版)四是优环境。继续深化放管服改革,落实好各项工业稳增长政策,落实落细惠企政策,营造有利于制造业高质量发展的良好环境。

加快推进新型工业化,要深化信息化与工业化融合发展。持续深化信息化与工业化融合发展,是党中央、国务院作出的重大战略部署,是新发展阶段制造业数字化、网络化、智能化发展的必由之路,是数字时代建设制造强国、网络强国和数字中国的扣合点。

党的十八大以来,我国制造业数字化网络化智能化发展加速推进。截至2021年年底,我国重点工业企业关键工序数控化率、数字化研发设计工具普及率分别达到55.3%和74.7%,较2012年分别提高30.7和25.9个百分点,一批智能规模工厂加快建设,智能制造应用规模全球领先,石化、钢铁、建材等行业已拥有一批制造能力和智能化水平独步全球的领先企业。建成700多个数字化车间/数字工厂,实施305个智能制造试点示范项目,实施420个新模式应用项目,培育6000多家系统集成方案供应商。建成五大标识解析国家顶级节点和183个二级节点,实施381个试点示范项目,形成系列典型应用场景和解决方案,初步建成国家、省、企业三级协同的工业互联网安全技术监测服务体系。

党的二十大报告指出,实施产业基础再造工程和重大技术装备攻关工程,支持专精特新企业发展,推动制造业高端化、智能化、绿色化发展。“我国是制造业大国,产品门类齐全的制造业是实体经济的重要组成部分。实现制造强国,智能制造是企业发展的必经之路。”中国工程院院长马玉山表示。

下一步,我们要以新一代信息技术与制造业融合发展为路径,高水平推动工业互联网、智能制造创新发展,为建设制造强国和现代化经济体系提供有力支撑。一抓基础设施建设。着力提升网络供给能力,大力发展新一代信息技术与制造业深度融合。推进5G和千兆光网建设,统筹布局数据与算力设施。二抓重大工程。深入实施制造业数字化转型行动和智能制造工程,打造两化融合贯标升级版,开展工业互联网、智能制造等试点示范。三抓应用推广。实施工业互联网创新发展战略,深耕网络、平台、安全等体系建设,推动企业上云上平台,加速工业互联网赋能千行百业。

加快推进新型工业化,要推动工业绿色低碳循环发展。绿色发展是解决生态环境问题的根本之策,是构建高质量现代化经济体系的重要途径,是实现人与自然和谐

共生的必然选择。

党的十八大以来,我国深入推进产业优化升级,大力开展节能节水行动,加大资源综合利用力度,坚决打好工业领域污染防治攻坚战,推动减污降碳协同增效,绿色生产方式正在加快形成,工业绿色低碳发展取得积极成效。

数据显示,我国初步在钢铁、电解铝、水泥、平板玻璃等行业建立落后产能退出长效机制,钢铁行业提前完成“十三五”期间1.5亿吨去产能目标。新兴产业壮大发展,2021年,高技术制造业、装备制造业增加值占规模以上工业增加值比重分别达到15.1%和32.4%,规模以上工业企业单位增加值能耗在“十二五”“十三五”分别下降28%和16%的基础上,2021年又进一步下降5.6%。累计推荐节能技术装备产品3561项、节水工艺技术装备353项、工业资源综合利用先进适用工艺技术及装备350项,培育国家绿色数据中心153个,逐步构建起从基础原材料到终端消费品的全链条绿色产品供给体系。通过实施绿色制造工程,打造了一批绿色制造典型,带动绿色技术推广应用,产业链供应链协同转型,支撑起绿色制造“基本盘”。

党的二十大报告指出,推动经济社会发展绿色化、低碳化是实现高质量发展的关键环节。近日,工信部召开党组会议和干部大会传达学习贯彻党的二十大精神,会议要求,推动制造业高端化智能化绿色化发展,落实落细工业领域碳达峰实施方案,健全绿色制造体系。

下一步,我们要着力开展工业领域碳达峰“一个行动”,构建绿色低碳技术和绿色制造支撑“两个体系”,推动产业结构高端化、能源消费低碳化、资源利用循环化、生产过程清洁化、产品供给绿色化、生产方式数字化等“六个转型”。一是建立完善绿色制造和服务体系。结合新形势新任务新要求,制定出台全面推行绿色制造的指导意见,统筹部署“十四五”绿色制造推行工作。二是构建绿色低碳升级改造政策体系。坚持降碳、减污、扩绿、增长协同推进,形成多层次、多元化、一揽子支持政策体系,支持引导企业持续实施绿色低碳升级改造。三是完善绿色低碳标准体系。加强工业和信息领域绿色低碳标准体系规划建设,充分发挥各行业标准化技术组织作用,加快相关标准制修订。四是完善绿色制造标杆培育机制。打造梯度标杆,建立绿色制造领军标杆。五是建立数字赋能绿色制造引导机制。加快推进人工智能、物联网、云计算、数字孪生、区块链等新一代信息技术在绿色制造领域的应用。

短期调整与中长期投资并存

对于行业现状,一方面,传统消费电子驱动的MCU、电源芯片等产品进入去库存阶段。另一方面,新能源、汽车电子的需求较为旺盛,高端汽车芯片仍存在部分产能缺口。头部厂商则一边调整库存优化产能组合,一边推动面向长期结构性增长机遇的产能布局。

联电第三季度营收同比增长34.9%。联电联合总裁Jason Wang表示,虽然终端市场疲态显现,但无线通信推动了22/28nm需求的进一步增长,提升了晶圆的平均价格,汽车业务也显现出持续的增长动力。尽管联电下修了2022年的资本支出,但在一些地区的产能扩张仍在按计划推进。长电科技第三季度实现营业收入91.8亿元,创同期新高。其首席执行官郑力表示,前三季度公司高密度系统级封装技术和扇出型晶圆级封装技术的营收和利润贡献同比取得显著增长,反映出半导体异构集成封装在计算机领域和新能源汽车、智能汽车等领域的大规模应用取得突破性进展。

同时,全球主要经济体对半导体供应链的稳定和韧性倍加重视,也直接影响到头部厂商的产能部署。“相较于2018—2020年的63座新厂,2021—2023年全球将新建66座新厂。各国都推出振兴半导体产业供应链发展的政策,启动新一轮全球供应链重整,体现了半导体产业战略性的价值。”居龙指出。

提升半导体供应链韧性成为当前全球主要经济体的共同诉求。构建富有韧性的半导体供应链,尤其离不开畅通高效、互利共赢的全球产业链供应链体系。中国作为全球规模最大、增速最快的集成电路市场,持续

融入全球产业链、供应链的茁壮成长,并为国内外集成电路企业的创新发展提供了广阔的应用平台。

半导体设备厂商泛林在当地时间10月19日发布的季度财报中指出,中国大陆市场是泛林半导体最大的营收来源,营收占比达到30%。在联电的第三季度财报中,亚太市场是其最大的营收来源,占比超过60%。

“中国已是全球规模最大、增速最快的集成电路市场之一。高通公司是中国业务占公司总营收超50%的跨国半导体企业,将持续秉持开放创新、合作共赢的原则,携手生态系统共同推动全球集成电路产业发展。”高通中国区董事长孟璞表示。

技术创新步履不停

产业创新脚步一直未停。先进制程方面,2022年3nm工艺开启量产,2nm、1nm量产规划陆续出炉。系统级芯片设计、先进封装等不依赖制程节点提升芯片性能的技术路径持续进阶,业界对后摩尔技术探索继续深入。

在制造领域,三星于6月30日宣布基于GAA架构的3nm制程芯片启动初步生产。三星将在2025年实现2nm制程的规模化量产,2027年实现1.4nm规模量产。2025年或将成为三星和台积电2nm制程正面交锋的时间点。台积电将在2nm节点引入GAA架构,预计2025年进入量产。在面向GAA架构的晶体管技术方面,三星在3nm制程采用了MBCFET技术,相比其5nm工艺实现了23%的性能提升,降低了45%的功耗并减少了16%的芯片面积。台积电推出了nanosheet技术,其N2制程较台积电加强版的3nm制程可实现同等功耗下10%~15%的速度提升,同等速度下23%~30%的功耗下降。

随着制程节点继续下探的成本

越来越高,系统级芯片设计需求与创新全面崛起。快手于8月宣布自研云端智能视频处理SoC芯片流片成功。近日,大众汽车集团旗下软件公司CARIAD宣布与地平线合作,将在单颗芯片上集成多种功能,提高系统稳定性并降低能耗。长城汽车也将与合作伙伴设立半导体科技公司。

“芯片设计正在由设计更快、更小的芯片转变为设计更符合系统应用创新需求的芯片。做好一颗芯片的设计,不再是简单增加功能或提高工艺,而是做好应用系统和软硬件协同等系统级的优化创新。苹果、特斯拉、华为等高科技系统公司,都在通过SoC芯片和ASIC芯片的创新来实现系统创新。”芯华章科技首席市场战略官谢仲辉指出。

芯片系统复杂性的上升,使EDA工具的重要性越来越受到业界的关注。AI、云计算等技术被用于提升EDA仿真、调试、验证效率,智能化、云原生成为EDA新潮流。

“复杂的系统级芯片和高投入的先进工艺,使半导体设计产业对验证的要求越来越高。验证成为芯片研发中工作量占据过半的环节。”谢仲辉说。面向验证对于芯片开发效率的制约,芯华章提出“敏捷验证”,降低芯片开发的成本、风险和难度。

先进封装不仅在技术上有了进一步的提升,也在生态和标准上取得重要进展。今年3月,UCIe(通用芯粒高速互连)联盟成立。头部代工厂商持续推进晶圆级封装技术布局,台积电将在2022年下半年开始进行TSMC-SoiC的生产,并将在2023年开始3DFabric的全面运作。

“3D封装将向着更高I/O密度的方向发展,其中混合键合技术最为关键,可获得更高的响应速度、带宽密度和能源效率。”厦门大学微电子与集成电路系主任于大全表示。

(上接第1版)Counterpoint预测,2022年全球云服务供应商的资本支出将同比增长23%,未来三年保持双位数的年复合增长率,成为积电以及其高性能计算客户对于先进制程的信心之源。AI、元宇宙、自动驾驶加速了大型数据中心的成长,其中AI加速芯片的市场需求有望在未来几年保持超过30%的年复合增长率。

“5G智能手机持续带动半导体内容(含硅量)增加,汽车应用中半导体内容的数量也在持续增长。5G、HPC等对于计算需求的海量结构性增长,持续带动对性能和能效的需求,从而提升对先进技术的使用需求。”台积电相关发言人表示。

除了市场需求的量化提升,数据中心、自动驾驶等新型数字化产业也对半导体的“质”提出了更高要求,带动大算力、高功率芯片的增长。

“数据中心、汽车电子、人工智能、工业控制等新型数字化信息技术应用,成为产业发展增长点,与之对应的高功率半导体器件、高算力计算芯片等都在逆境中保持良好增长态势。未来,像存算一体化、量子技术、先进封装等‘后摩尔时代’新兴领域也可能成为新增增长点。”张悦说。

虽然外部因素对半导体产业造成一定的影响,但经济社会对更高生产效率和更便捷生活方式的需求不会改变,而这些需求的满足有赖于IT技术发展,也将成为半导体长期发展的结构性主线。

“尽管面临挑战和不确定因素,但在各种智能应用创新驱动下,产业仍将持续成长,全球半导体销售额今年有机会超过6000亿美元,长期预测在2030年将实现1万亿美元的销售规模。随着数据中心、汽车和工业应用对半导体需求强劲,增长将在未来几年反弹。”SEMI全球副总裁、中国区总裁居龙表示。