山东省第三代半导体产业发展“十四五”规划

（征求意见稿）

集成电路产业是全面建设社会主义现代化国家的重要支撑，是保障国家安全的战略性、基础性和先导性产业，是当前和今后一段时期大国竞争博弈的焦点。第三代半导体具有禁带宽度大、击穿电场强度高、饱和电子迁移率高、热导率大、抗辐射能力强等优点，是集成电路领域的新型组成部分，可广泛用于新能源汽车、智能电网、轨道交通、半导体照明、新一代移动通信、消费类电子等领域，具有广阔的应用前景，已经成为全球半导体产业新的战略竞争高地。

为全面贯彻落实习近平总书记视察山东重要讲话、重要指示批示精神，按照省委、省政府决策部署，抢抓第三代半导体产业发展战略机遇，培育发展新兴产业，打造全球领先的第三代半导体产业高地，根据《山东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》、《山东省新一代信息技术产业专项规划（2018-2022年）》和《山东省“十四五”制造强省建设规划》，结合我省发展现状，制定本规划，规划期限为2021-2025年。

一、发展现状

（一）从国际看

随着全球贸易摩擦持续和以美国为主导的逆全球化浪潮加剧，半导体作为信息产业的基石，一直是各国贸易战的焦点。近年来，美、欧、日等加速抢占全球第三代半导体市场,已形成三足鼎立之势。美国在碳化硅（SiC）领域全球独大,其碳化硅衬底及外延较为发达，拥有科锐(Cree)、道康宁等知名企业。欧洲在碳化硅电力电子市场具有强大话语权,具备完善的第三代半导体产业链，其强势领域集中在器件环节，拥有德国英飞凌、爱思强、瑞士意法半导体、ABB 等知名半导体制造商。日本是模块和半导体制造设备开发的绝对领先者,其氮化镓衬底产业较为发达，主要有罗姆、三菱电机、新日铁、东芝等国际一流企业。韩国通过 SK 集团收购美国的道康宁公司，完善其国内第三代半导体产业链，追赶美、欧、日发展步伐。

（二）从国内看

目前国内汽车、高铁、电网、国防科研等应用领域的功率半导体基本依靠进口，高端芯片器件禁运、采购成本高、供货周期不稳定等问题突出。5G、人工智能、新能源、智能制造等发展提速，对半导体需求猛增，产业的关注度日益增高，国产化替代成为发展趋势，迎来了第三代半导体材料产业的发展机遇，近几年持续保持迅速扩张的势头，国内第三代半导体在器件开发、产能建设、制备技术、应用推广等领域取得了一定的进展，初步形成了技术和产业体系。区域布局方面，我国第三代半导体产业初步在京津冀鲁、长三角、珠三角、闽三角、中西部等区域实现聚

集。国家大力发展“新基建”也为第三代半导体产业的发展带来了新的机遇。2020年，国务院发布《新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展若干政策的通知》（国发〔2020〕8号），突出强调了关键核心技术攻关新型举国体制，同时也强调了构建全链条覆盖的关键核心技术研发布局，我国第三代半导体产业将迎来蓬勃发展期。

（三）从省内看

经过多年发展，山东省第三代半导体产业形成了一定的产业基础，极具发展潜力，拥有第三代半导体企业20余家，2020年实现主营业务收入30余亿元,主要呈现以下特点。

创新能力稳步提升。以山东大学为代表的高校和研究院所承担了“973”、“863”等重大工程，科技支撑计划、“核高基”等国家重大项目，拥有第三代半导体材料和器件等多项高水平原创性成果积累，成功制备了世界首枚硅基氮化镓（GaN）垂直结构金属氧化物场效应晶体管（MOSFET），掌握了最新一代垂直结构功率器件制备的核心技术，填补了国内在第三代半导体垂直结构功率器件方面的空白；完成了氧化镓（Ga_2O_3）单晶衬底制备、加工、外延的核心技术积累，处于国内领先，国际先进水平。山东天岳已经全面攻克碳化硅晶体生产、衬底加工核心技术，碳化硅衬底产品性能达到国际先进水平。我省建有“碳化硅半导体材料研发技术”国家地方联合工程研究中心、新一代半导体材料集成攻关平台、晶体材料国家重点实验室等国家级科研平

台，山东大学、青岛科技大学等高校微电子学院的半导体相关专业积极推动教学创新和校企合作，为我省开展第三代半导体研发工作提供了良好的人才储备和条件保障。

产业链条逐步完善。山东在第三代半导体领域已经逐步形成了衬底材料、外延材料、芯片设计、器件制造与封测等较为完整的产业链，山东天岳是我国最大的碳化硅单晶材料供应商，为我省发展第三代半导体产业奠定了坚实基础，逐步完善的产业链使我省在第三代半导体产业实现“弯道超车”成为可能。

融合应用日益深入。我省在轨道交通牵引变流器、变频逆变、家用电器、新能源汽车、光伏发电等领域拥有一定实力的企业，在汽车电子和家用电器方面，产业融合度不断加深。随着济南比亚迪半导体有限公司、芯恩（青岛）集成电路有限公司、青岛惠科微电子有限公司的功率半导体芯片器件产线的建设和投产，将对第三代半导体材料的需求形成新的牵引。

虽然我省第三代半导体产业取得一定成绩，但从长远看，还存在一些亟待解决的问题。**一是缺乏顶层设计。**当前我省缺乏统筹规划和强有力的政策支持体系引领,产业布局分散,难以形成规模优势。**二是产业生态尚未健全。**我省碳化硅、氮化镓等外延及芯片生产线正处于起步阶段,相关公共技术支撑平台缺乏。**三是投资渠道匮乏。**我省现有产业基金无法满足产业长期发展的融资需求，难以实现对第三代半导体产业发展的有效投资支持。**四是高端人才不足。**高端人才缺乏制约了产业链延伸和

全产业链布局，高水平专业技能人才培养明显滞后。

二、总体要求

（一）指导思想

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面深入贯彻落实党的十九大和十九届二中、三中、四中、五中、六中全会和习近平总书记视察山东重要讲话、重要指示批示精神，以推动第三代半导体高质量发展为主线，以应用牵引、协同创新、绿色发展为途径，以骨干企业为龙头，以重点产品为依托，以重大项目为抓手，优化第三代半导体产业发展布局，着力发展以碳化硅、氮化镓为主的宽禁带半导体材料、器件、模组及系统应用等。加快补短板、锻长板，有力有效推动产业链水平整体提升，将山东建设成为面向全国、放眼全球的第三代半导体创新策源地、人才集聚地、技术辐射地。

（二）基本原则

1.优化布局、协同发展。统筹全省产业布局，支持济南、青岛、潍坊、济宁等市先行先试，指导有条件的市做好产业配套，集中优势资源支持第三代半导体关键技术突破、重点产品发展和重大项目建设，逐步做大产业规模。

2.龙头带动、链式发展。不断优化产业结构，延伸完善产业链条。发挥龙头企业引领支撑作用，补齐产业链缺失环节，促进晶体材料—芯片及器件制造—模块及系统应用全产业链集聚发展，打造空间集聚、功能关联的第三代半导体产业集群。

3.科技驱动、创新发展。以“新基建”为重要抓手，主动承担国家科技重大专项和重大工程，不断突破共性关键技术和重大产品研发，加强对产业链关键环节、核心技术掌控，提升产业核心竞争力。

4.应用导向、融合发展。以市场为导向，以应用为牵引，推动技术集成、产品应用、商业模式创新，强化第三代半导体企业、系统方案提供商与系统整机企业交流与合作，推进第三代半导体技术研发与应用，带动全省电子信息产业融合发展。

（三）发展目标

加快完善第三代半导体产业链体系，着力突破关键核心技术，切实提高山东省第三代半导体产业创新能力。到2025年，碳化硅、氮化镓等关键材料国产化率实现大幅提高，芯片设计能力达到国际先进水平，全产业链基本实现自主可控，打造百亿级国家第三代半导体产业高地。

——产业规模迈向新台阶。到2025年，建成较大规模先进特色工艺制程生产线，推动形成要素完备的第三代半导体产业聚集区，带动模块及系统应用方面相关产业产值突破300亿元。建成国际先进的第三代半导体产业基地，带动形成基于第三代半导体的电力电子、微波电子、大功率半导体照明生产、应用系统为核心的产业集群。

——创新能力取得新突破。到2025年，突破核心关键技术，建设第三代半导体国家地方联合工程研究中心、国家博士后

科研工作站、院士工作站，搭建国际先进的第三代半导体公共研发、检测和服务平台，全产业链创新能力得到有效提升。

——市场主体实现新跨越。培育壮大掌握核心技术、具有国际竞争力和影响力的龙头企业，带动发展掌握核心关键技术的特色企业，夯实第三代半导体产业发展根基。

三、产业布局

按照“政府引导、龙头带动、园区孵化、集群推进”的总体思路，发挥国家集成电路设计济南产业化基地、青岛崂山微电子产业园、中德生态园集成电路产业基地、济宁省级信息技术产业基地等集聚优势，加大龙头企业支持力度，加快构建“4+N”区域布局。

济南。实施高性能集成电路突破计划，优化升级国家集成电路设计产业化基地，依托山东天岳碳化硅衬底材料技术优势，结合济南比亚迪半导体芯片等上下游配套项目建设，打造基于硅基和碳化硅基功率半导体器件生产集聚区，建成国际先进的碳化硅半导体产业基地。

青岛。立足本地整机（系统）市场应用优势，建设好芯恩、惠科等集成电路重大项目，以发展模拟及数模混合集成电路、智能传感器、半导体功率器件、光电子芯片和器件、第三代半导体为主线，通过抓龙头、补短板、促融合、育生态，实现产业规模快速扩张、支撑能力显著增强，加快培育自主可控产业生态。

济宁。重点做大单晶硅、晶圆片、外延片等上游半导体材料，强链发展中游半导体分立器件、功率器件及功能芯片产业。加强同省内外高校合作，面向国内外引进吸收先进第三代半导体应用加工技术，提升产业发展位次。

潍坊。做好浪潮华光氮化镓材料与器件产业化项目建设，优化项目建设环境，全力以赴提供优质服务、跟踪服务、精准服务，努力为项目推进创造良好条件。

其他市。依托本地产业发展基础和特色，突出差异化发展，加强同重点市的协调联动，支持做好项目招引，逐步做大产业规模。

四、重点任务

（一）坚持全产业链发展，提升产业竞争能级

以技术和产品发展相对成熟的碳化硅晶体材料为切入点，迅速做大碳化硅半导体产业规模。聚焦材料、外延、芯片、封装和应用等第三代半导体产业链重点环节，加强产学研联合,以合资、合作方式培育和吸引高水平企业，促进产业集聚和产业链协同,打造第三代半导体电力电子、微波电子和半导体照明等第三代半导体产业发展高地。

1.提升材料制备能力。加速推进大尺寸 GaN、SiC 等单晶体材料生长及量产技术，突破 GaN、SiC 材料大直径、低应力和低位错缺陷等关键技术，全面提升 4-8 英寸 GaN 外延、SiC 衬底单晶材料产业化能力。突破超硬晶体材料切割和抛光等关键核心技

术，提升 4-8 英寸 GaN、SiC 衬底材料精密加工能力。加大对薄膜材料外延生长技术的支持力度，补足第三代半导体外延材料生长环节。推动氧化镓（Ga_2O_3）等新一代超宽禁带半导体材料的研发与产业化。

2.发展器件设计。大力扶持基于第三代半导体 GaN、SiC 的高压大功率、微型发光二极管、毫米波、太赫兹等高端器件设计产业，围绕 SiC 功率器件的新能源汽车应用和 GaN 功率器件的消费类快充市场，促进产学研合作以及成果转化，引导器件设计企业上规模、上水平，提升设计产业集聚度，大力发展第三代半导体仿真设计软件自主品牌产品，建设具有全球竞争力的器件设计和软件开发集聚区。

3.布局器件制造。推进基于 GaN、SiC 的垂直型 SBD(肖特基二极管)、HEMT（高电子迁移率晶体管）、MOSFET(金属氧化物半导体场效应晶体管)、IGBT(大功率绝缘栅双极型晶体管)、Micro-LED（微型发光二极管）、高端传感器、MEMS(微机电系统)，以及激光器等器件和模块的研发制造，支持科研院所微纳加工平台建设。大力推动晶圆生产线建设项目，优先发展特色工艺制程器件制造，在关键电力电子器件方面形成系列产品，综合性能达到国际先进水平，SiC 二极管、晶体管及其模块产品和 GaN 器件产品、激光芯片及其器件产品具有国际竞争力。

4.健全封测产业。积极发展高端封装测试，引进先进封测生产线和技术研发中心，大力发展晶圆级、系统级先进封装技术

以及先进晶圆级测试技术。大力支持科研院所在第三代半导体相关的电气性能、散热设计、可靠性、封装材料等方面的研发工作，发展基于第三代半导体的功率和电源管理芯片、射频芯片、显示芯片等产品的封测产业。

5.开发技术装备。布局“生长、切片、抛光、外延”等核心技术装备，通过关键设备牵引，实现分段工艺局部成套，拓展解决整线成套设备国产化，并实现整线集成。提升氧化炉、沉积设备、光刻机、刻蚀设备、离子注入机、清洗机、化学研磨设备的生产能力以及设备的精度和稳定性。突破核心共性关键技术，形成一流的工艺和产业应用技术，掌握核心装备制造技术，打造第三代半导体材料装备领军企业。研究开发碳化硅单晶智能化生长装备并实现产业化，突破碳化硅晶体可控生长环境精准检测与控制技术、基于大数据分析的数字孪生及人工智能模拟技术,形成智能化碳化硅晶体生长装备成套关键技术。

（二）推动科技服务新基建，优化产业发展环境

1.建设公共技术平台。整合省内优势中坚力量，谋划建设第三代半导体关键技术研究公共技术平台，搭建国际先进的涵盖第三代半导体晶体生长技术、器件物理研究、微纳器件设计与加工技术、芯片封装与测试等核心技术实体研发创新中心，提升研发水平和效率。建设国际先进的第三代半导体研发、检测和服务公共平台，开展芯片和器件关键技术攻关，研发具有自主知识产权的新材料、新工艺、新器件。深入开展核心关键技术研究、应

用验证、测试等，引入高温离子注入系统、化学机械抛光系统、等离子刻蚀机等关键工艺设备，以及大型分析检测测试设备，为产业协同发展提供服务支撑。

2.搭建成果转化平台。鼓励产学研深度合作，聚焦第三代半导体单晶材料生长技术，器件设计与制备技术，封装与测试技术等领域，加快推进高校及研究院所科技成果与产业的对接，以共建联合实验室等形式落实成果转移转化，实现我省在半导体核心技术领域的弯道超车；建设省级第三代半导体重点实验室、工程技术中心等，加快推进申请国家级第三代半导体实验室，引入高端研发人才，对接先进科研成果，加速成果产业化进程。

3.发展产业孵化平台。支持地市、高校联合国内外研发机构和重点企业，按照新型研发机构模式成立第三代半导体产业研究院，逐步建成国际先进、国内一流的第三代半导体科技孵化器，带动产业链上下游协同发展。

（三）培育优势主体，拉动产业整体规模

1.壮大龙头企业。加大对重点企业的关注和扶持力度,实行一企一策,协调解决企业发展关键制约点。优先将符合条件的产业链重点项目纳入山东省新旧动能转换重大项目库,充分利用好新旧动能转换政策,进行重点扶持；围绕SiC、GaN等晶体材料、功率器件和模块、照明与显示器件和下游应用等产业链关键环节，培育壮大细分行业领军企业，逐步扶持企业上市。

2.融通产业环节。强化需求牵引的作用，从应用端需求入

手，加强从材料、芯片、器件到模块应用产业链上下游的深度合作。加强省内省外行业对接合作，精准招引、实施补链、延链、强链项目。沿链分批打造规模大、技术强、品牌响的“领航型”企业，培育细分领域的“瞪羚”“独角兽”企业，促进产业链上下游、大中小企业紧密配套、融通发展，有效提升产业链供应链的稳定性和竞争力。

（四）推进下游应用，拓宽产业发展路径

1.大力支持碳化硅功率模块的研发与产业化。加快实现碳化硅模块量产，并提升碳化硅芯片及模块在电气性能、散热设计、可靠性、封装材料等方面的性能，降低生产成本。突破第三代半导体器件在充电桩、电动汽车、家电等领域的应用关键技术，扫清产业规模扩大的技术壁垒。扩大应用规模，支持省内碳化硅模块生产企业扩大产能，形成碳化硅模块产业集聚，打造模组开发应用产业化的新高地。

2.加快国产化第三代半导体产品应用推广。引导省内芯片制造、封装测试企业与第三代半导体材料企业对接，联合开展研发攻关，实现关键材料本地覆盖。组织开展省内国产第三代半导体应用试点示范，在衬底、芯片加工、模组应用等产业链环节对企业提出国产化比例考核要求。

五、保障措施

（一）完善工作机制

省工业和信息化厅会同相关部门做好规划的组织实施和监

督评估等工作，强化统筹协调，在要素保障、市场需求、政策帮扶等领域精准发力，形成稳定、发展、提升的长效机制。采取切实有效的政策措施，抓好重点任务落实。各市要结合本地实际，落实相关配套政策。相关行业组织要充分发挥桥梁和纽带作用，协同推动规划的贯彻落实。有关部门、各地方、相关行业组织要加强第三代半导体产业推进工作的经验模式总结和宣传推广。各相关部门要督促企业建立健全生产经营全过程安全生产管理制度，守住安全底线。

（二）加大资金支持

充分发挥财税政策的激励作用，精准扶植产业发展。重点支持一批应用市场广、产业基础好、易于快速产业化的第三代半导体项目，加强产融合作，鼓励社会资本通过多种方式进入第三代半导体产业领域，引导第三代半导体产业与金融资本深度合作，在银行信贷、发行债券、股权融资等方面为产业发展提供资本支持，形成财政资金、金融资本、社会资金多方投入的新格局。

（三）打造产业生态

做好与国家有关部门的沟通协调，加强对第三代半导体产业重大项目建设的服务和指导，有序引导和规范产业发展，降低重大项目投资风险。组建第三代半导体专家委员会，为产业发展提供决策性服务。成立第三代半导体产业联盟，充分发挥社会组织作用，推动产业链上下游交流合作。积极争取工信部等国家部

委支持，承接国际级和国家级重大论坛、展会、赛事等活动，提升行业影响力。

（四）建设多层次人才体系

依托省内山东大学等高校、科研院所、国家和省级重点实验室、重点工程中心、创新中心等机构，打造第三代半导体技术高端人才引进平台，吸引全球第三代半导体领域高端人才。鼓励企业联合高校、科研院所设立人才培养基地，不断增加人才培养数量、提高人才培养质量。建立健全人才培养、培训体系，有针对性地培养符合产业需求的专业人才。鼓励企业探讨与高端人才开展共同技术研发、科技成果转移转化等多种形式合作模式，开展与第三代半导体领域的国内外领军人才和团队的合作；形成科研薪酬激励和成果转化激励机制，完善配套措施及待遇，激发人才创新创业的动力和活力。