

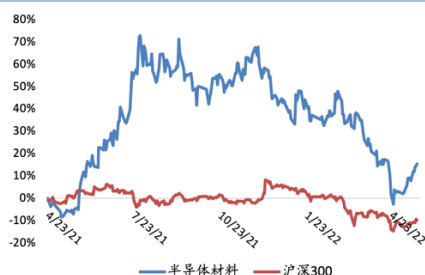
千亿级黄金赛道，中国“芯”蓄势待发

——第三代半导体行业报告（一）：行业解析

行业评级：增 持

报告日期：2022-05-23

行业指数与沪深 300 走势比较



分析师：胡杨

执业证书号：S0010521090001

邮箱：huy@hazq.com

主要观点：

● 发展背景：第三代半导体衬底材料改变引领半导体新时代

硅衬底占据主要市场，第三代半导体有望掀起底层材料端革命。第三代半导体材料为氮化镓 GaN、碳化硅 SiC、氧化锌 ZnO、金刚石 C 等，其中氮化镓 GaN、碳化硅 SiC 为主要代表。在禁带宽度、介电常数、导热率及最高工作温度等方面氮化镓 GaN、碳化硅 SiC 性能更为出色，在 5G 通信、新能源汽车、光伏等领域头部企业逐步使用第三代半导体。虽然硅（Si）是目前技术最成熟、使用范围最广、市场占比最大的衬底材料，但近年来硅材料的潜力已经开发殆尽，在高压、高频、高温领域以碳化硅和氮化镓为代表的第三代半导体衬底材料市场有望迎来快速发展机遇，待成本下降有望实现全面替代。

● 发展前景：千亿市场，第三代半导体渗透率逐年提升

我国第三代半导体整体产值超 7100 亿元，2023 年第三代半导体材料渗透率有望接近 5%。从整体产值规模来看，根据 CASA 数据，我国第三代半导体整体产值超过 7100 亿。其中，半导体照明整体产值预计 7013 亿元，受新冠疫情影响较 2019 年下降 7.1%；SiC、GaN 电力电子产值规模达 44.7 亿元，同比增长 54%；GaN 微波射频产值达到 60.8 亿元，同比增长 80.3%。从渗透率角度来看，根据 Yole 数据显示，Si 仍是半导体材料主流，占比 95%。第三代半导体渗透率逐年上升，SiC 渗透率在 2023 年有望达到 3.75%，GaN 渗透率在 2023 年达到 1.0%，第三代半导体渗透率总计 4.75%。

● 重点公司布局：SiC、GaN 基本均已实现全覆盖，大部分企业处于研发阶段

衬底→外延→器件→设备各领域全布局，中国第三代半导体将迎来历史性发展机遇。SiC 领域：目前，国内布局 SiC 的上市公司从产业链角度可以分为 5 类：1) 专注衬底材料，如天岳先进和天科合达（中止 IPO）；2) 器件端 IDM 布局，如华润微、斯达半导、闻泰科技等；3) 从材料到器件一体化布局，如三安光电；4) 芯片设计厂商，如新洁能；5) 其他：露笑科技布局设备+材料，中微公司布局外延设备。GaN 领域：包括 GaN 衬底制造商苏州纳维、东莞中镓；外延制造商晶湛半导体、江苏能华；设计企业安谱隆、海思半导体；制造企业三安集成、海威华芯等。此外，新进入厂商不只有传统功率半导体厂商，更多的是做射频器件出身或者有军工背景的企业进入 GaN 领域，如主营军工电子的亚光科技，主营 TR 组件及射频模组的国博电子。

● 投资建议

SiC 和 GaN 产业链会有一些优质的新公司进入，但原来的传统功率器

件、射频器件、LED 芯片公司也都会是三代半导体产业链的重要玩家，并充分受益于这一波十年以上的产业趋势。

SiC 产业链建议关注：

- 1) 国内 IGBT 龙头顺势切入 SiC 领域，关注斯达半导、时代电气和未上市的比亚迪半导体；
- 2) 传统功率器件往 SiC 器件升级切入，包括闻泰科技，华润微、捷捷微电、扬杰科技、新洁能；以及较纯正 SiC 器件厂商泰科天润等；
- 3) 布局 SiC 设备和材料的露笑科技，第三代半导体 SiC/GaN 全布局的三安光电；
- 4) SiC 衬底领域的天岳先进。

GaN 产业链建议关注：

- 1) 传统功率器件往 GaN 器件升级切入，包括闻泰科技，士兰微、新洁能，芯导科技；
- 2) 军工电子和射频领域具备技术积累和客户储备的公司，如亚光科技、海特高新，还有拟上市的国博电子。
- 3) 布局 SiC 设备和材料的露笑科技，第三代半导 SiC/GaN 全布局的三安光电。

● **风险提示**

第三代半导体材料降本不及预期，研发进度不及预期，下游需求不及预期。

正文目录

1、什么是第三代半导体技术？5

1.1 三代半导体衬底材料改变引领半导体新时代5

1.2 主流制备工艺：SiC采用物理气相传输法，GAN采用氢化物气相外延法8

1.2.1 SiC制备工艺：PVT优势显著，系商业化首选8

1.2.2 GaN制备工艺：HVPE工艺简单，系生产主流方式9

2、第三代半导体发展前景如何？10

2.1 市场端：整体产值超7100亿元，2023年渗透率接近5%10

2.2 性能端：高压、高频领域或将实现对硅基的全面替代12

2.3 政策及科研端：政策持续加码第三代半导体，科技创新如火如荼14

3、第三代半导体主要玩家梳理18

3.1 产业链企业梳理：国内SiC、GAN产业链布局逐步完善，全产业链基本均实现覆盖18

3.2 上市公司梳理：SiC相关公司104家，GAN相关公司43家19

4、投资建议20

风险提示：21

图表目录

图表 1 半导体材料是半导体产业链上游中的重要组成部分 5

图表 2 三代代表性半导体材料介绍 6

图表 3 三代代表性半导体物理性能对比 7

图表 4 半导体材料是半导体产业链上游中的重要组成部分 8

图表 5 化合物半导体电力电子器件与 Si 器件的优势对比逻辑框图..... 8

图表 6 SiC 三种制备方法优缺点对比 9

图表 8 HVPE 法原理示意图..... 10

图表 9 氮化镓制备方法对比 错误!未定义书签。

图表 10 2017-2023 年全球主要半导体材料渗透率及预测..... 11

图表 11 第三代半导体应用领域 11

图表 12 不同功率器件对应工作环境 12

图表 13 不同频率、功率条件下器件选择以及与下游应用的对应关系 13

图表 14 SiC 主要应用于白色家电、电动汽车及工业应用领域 13

图表 15 GAN 主要用于光电子、射频电子及电子电力领域..... 14

图表 16 国内第三代半导体相关政策 15

图表 17 全球涉及氮化镓及 SiC 的半导体领域相关专利占比..... 16

图表 18 中国涉及氮化镓和 SiC 的半导体相关专利重点申请人 Top10..... 16

图表 19 中国涉及 GAN 和 SiC 的单体相关专利 IPC 技术分布集创新活跃度 17

图表 20 国内外 SiC 产业链企业梳理..... 18

图表 21 国内外 GAN 产业链企业梳理..... 19

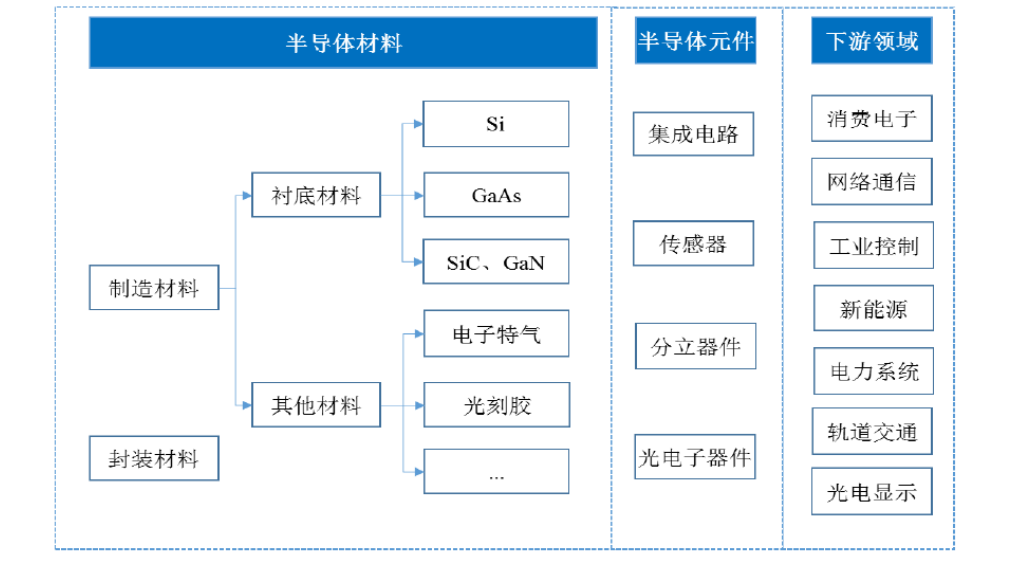
图表 22 中国第三代半导体上市公司产能分布 20

1、什么是第三代半导体技术？

1.1 三代半导体衬底材料改变引领半导体新时代

半导体材料是半导体产业链上游中的重要组成部分。半导体材料分为制造材料和封装材料，其中制造材料主要是制造硅晶圆半导体、砷化镓(GaAs)、碳化硅(SiC)等化合物半导体的芯片过程中所需的各类材料，在集成电路、分立器件等半导体产品生产制造中起到关键性的作用。半导体制造材料包括硅材料和砷化镓(GaAs)、碳化硅(SiC)、氮化镓(GaN)等化合物半导体材料。

图表 1 半导体材料是半导体产业链上游中的重要组成部分



资料来源：华安证券研究所绘制

硅衬底占据主要市场，三代半导体有望掀起底层材料端革命。硅(Si)是目前技术最成熟、使用范围最广、市场占比最大的衬底材料，近年来硅材料的潜力已经开发殆尽，在高压、高频、高温领域以碳化硅和氮化镓为代表的第三代半导体衬底材料市场规模有望迎来快速发展。

图表 2 三代代表性半导体材料介绍

半导体材料	第一代	第二代	第三代
代表材料	硅（Si）、锗（Ge）	砷化镓（GaAs）	碳化硅（SiC）、氮化镓（GaN）
材料性质	间接带隙，带隙宽度较窄，饱和电子迁移率较低	直接带隙，电子迁移率约是硅的 6 倍，砷化镓材料有毒性	禁带宽度大、击穿电场高、热导率高、电子饱和速率高、抗辐射能力强
特点	主要应用于低压、低频、低功率的晶体管和探测器中	相对硅基器件具有高频、高速的光电性能	适用于高电压、高频率场景，能在更高的温度下稳定运行，电能消耗更少
应用领域	功率器件、集成电路	光电子和微电子领域，半导体发光二极管和通信器件	功率器件、通信等

资料来源：天岳先进招股书，电子元器件交易网，华安证券研究所

半导体衬底材料发展至今经历了三个阶段：

- 1) 第一阶段（代表材料：Si，Ge）：20 世纪 50 年代开始，以硅（Si）、锗（Ge）为代表的第三代半导体材料制成的二极管和晶体管取代了电子管，引发以集成电路为核心的微电子产业的迅速发展，主要应用于低压、低频、低功率的部分功率器件、集成电路中。硅基半导体材料是目前产量最大、应用最广的半导体材料，90%以上的半导体产品是用硅基材料制作的。
- 2) 第二阶段（代表材料：GaAs，InP）：20 世纪 90 年代开始，随着半导体产业的发展，硅材料的物理瓶颈日益突出，以砷化镓（GaAs）、磷化铟（InP）、锑化铟（InSb）、部分三元化合物半导体等为代表的第二代化合物半导体材料崭露头角。砷化镓材料的电子迁移率约是硅的 6 倍，具有直接带隙，故其器件相对硅基器件具有高频、高速的光电性能，因此被广泛应用于光电子和微电子领域，是制作半导体发光二极管和通信器件的关键衬底材料。
- 3) 第三阶段（代表材料：SiC、GaN）：近年来，以碳化硅（SiC）、氮化镓（GaN）、氧化锌（ZnO）、金刚石、氮化铝（AlN）为代表的宽禁带（禁带宽度大于 2.2eV）第三代半导体材料逐渐兴起，其介电常数、导热率及最高工作温度等等关键参数方面具有显著优势，可以满足电力电子技术对高温、高功率、高压、高频及抗辐射等恶劣工作条件的新要求，从而成为半导体材料领域最具前景的材料之一。目前，5G 通信、新能源汽车、光伏等领域头部企业逐步开始使用第三代半导体，待成本下降后，第三代半导体有望实现对硅基材料的全面替代。
- 就功率和频率两个维度而言，第一代半导体材料的代表硅，功率在 100W 左右，频率只有大约 3GHz；第二代的代表砷化镓，功率不足 100W，但频率却能达到 100GHz。因此前两代半导体材料更多是互为补充的关系。而第三代半导体的代表氮化镓和碳化硅，功率可以在 1000W 以上，频率也可以接近 100GHz，优势非常明显，因此未来有可能是取代前两代半导体材料的存在。

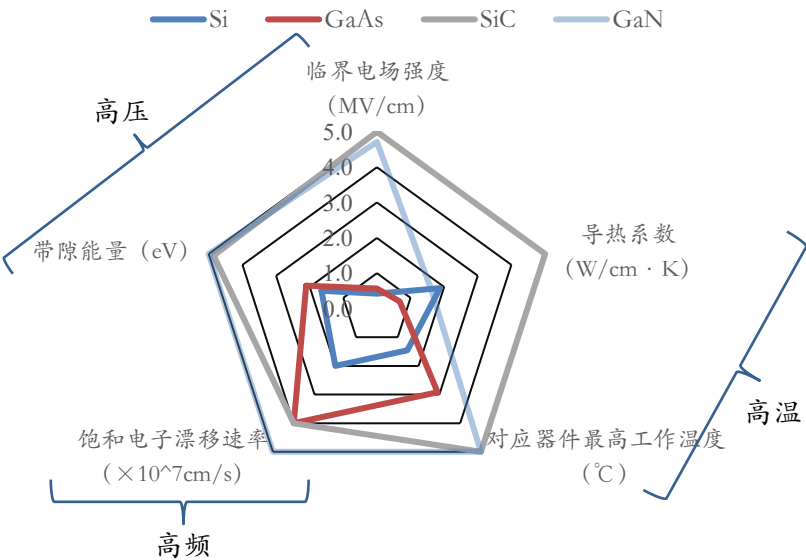
图表 3 三代代表性半导体物理性能对比

指标	第一代 半导体	第二代半导体		第三代半导体		注释
材料	Si	GaAs	InP	SiC	GaN	
禁带宽度/eV	1.1	1.4	1.3	3.3	3.4	禁带宽度长→泄漏电流减少→低功耗损失/高功率/高电压环境
饱和电子漂移速率 (cm/s)	1.0*10 ⁷	1.0*10 ⁷	2.0*10 ⁷	2.5*10 ⁷	1.0*10 ⁷	高电子漂移速率→极低导通电阻→降低功率损耗/高功率
介电常数	11.9	13.1	10.8	10.1	9	低介电常数→不易被击穿→耐高压→适用于高电压环境
击穿场强/ (MW/cm)	0.3	0.4	0.5	2.8	3.3	高击穿电场强度→器件耐高压特性强→适用于高电压环境
热导率 /[W/(cm·K)]	1.5	0.5	0.7	4.9	1.3	热导率高→耐高温特性强→功率密度提升/散热要求低
最高工作温度/℃	175	350	—	600	800	耐高温

注：碳化硅器件在关断过程中不存在电流拖尾现象，开关损耗低，大幅提高实际应用的开关频率（高频率）

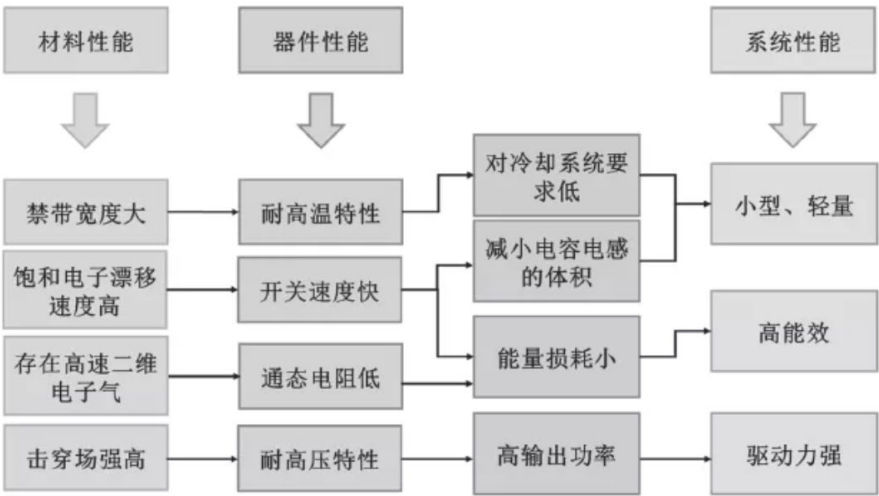
资料来源：天科合达招股书，《全球化合物半导体产业竞争格局及未来发展机遇》，《宽禁带半导体高频及微波功率器件与电路》，华安证券研究所

图表 4 半导体材料是半导体产业链上游中的重要组成部分



资料来源：华东交通大学《电力电子技术》，华安证券研究所

图表 5 化合物半导体电力电子器件与 Si 器件的优势对比逻辑框图



资料来源：第三代半导体产业技术创新战略联盟，华安证券研究所

1.2 主流制备工艺：SiC 采用物理气相传输法，GaN 采用氢化物气相外延法

1.2.1 SiC 制备工艺：PVT 优势显著，系商业化首选

PVT 成本低，系商业化主流路线。SiC 制备方法主要有三种：物理气相传输法 (PVT)、顶部籽晶溶液生长法 (TSSG) 及高温化学气相沉积法 (HT-CVD)。顶部籽晶溶液生长法主

要用于实验室生长较小尺寸晶体，而物理气相传输法与高温化学气相沉积法主要用于商业生产。其中 PVT 法制备 SiC 所需设备简单且价格低，操作控制相对容易故为商业生产主流方法。

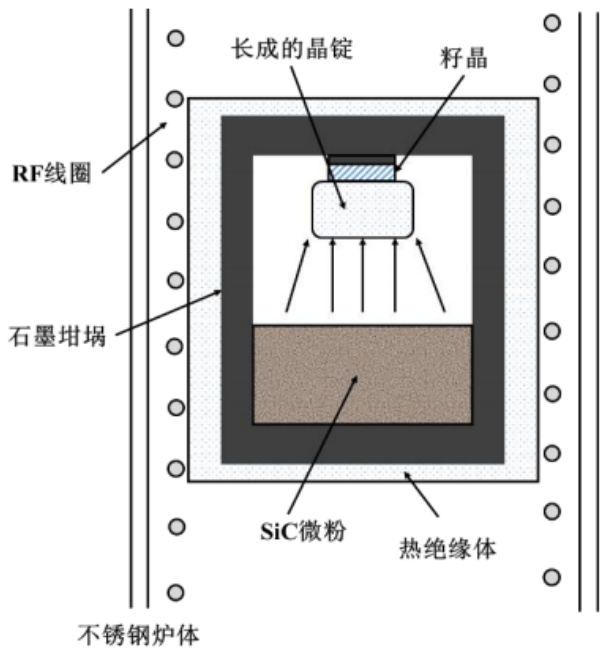
PVT 原理：将高纯度碳粉与硅粉，按特定比例混合，形成高纯度 SiC 微粉与籽晶分别放置生长炉内坩埚下部，顶部后，温度升高至 2000℃以上，通过控制坩埚下部温度略高于顶部，形成温度差。SiC 微粉升华成气态 Si₂C、SiC₂、Si 等，后由于温度差在温度较低籽晶处形成 SiC 晶锭。

图表 6 SiC 三种制备方法优缺点对比

方法	优点	缺点
PVT	设备成本低；结构简单；技术成熟；耗材成本低	生长速率慢；长晶过程中可监控生长参数少
HT-CVD	缺陷少；纯度高；掺杂方便	设备昂贵；反应缓慢；耗材成本高；生长过程中进气口、排气口易堵塞；设备稳定性低；可监控生长参数少
TSSG	生长成本低；缺陷密度低；比较适合 P 型晶体生长	生长缓慢；对材料要求高；金属杂质难以控制；生长晶体尺寸小

资料来源：电子发烧友，华安证券研究所

图表 7 物理气相传输法示意图（PVT）



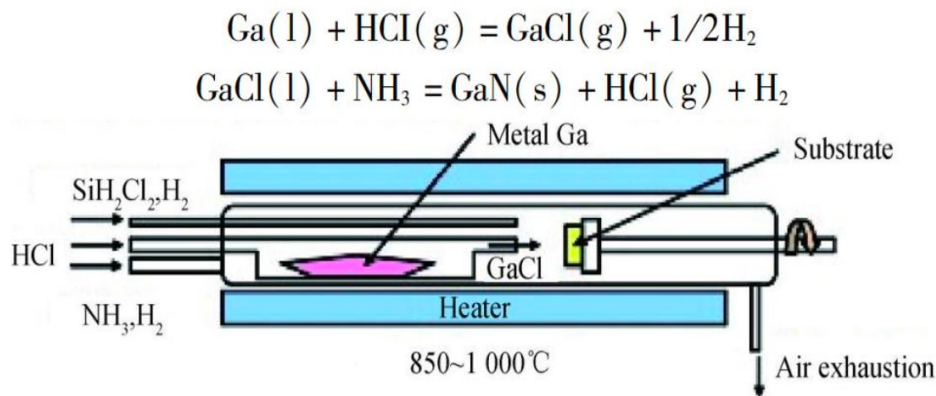
资料来源：天科合达招股说明书，华安证券研究所

1.2.2 GaN 制备工艺：HVPE 工艺简单，系生产主流方式

HVPE 工艺简单，生长速率快，系生产主流路线。氮化镓制备主要分气相法及熔体法，其中气相法细分为氢化物气相外延法（HVPE）、气相传输法。熔体法细分为高压氮气溶液法（HNPSG）、助溶剂法/溶盐法、氨热法、提拉法。相较而言，HVPE 法厚膜质量及生长速率更高，系主流生产方式。

HVPE 原理：整个过程在一个多层次温区热壁反应系统的完成，在温度为 850 度温区内放入金属 Ga，呈液态，后从热壁上层注入 HCl 气体，形成 GaCl 气体，后将 GaCl 气体传送至衬底，在 1000 度-1100 度温度下与氨气（NH₃）反应，最终生成 GaN 晶体。

图表 8 HVPE 法原理示意图



资料来源：《氮化镓单晶衬底制备技术发展展望》，华安证券研究所

图表 9 氮化镓制备方法对比

制备方法		优点	缺点
气相法	HVPE 法	工艺简单；生长速度快；厚层 GaN 缺陷密度小	无法生长量子阱和超晶格结构
	气相传输法	设备简单、经济	GaN 晶体质量差，仍有技术问题有待解决
熔体法	HNPS 法	单晶质量高	需要高温高压，对设备要求苛刻，温度、压力的控制非常复杂
	助溶剂法/熔盐法	可适当降低压力	成核密度大，很难生长出大块单晶
	氨热法	生长温度低	生长速率太慢，很难得到高纯度材料

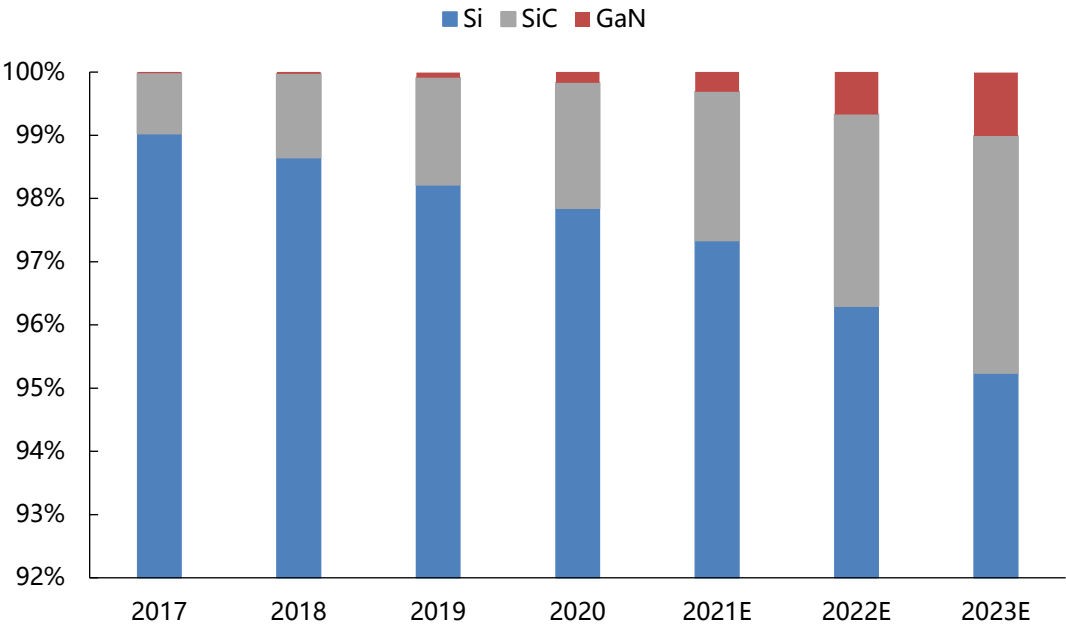
资料来源：粉体圈，华安证券研究所

2、第三代半导体发展前景如何？

2.1 市场端：整体产值超 7100 亿元，2023 年渗透率接近 5%

第三代半导体材料渗透率逐年提升，2023 年有望接近 5%。根据 Yole 数据显示，Si 仍是半导体材料主流，占比 95%。第三代半导体渗透率逐年上升，SiC 渗透率在 2023 年有望达到 3.75%，GaN 渗透率在 2023 年达到 1.0%，第三代半导体渗透率总计 4.75%。

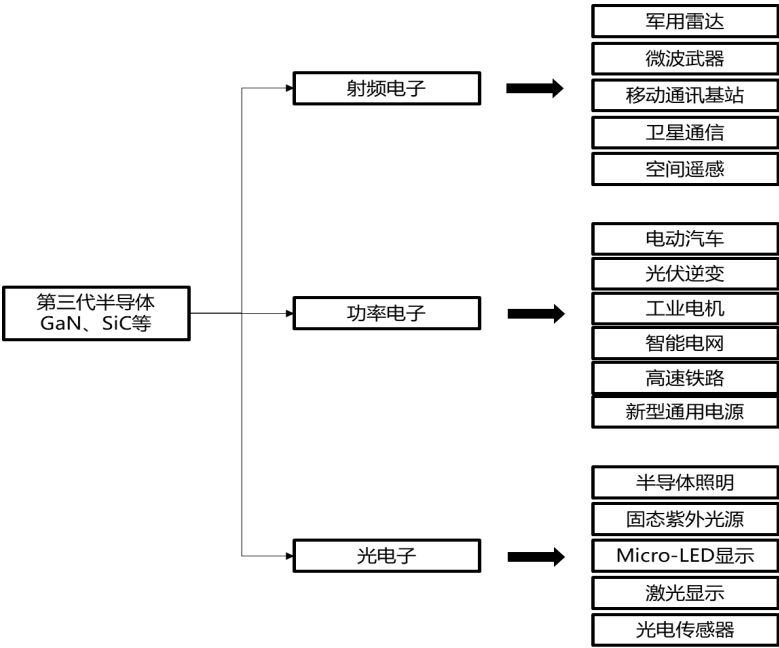
图表 10 2017-2023 年全球主要半导体材料渗透率及预测



资料来源：Yole，中国电子技术标准化研究院，前瞻产业研究院，华安证券研究所

2020 年，我国第三代半导体整体产值超过 7100 亿，电力电子及微波射频持续增长。根据 CASA 数据，我国第三代半导体整体产值超过 7100 亿。其中，半导体照明整体产值预计 7013 亿元，受新冠疫情影响较 2019 年下降 7.1%；SiC、GaN 电力电子产值规模达 44.7 亿元，同比增长 54%；GaN 微波射频产值达到 60.8 亿元，同比增长 80.3%。

图表 11 第三代半导体应用领域



资料来源：TrendForce，华安证券研究所

2.2 性能端：高压、高频领域或将实现对硅基的全面替代

SiC MOSFET 主攻高压领域，GaN MOSFET 主攻高频领域。依据功率、频率两个维度，我们对主流功率器件的物理特性和适用场合进行了梳理：Si-IGBT 在高压领域有优势但无法胜任高频领域的要求，Si-MOSFET 能胜任高频领域但对电压有所限制，SiC-MOSFET 完美得解决了高压和高频在硅基上难以兼得的问题，在兼容高压中频的基础上 SiC-MOSFET 并凭借其高效率、小体积的特性成为电动汽车、充电桩、光伏逆变等领域的最佳解决方案（不考虑成本），GaN-MOSFET 凭借其超高频率的特性在 5G 射频领域大有可为，当前主要为 5G 基站 PA 未来有望拓宽到终端设备射频（手机等），此外 GaN-MOSFET 在 1000V 以下的中低压领域比如快充、电动汽车有较大的应用潜力。

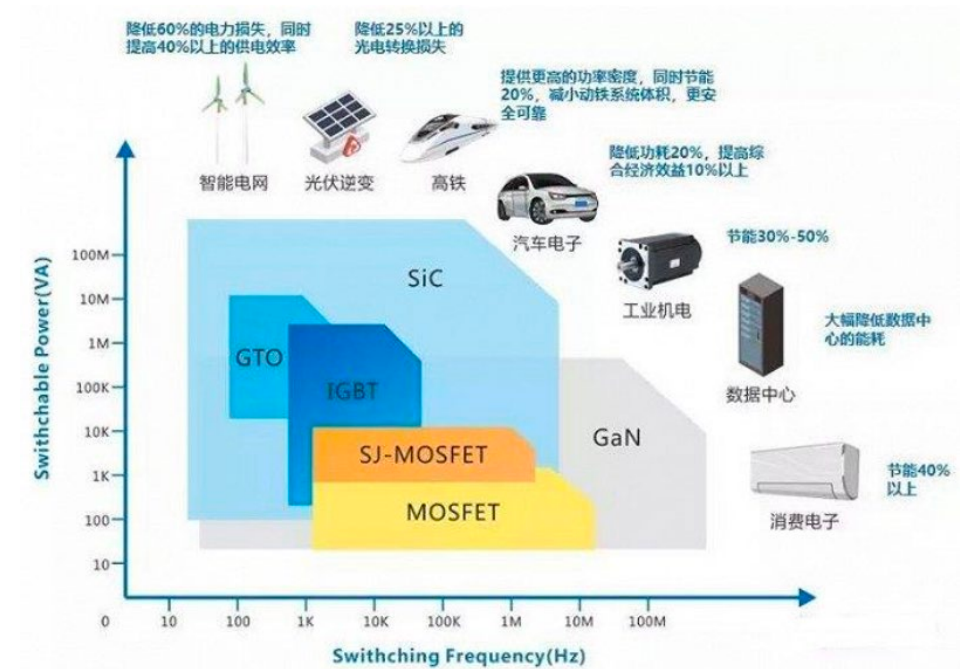
图表 12 不同功率器件对应工作环境

	电压（V）	频率（HZ）	功率（kW）
Si-MOSFET	低压-中低压	中低-中高	低-中
Si-IGBT	中低压-高压	低-中	中低-高
GaN-MOSFET	低压-中低压	中-超高	中低-中
SiC-MOSFET	中压-超高压	中低-中高	中-高

资料来源：英飞凌，罗姆半导体，华安证券研究所

第三代半导体节能效益显现。在消费电子领域节能 40%以上；工业机电领域节能 30%-50%；在高铁方面，更高的功率密度，减少动铁系统体积的同时节能 20%；在光伏逆变器领域，降低 25%以上的光电转换损失；智能电网领域提高 40%以上供电效率并降低 60%的电力损失。

图表 13 不同频率、功率条件下器件选择以及与下游应用的对应关系



资料来源：Yole，华安证券研究所

SiC 主要应用于白色家电、电动汽车及工业应用领域。在白色家电中主要应用于家电/个人电脑、不间断电源等；在电动汽车领域主要应用于 DC/AC 逆变器、DC/DC 转换器 等；在工业领域中主要应用于电力配送、铁路运输、光伏产业、电机控制、风电涡轮机 等。

图表 14 SiC 主要应用于白色家电、电动汽车及工业应用领域



资料来源：Yole，天科合达招股说明书，华安证券研究所

GaN 主要用于光电子、射频电子及电子电力领域。在光电子领域住用应用于激光显示、LED 照明等；在射频电子领域主要应用于卫星通讯、移动终端、国防军工、无线通信基站等；在电力电子领域中主要应用于电源转化系统、新能源汽车与数据中心、工业电机及智能电网等。

图表 15 GaN 主要用于光电子、射频电子及电子电力领域



资料来源：苏州晶湛半导体，patsnap，华安证券研究所

2.3 政策及科研端：政策持续加码第三代半导体，科技创新如火如荼

国家陆续出台相关政策，第三代半导体蓬勃发展。国家持续出台相关政策支持第三代半导体发展，2016 年 7 月，国务院《关于印发“十三五”国家科技创新规划的通知》明确发展第三代半导体芯片；2019 年 11 月工信部将第三代半导体产品写入《重点新材料首批次应用示范指导目录》，2019 年 12 月，在《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》中明确要求加快培育布局第三代半导体产业，推动制造业高质量发展；2020 年 7 月为鼓励企业积极发展集成电路，国家减免相关企业税收；2021 年 3 月，十四五规划中特别提出第三代半导体要取得发展；2021 年 8 月，工信部将第三代半导体纳入“十四五”产业科技创新相关发展规划。

图表 16 国内第三代半导体相关政策

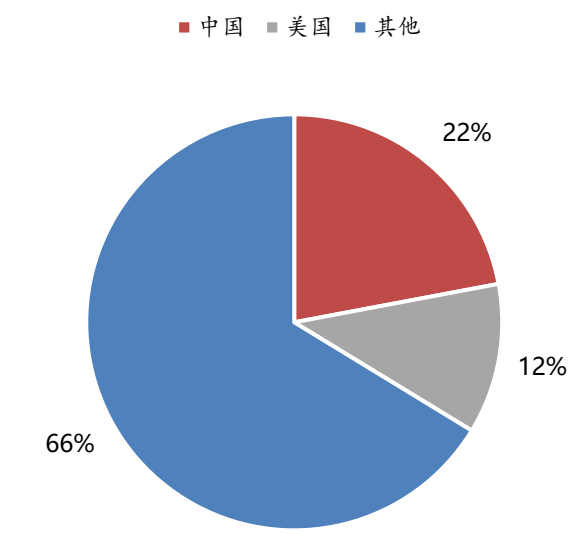
日期	相关活动及政策
2021. 08	8 月 14 日，工信部宣布将 SiC 复合材料、碳基复合材料等纳入“十四五”产业科技创新相关发展规划
2021. 05	国家科技体制改革和创新体系建设领导小组第十八次会议召开，会上讨论了面向后摩尔时代的集成电路潜在颠覆性技术
2021. 03	新华网刊登了《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》，其中“集成电路”领域，特别提出 SiC、氮化镓等宽禁带半导体即第三代半导体要取得发展。
2020. 07	国务院发文《新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展的若干政策》中指出，国家鼓励集成电路企业，自获利年度起，第一年至第二年免征企业所得税，第三年至第五年按照 25% 的法定税率或减半征收企业所得税
2019. 12	国务院在《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》中明确要求加快培育布局第三代半导体产业，推动制造业高质量发展
2019. 11	工信部印发《重点新材料首批次应用示范指导目录》，其中 GaN 单晶衬底、功率器件用 GaN 外延片、SiC 外延片，SiC 单晶衬底等第三代半导体产品进入目录
2019. 06	商务部及发改委在鼓励外商投资名单中增加了支持引进 SiC 超细粉体外商企业
2016. 07	国务院推出了《关于印发“十三五”国家科技创新规划的通知》，其中首次提到要加快第三代半导体芯片技术与器件的研发

资料来源：国务院，工信部，商务部，发改委，新华网，华安证券研究所

我国专利数量高于美国，占世界 22%。目前全球有关氮化镓和 SiC 半导体领域专利总计 23738 项，其中我国专利 5232 项，占 22%，美国专利 2722 项，占 12%，我国专利总量高于美国。

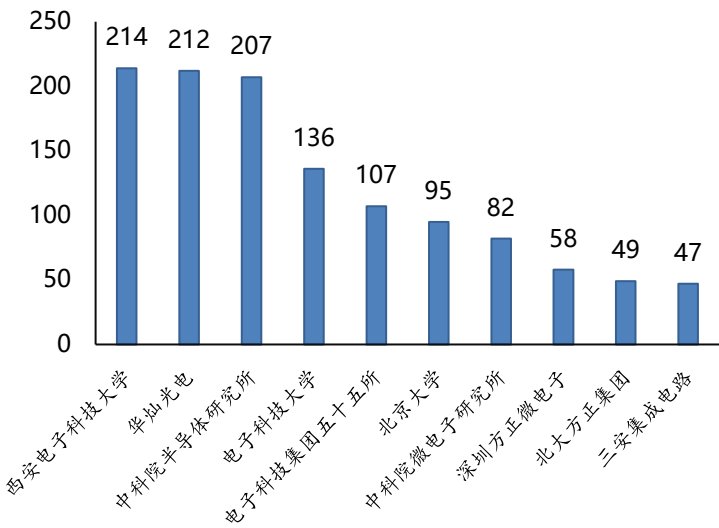
高校系我国创新总体，企业系美国创新主体。中国涉及氮化镓和 SiC 半导体相关专利 Top10 中高校及研究所为创新主体，占比 60%，而美国企业为创新主体，占比 80%，即国内创新还处于研发阶段，距商业化还有一定距离。

图表 17 全球涉及氮化镓及 SiC 的半导体领域相关专利占比



资料来源：大为 innojoy 专利检索系统，旺材芯片，华安证券研究所

图表 18 中国涉及氮化镓和 SiC 的半导体相关专利重点申请人 Top10



资料来源：大为 innojoy 专利检索系统，旺材芯片，华安证券研究所

中美专利领域相同，创新活跃度领域不同。中美专利数量前三领域相同，分别为 H01L21、H01L29 及 H01L33，中国前十 IPC 大组活跃度普遍高于 50%，而美国技术活跃度最高 50%。中国的热点领域为 C30B29 及 C30B25，而美国的热点领域为 H01S5 及 C23C16。

图表 19 中国涉及 GaN 和 SiC 的单体相关专利 IPC 技术分布集创新活跃度

排序	IPC 大组	IPC 释义	专利数量 (项)	近三年 申请量 (项)	近五年申 请量 (项)	创新活 跃度
1	H01L21	专门适用于制造或处理半导体或固体器件或其部件的方法或设备	2215	829	1328	62.42%
2	H01L33	至少有一个电位跃变势垒或表面势垒的专门适用于光发射的半导体器件；专门适用于制造或处理这些半导体器件或部件的方法或设备	1588	221	561	39.39%
3	H01L29	专门适用于整流、放大、振荡或切换，并具有至少一个电位跃变势垒或表面势垒的半导体器件；具有至少一个电位跃变势垒或表面势垒，例如 PN 结耗尽层或载流子集结层的电容器或电阻器；半导体本体或其电极的零部件	1567	696	1105	62.99%
4	H01L23	半导体或其他固态器件的零部件	440	204	329	62.01%
5	H01L31	对红外辐射、光、较短波长的电磁辐射，或微粒辐射敏感的，并且专门适用于把这样的辐射能转换为电能的，或者专门适用于通过这样的辐射进行电能控制的半导体器件；专门适用于制造或处理这些半导体器件或其他部件的方法或设备	324	83	148	56.08%
6	H01L27	由在一个共用衬底内或其上形成的多个半导体或其他固态组件组成的器件	213	78	138	56.52%
7	C30B29	以材料或形状为特征的单晶或具有一定结构的均匀多晶材料	175	82	105	78.10%
8	H01L25	由多个单个半导体或其他固态器件组成的组件	122	62	94	65.96%
9	C30B25	反应气体化学反应法的单晶生长	100	34	46	73.91%
10	C23C16	通过气态化合物分解且表面材料的反应产物不留存于镀层中的化学镀覆	97	29	44	65.91%

资料来源：大为 innojoy 专利检索系统，旺材芯片，华安证券研究所

3、第三代半导体主要玩家梳理

3.1 产业链企业梳理：国内 SiC、GaN 产业链布局逐步完善，全产业链基本均实现覆盖

目前，国内布局 SiC 的上市公司从产业链角度可以分为 5 类：1) 专注衬底材料，如天岳先进和天科合达（中止 IPO）；2) 器件端 IDM 布局，如华润微、斯达半导、闻泰科技等；3) 从材料到器件一体化布局，如三安光电；4) 芯片设计厂商，如新洁能；5) 其他：露笑科技布局设备+材料，中微公司布局外延设备。

从公司原生业务角度出发，可以分为三类，1) 传统功率半导体公司（晶闸管/MOSFET/IGBT）延伸布局三代半导体 SiC，如斯达半导、时代电气等；2) LED 芯片公司，如三安光电在光电器件材料 GaN 上有多年的研发生产积累，顺势转型三代半导体；3) 专注材料/设备的公司，如天岳先进、中微公司。

图表 20 国内外 SiC 产业链企业梳理

	SiC衬底		SiC外延（导电型）		功率器件			新能源汽车	光伏		
			GaN外延（半绝缘型）		射频器件			5G通信	国防军工		
	设备	衬底	外延		设计	制造	封测	应用			
大陆厂商	• 北方华创 • 中微公司 • 华峰测控 • 万业企业 • 晶盛机电 • 三安集成 • 天科合达 • 山东天岳 • 楚江新材 • 天通股份 • 露笑科技 • 中电科55所 • 中电科13所 • 世纪金光 • 中鸿新晶 • 科友半导体 • 白腾信科技	• 同光晶体 • 三安集成 • 兴立科技 • 天科合达 • 山东天岳 • 东尼电子 • 楚江新材 • 天通股份 • 露笑科技 • 中电科2所 • 中电科55所 • 中电科13所 • 世纪金光 • 超芯星 • 晶格领域 • 中国电科	• 烁科晶体 • 中科钢研 • 中鸿新晶 • 启迪半导体 • 国宏中能 • 博兰特 • 华大半导体 • 南砂晶体 • 上海合晶 • 科友半导体 • 天达晶体 • 微芯长江 • 中电化合物 • 臻隆科技 • 圣芯		• 三安集成 • 兴立科技 • 合盛新材料 • 天科合达 • 露笑科技 • 中电科55所 • 中电科13所 • 华微电子 • 基本半导体 • 世纪金光 • 中鸿新晶 • 启迪半导体 • 百识电子 • 东莞天城 • 凤凰光学	• 华大半导体 • 南砂晶圆 • 晶睿电子 • 晶越半导体 • 中电化合物 • 国扬电子 • 执行半导体 • 普兴电子 • 浩瀚新材 • 通利能 • 青岛瀚海 • 天域半导体 • 翰天沃成 • Norstel	• 闻泰科技 • 斯达半导体 • APS • 绿能芯创 • 陆芯科技 • 苏州镭威特 • 瞻芯电子	• 闻泰科技 • 海微华芯 • 海特高新	• 长电科技 • 华天科技 • 致瞻科技 • 中科封测	• 特斯拉 • 比亚迪 • 小鹏 • 蔚来 • 宇通 • 北汽新能源 • 北京精动 • 阳光电源 • 日本丰田 • 华为	• 北京科诺伟业 • 比特大陆 • 小米 • 中国电信 • 中国移动 • 阳光电源 • 中铁高速 • 瑞士ABB • 美国GE • 北京科诺
	IDM										
	• 三安集成 • 世纪金光 • 国扬电子 • 基本半导体 • 国联万众 • 泰科天润	• 国家电网 • 球能源互联 • 网研院 • 北方华创 • 瑞能半导体 • 芯光润泽	• 士兰微 • 扬杰科技 • 美林电子 • 中车时代电气 • 华润微								
国际厂商 & 中国台湾	• AMAT • 拉姆研究	• Wolfspeed • 道康宁 • Rohm • II-VI	• 新日铁 • 昭和电工 • ST • NSC		• Wolfspeed • ETC • Rohm • II-VI • 道康宁 • 昭和电工	• NOVA SiC • 嘉鼎电子 • 英飞凌 • NSC • ST	• USCi • Bruckewell • CISSOID • 萨瑞 • United SiC • 瀚薪科技	• SUNY Poly • 离子束 • X-Fab • 汉磊科技	• 安靠 • 日月光		
	IDM										
	• Wolfspeed • 安森美 • 松下 • 三菱电机 • 东芝	• Microsemi • Gene SiC • Littlefuse • 英飞凌 • ST	• Rohm • 三菱电机 • GeneSiC • 通用								

资料来源：今日半导体，材料深一度，头豹研究院，华安证券研究所

国内 GaN 功率半导体产业链已经实现全面布局。GaN 产业链玩家的分类和 SiC 类似，GaN 功率半导体全球布局方面，海外企业在技术及产能上均有较高的领先地位。海外龙头企业以 IDM 模式为主，主要包括德国英飞凌、美国 Qorvo 等。目前，国内 GaN 产业链也在加速布局中，成长较为迅速，国内企业在衬底、外延、设计、制造等领域均已实现布局，其中包括 GaN 衬底制造商苏州纳维、东莞中镓；外延制造商晶湛半导体、江苏能华；设计企业安谱隆、海思半导体；制造企业三安集成、海威华芯等。此外，新进入厂

商不只有传统功率半导体厂商，更多地是做射频器件出身或者有军工背景的企业进入 GaN 领域，如主营军工电子的亚光科技，主营 TR 组件及射频模组的国博电子。

图表 21 国内外 GaN 产业链企业梳理

	衬底	外延	设计	制造	IDM模式
	国际厂商 - 住友电工 - 信越化学 - 三菱化学 - 古河电气 - Kyma	- EpiGaN - IQE - NTTAT - Allos - Episil	- RFHIC - EPC - GaN Sys - Trasphorm - Dialog - Navitas	- 稳懋 - 富士通 - 台积电 - 世界先进 - X-Fab - Cree	- Wolfspeed - 英飞凌 - 安森美 - Qorvo - 恩智浦
大陆厂商	- 英诺赛科 - 镓特 - 镓数 - 苏州纳维 - 东莞中镓	- 晶湛半导体 - 江苏能华 - 华功半导体 - 英诺赛科 - 大连芯冠 - 阿斯卡新材料 - 远山新材料 - 宇腾电子 - 祥瑞鸿芯 - 凝慧电子 - 聚力成	- 安谱隆 - 海思半导体	- 三安集成 - 海威华芯	- 江苏能华 - 华功半导体 - 英诺赛科 - 大连芯冠 - 苏州能讯

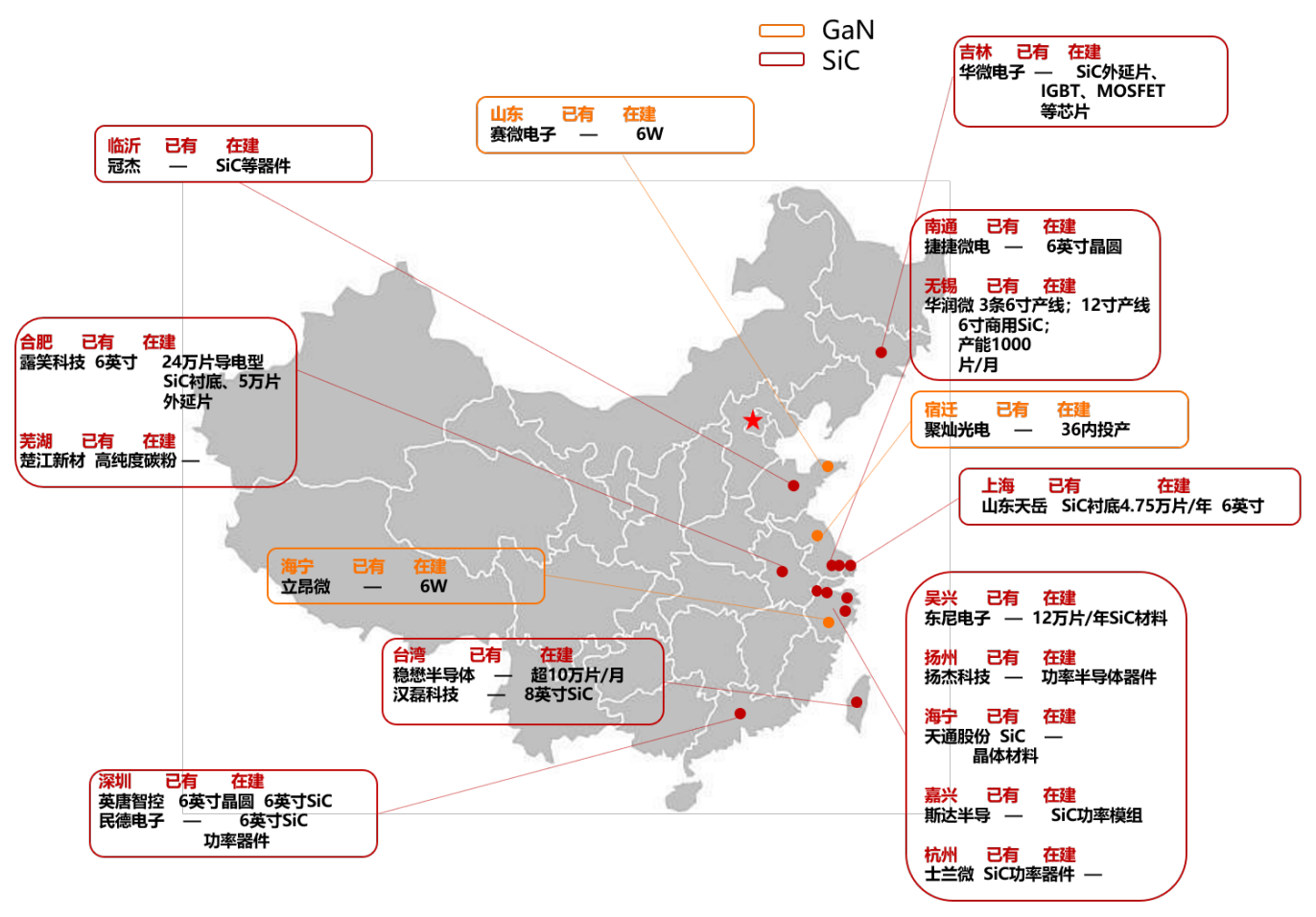
资料来源：今日半导体，材料深一度，头豹研究院，华安证券研究所

3.2 上市公司梳理：SiC 相关公司 104 家，GaN 相关公司 43 家

目前国内第三代半导体主要制造商共 147 家，SiC 产业链相关公司共 104 家，其中有 15 家公司已上市。SiC 全产业链公司（生产设备、衬底、外延、器件）的有三安集成、中电科 55 所、中电科 13 所、世纪金光、中宏新晶。

国内 GaN 产业链相关公司有 43 家，其中 3 家公司已上市。全产业链公司仅有英诺赛科。

图表 22 中国第三代半导体上市公司产能分布



资料来源：今日半导体，华安证券研究所

4、投资建议

SiC 和 GaN 产业链会有一些优质的新公司进入，但原来的传统功率器件、射频器件、LED 芯片公司也都会是三代半导体产业链的重要玩家，并充分受益于这一波十年以上的产业趋势。

SiC 产业链建议关注：

- 1) 国内 IGBT 龙头顺势切入 SiC 领域，关注斯达半导、时代电气和未上市的比亚迪半导体；
- 2) 传统功率器件往 SiC 器件升级切入，包括闻泰科技，华润微、捷捷微电、扬杰科技、新洁能；以及较纯正 SiC 器件厂商泰科天润等；
- 3) 布局 SiC 设备和材料的露笑科技，第三代半导体 SiC/GaN 全布局的三安光电；
- 4) SiC 衬底领域的天岳先进。

GaN 产业链建议关注：

- 1) 传统功率器件往 GaN 器件升级切入，包括闻泰科技，士兰微、新洁能，芯导科技；
- 2) 军工电子和射频领域具备技术积累和客户储备的公司，如亚光科技、海特高新，还有拟上市的国博电子。
- 3) 布局 SiC 设备和材料的露笑科技，第三代半导 SiC/GaN 全布局的三安光电；

风险提示：

第三代半导体材料降本不及预期，研发进度不及预期，下游需求不及预期。

重要声明

分析师声明

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的执业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人对这些信息的准确性或完整性不做任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。报告中的信息和意见仅供参考。本人过去不曾与、现在不与、未来也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接接收任何形式的补偿，分析结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

免责声明

华安证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。本报告由华安证券股份有限公司在中华人民共和国（不包括香港、澳门、台湾）提供。本报告中的信息均来源于合规渠道，华安证券研究所力求准确、可靠，但对这些信息的准确性及完整性均不做任何保证。在任何情况下，本报告中的信息或表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。华安证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

本报告仅向特定客户传送，未经华安证券研究所书面授权，本研究报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。如欲引用或转载本文内容，务必联络华安证券研究所并获得许可，并需注明出处为华安证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。如未经本公司授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。本公司并保留追究其法律责任的权利。

投资评级说明

以本报告发布之日起6个月内，证券（或行业指数）相对于同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准，A股以沪深300指数为基准；新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以纳斯达克指数或标普500指数为基准。定义如下：

行业评级体系

- 增持—未来6个月的投资收益率领先市场基准指数5%以上；
- 中性—未来6个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至5%；
- 减持—未来6个月的投资收益率落后市场基准指数5%以上；

公司评级体系

- 买入—未来6-12个月的投资收益率领先市场基准指数15%以上；
- 增持—未来6-12个月的投资收益率领先市场基准指数5%至15%；
- 中性—未来6-12个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至5%；
- 减持—未来6-12个月的投资收益率落后市场基准指数5%至；
- 卖出—未来6-12个月的投资收益率落后市场基准指数15%以上；
- 无评级—因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。