



证券研究报告
(优于大市, 维持)

《行业深度研究：碳化硅： 冉冉升起的第三代半导体》

余伟民（通信行业首席分析师）

SAC号码：S0850517090006

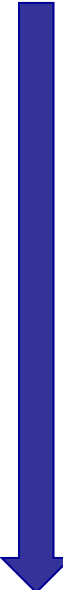
联系人：夏凡

2022年6月4日

- ▶ **碳化硅性能优异，先进生产力代表。**第三代半导体材料是指以碳化硅、氮化镓为代表的宽禁带半导体材料，具有击穿电场高、热导率高、电子饱和速率高、抗辐射能力强等优势，因此采用第三代半导体材料制备的半导体器件不仅能在更高的温度下稳定运行，适用于高电压、高频率场景，还能以较少的电能消耗，获得更高的运行能力。
- ▶ **衬底为核心，技术瓶颈逐步突破。**衬底是碳化硅产业链的核心，一直处于供不应求的状态，行业普遍处于快速扩产，据天岳先进招股书援引CASA Research，2019年有6家国际巨头宣布了12项扩产。衬底的生长方法主要有物理气相传输法(PVT)、高温化学气相沉积法(HT-CVD)法等。目前，晶体制备环节最主要的难点在于生长条件苛刻，而生长速度却很缓慢。此外，制备良率也是行业普遍难点之一。SiC良率低主要有2种原因：生长晶棒存在缺陷（晶棒良率），以及在切割过程中存在损耗（衬底良率）。
- ▶ **海外占据领先地位，国内奋起直追。**目前碳化硅衬底市场以海外厂商为主导，国内企业市场份额较小。半绝缘市场中，贰陆公司（II-IV）、科锐（Wolfspeed）以及天岳先进三家占据主要份额；导电型市场中，科锐为绝对龙头。
- ▶ **下游需求强劲，空间+渗透率双倍增长。**以碳化硅材料为衬底的产业链主要包括碳化硅衬底材料的制备、外延层的生长、器件制造以及下游应用市场。碳化硅衬底主要分为半绝缘（射频器件）和导电型（功率器件）两类。半绝缘领域，氮化镓射频器件正在取代LDMOS在通信宏基站、雷达及其他宽带领域的应用。根据天岳先进招股书援引Yole，全球氮化镓射频器件市场预计从2019年的7.4亿美元增长至2025年的20亿美元，期间年均复合增长率达到18%。在导电型领域，新能源汽车的快速增长将成为碳化硅产业的近期增长引擎。
- ▶ **投资建议：**关注天岳先进和中瓷电子。
- ▶ **风险提示：**产能扩张不及预期，行业景气度不及预期风险；技术研发风险。

1. 性能优异，先进生产力代表
2. 衬底为核心，技术瓶颈逐步突破
3. 海外占据领先地位，国内奋起直追
4. 下游需求强劲，空间+渗透率双倍增长
5. 重点公司分析
6. 投资建议

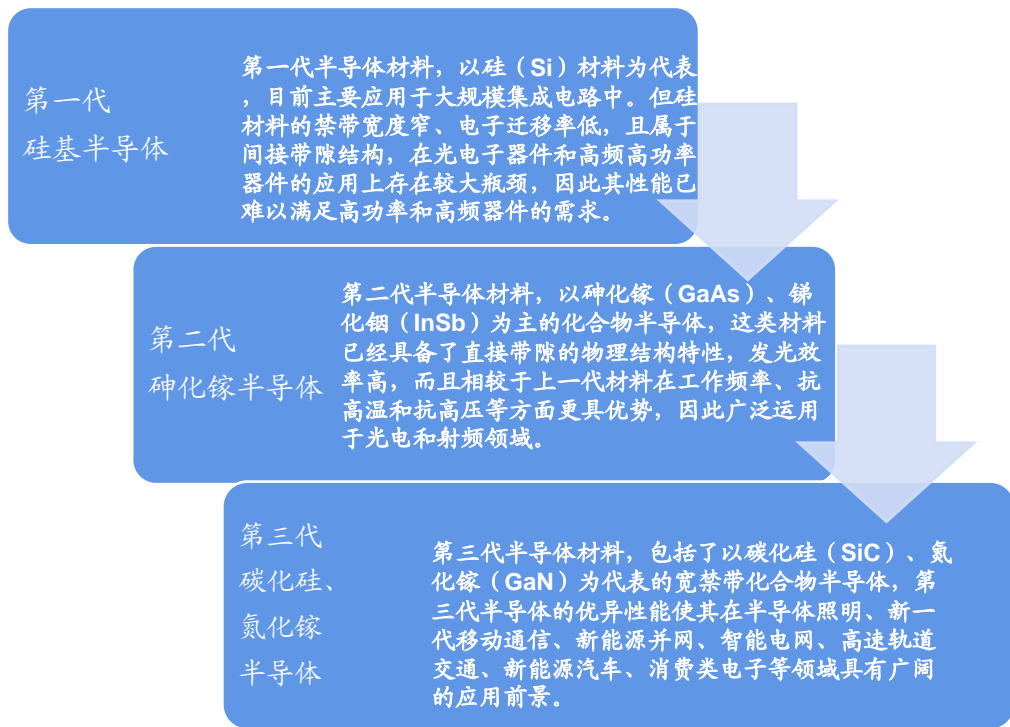
- 碳化硅是由美国人艾奇逊在**1891**年电熔金刚石实验时，在实验室偶然发现的一种碳化物，当时误认为是金刚石的混合物，故取名金刚砂，**1893**年艾奇逊研究出来了工业冶炼碳化硅的方法，也就是大家常说的艾奇逊炉，一直沿用至今。
- 自碳化硅被发现后数十年，发展进程一直较为缓慢。直到科锐（现更名为**Wolfspeed**）成立并开始碳化硅的商业化，碳化硅行业在此后**25**年开始进入快速发展阶段。

- 
- **1905**年 第一次在陨石中发现碳化硅。
 - **1907**年 第一只碳化硅晶体发光二极管诞生。
 - **1955**年 理论和技术上重大突破，**LELY**提出生长高品质碳化概念，从此将**SiC**作为重要的电子材料。
 - **1987**年 以科锐（**Wolfspeed**）的研究建立了**SiC**生产线，**SiC**衬底开始商业化
 - **1998**年 **Wolfspeed**推出**GaN-on-SiC**新产品
 - **2001**年 **2002**年 英飞凌和 **Wolfspeed**分别推出首款小型 **SiC** 肖特基二极管
 - **2011**年 **Wolfspeed**推出首款商用 **SiC** 功率 **MOSFET**

半导体材料演变情况

➤ 常见的半导体材料包括硅（Si）、锗（Ge）等元素半导体及砷化镓（GaAs）、碳化硅（SiC）、氮化镓（GaN）等化合物半导体材料。从被研究和规模化应用的时间先后顺序来看，上述半导体材料被业内通俗地划分为三代。

图：半导体演变过程



表：半导体材料特性对比

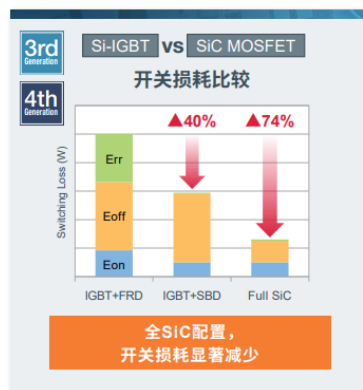
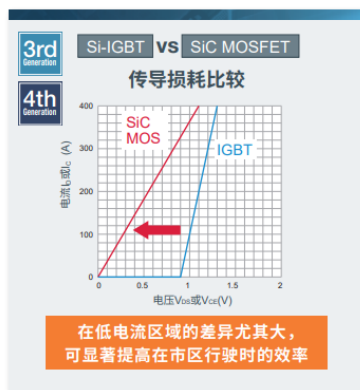
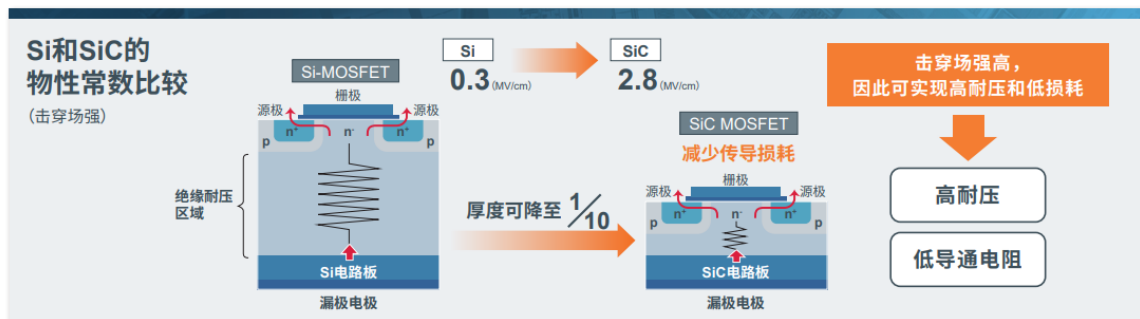
材质	Si	GaAs	GaN	SiC
禁带宽度 (eV)	1.1	1.4	3.4	3.3
电子迁移率 (cm ² /Vs)	1350	8500	1000	1000
介电常数	11.9	13.1	9	10.1
击穿场强 (Kv/cm)	0.3	0.4	3.3	2.8
电子饱和漂移速率 (10 ⁷ cm/s)	1	1	2.7	2.2
热导率 (W/cm-K)	1.5	0.5	1.3	4.9

资料来源：旺材芯片微信公众号，顶立科技，天岳先进招股书，海通证券研究所

碳化硅优势：稳定高效，适用高压高频领域

- ▶ 第三代半导体材料是指以碳化硅、氮化镓为代表的宽禁带半导体材料，具有击穿电场高、热导率高、电子饱和速率高、抗辐射能力强等优势，因此采用第三代半导体材料制备的半导体器件不仅能在更高的温度下稳定运行，适用于高电压、高频率场景，还能以较少的电能消耗，获得更高的运行能力。
- ▶ 相比于Si，SiC具有 10 倍的击穿电场强度、3 倍的禁带、2 倍的极限工作温度和超过2倍的饱和电子漂移速率。SiC 还具有 3 倍的热导率，这意味着 3 倍于Si的冷却能力。

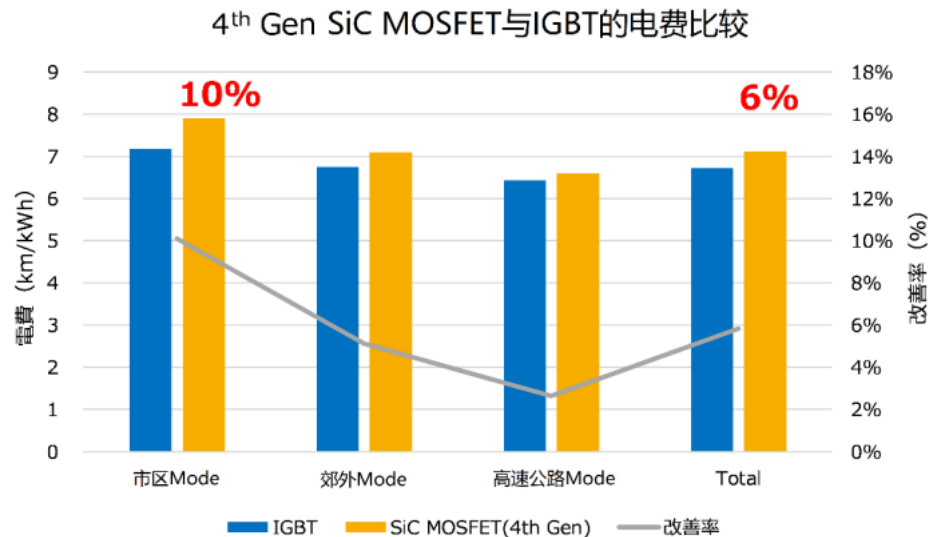
图：碳化硅有效降低损耗



碳化硅优势：节能+减重，新能源领域潜力广阔

- 罗姆通过输入WLTC（全球统一轻型车辆测试循环）行驶循环的模拟行驶试验条件，对逆变器进行了采用第四代SiC MOSFET和IGBT的行驶电费试验。结果显示，采用SiC MOSFET总电费比IGBT改善6%，市区模式改善10%。改善电力消耗也意味着，维持行车距离不变的情况下可以降低电池电容。
- 另一方面，碳化硅基逆变器通过提高能量传导效率，可以做到比硅基逆变器更小更轻。罗姆在Formula E电动方程式世界锦标赛中提供的SiC逆变器，将逆变器重量降低至9kg，相较传统逆变器减重6kg。

图：罗姆第四代SiC MOSFET节能情况



资料来源：罗姆官网，海通证券研究所

图：SiC Inverter重量明显减轻



碳化硅分类

- 碳化硅衬底主要有2大类型：半绝缘型和导电型。在半绝缘型碳化硅市场，目前主流的衬底产品规格为4英寸。在导电型碳化硅市场，目前主流的衬底产品规格为6英寸。
- 由于下游应用在射频领域，半绝缘型SiC衬底、外延材料均受到美国商务部出口管制。

表：碳化硅类型及特征

产品种类	图示	产品用途	电阻率 (Ohm-cm)	常见厚度
半绝缘型		通过在半绝缘型碳化硅衬底上生长氮化镓外延层，制得碳化硅基氮化镓外延片，可进一步制成HEMT等微波射频器件，应用于信息通讯、无线电探测等领域。	$>10^8$	500 μ m
导电型		通过在导电型碳化硅衬底上生长碳化硅外延层，制得碳化硅同质外延片，可进一步制成肖特基二极管、MOSFET、IGBT等功率器件，应用在新能源汽车，轨道交通以及大功率输电变电等领域。	0.015~0.025	350 μ m

美国商务部出口管制清单

ECCN 3C005: 包括温度为20℃时，电阻率不低于10000 Ω -cm的高电阻碳化硅等材料

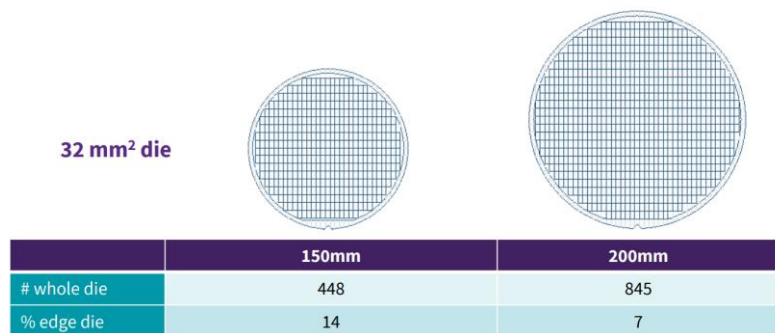
ECCN 3C006: 3C001中未指定、由3C005指定的衬底和至少一层碳化硅、GaN、氮化铝或氮化铝镓的外延层组成的材料

ECCN 3E001: 包括高电阻碳化硅及外延材料等制备技术

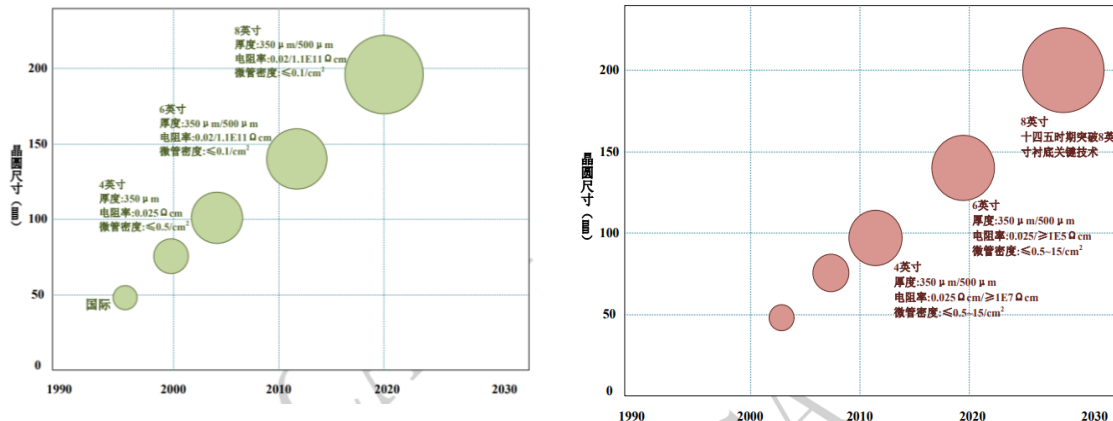
产业趋势：产能向大尺寸转移

- 目前，碳化硅产业中衬底仍以4-6英寸为主。若将尺寸由6英寸提高至8英寸，SiC的单片面积将增大77.8%，可利用面积大大提高。大直径衬底能够有效降低器件制备成本，以直径6英寸衬底为例，使用直径6英寸衬底相对直径4英寸衬底能够节省大约30%的器件制备成本。
- Wolfspeed、II-IV均在2015年制备成功8英寸SiC样片。此外，罗姆和意法半导体也分别宣布拥有8英寸衬底制作技术。
- 目前，国内的山西烁科已宣布可制备8英寸SiC衬底。2021年8月，山西烁科研制出8英寸碳化硅晶体。2022年1月，公司实现8英寸N型碳化硅抛光片小批量生产。

图：6英寸&8英寸碳化硅衬底对比



图：国内外SiC衬底尺寸演进情况

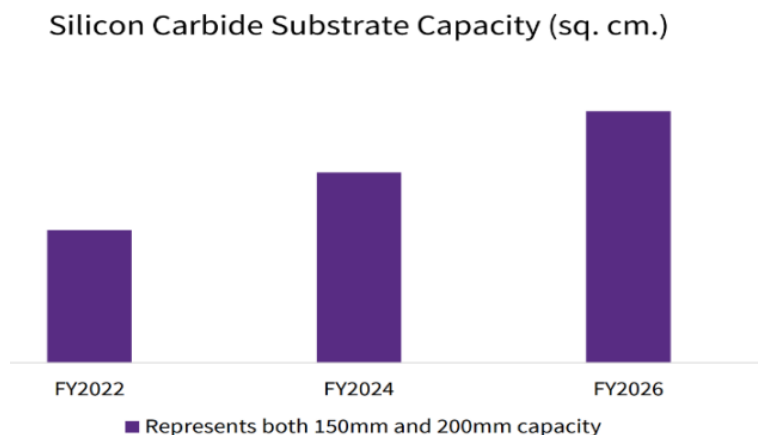


资料来源：Wolfspeed官网，CASA，海通证券研究所

产业趋势：衬底供不应求，产能持续扩张

- 据 **CASA Research** 整理，国际龙头纷纷大力完善产业布局，强化竞争优势，持续加大衬底产能的扩张。据各公司官网披露，**Wolfspeed**投资近 10 亿美元进行扩产，预计在**2017-2024**间整体产能将扩大**30**倍；**ROHM**计划在**2017年-2024**年间产能扩充**16**倍；**II-VI**计划**5**年内产能扩充**5-10**倍。

图：Wolfspeed产能释放计划



图：Rohm新工厂助力SiC器件产能升级

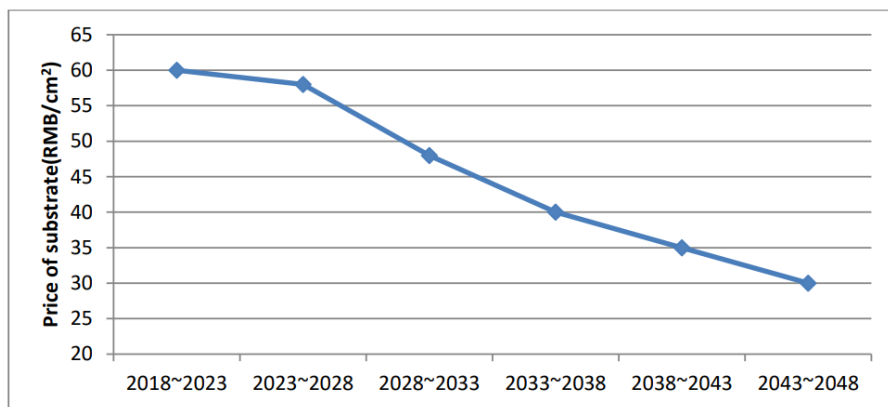


Structure: Five floors above ground; Completion: December 2020
Scheduled operation: 2022

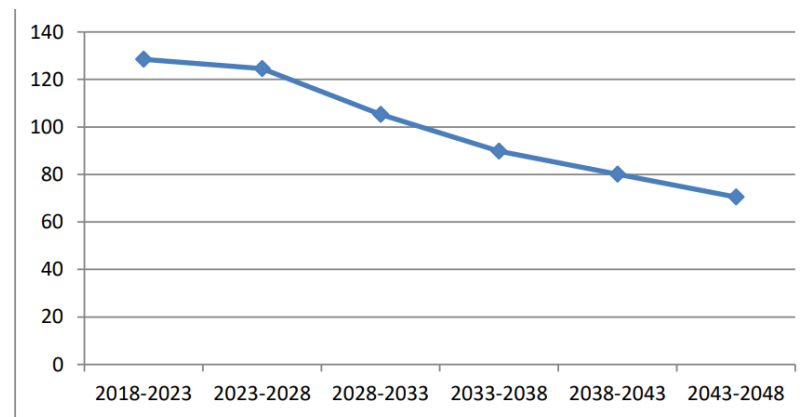
产业趋势：规模效应渐显，价格逐渐降低

- 近年来，半绝缘型及导电型衬底的单价都在逐年递减，我们预计随着全球产能扩张逐步落地，未来3年内衬底单价将会继续下降，从而有助于加速碳化硅下游渗透率整体提升。
- 据CASA预测，随着SiC上游衬底、外延价格下降，预计SiC二极管和SiC MOSFET等器件的价格每年以超过10%的速度下降，并逐步取代Si器件。

图：SiC 衬底价格 (RMB/cm²) 发展趋势



图：SiC 外延价格 (RMB/cm²) 发展趋势

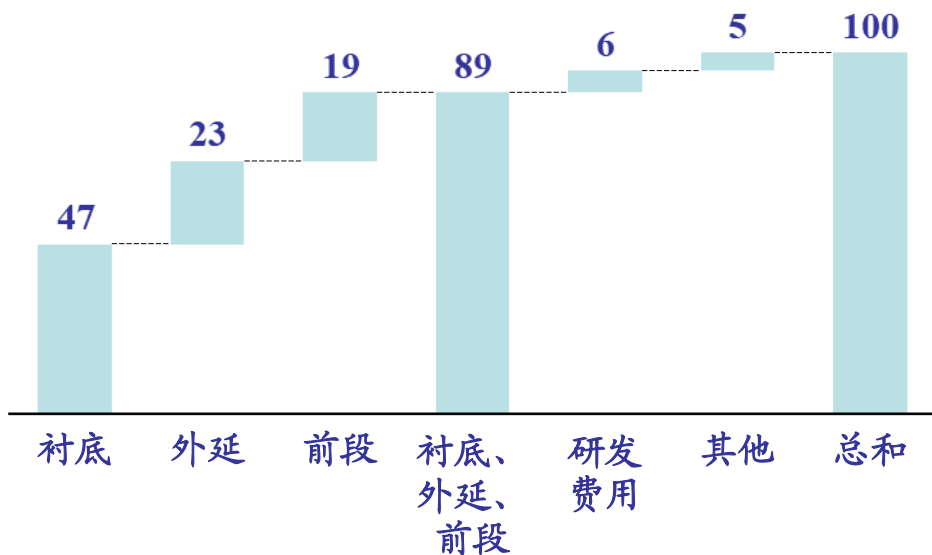


资料来源：CASA，海通证券研究所

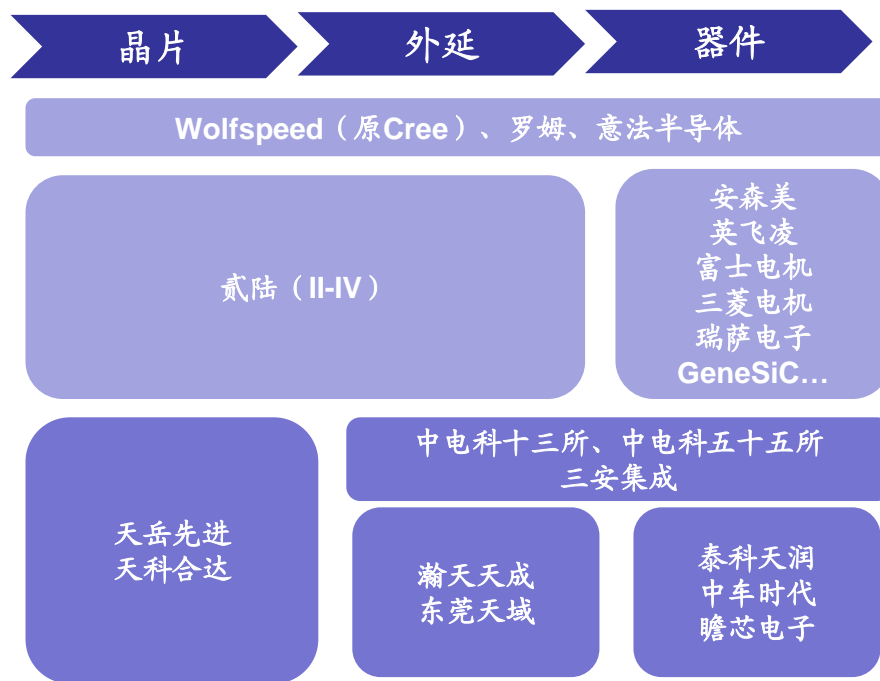
碳化硅产业链：衬底为核心，降本为关键

在碳化硅器件的成本占比当中：衬底、外延、前段分别占比47%、23%、19%。我们认为，衬底是碳化硅产业链的核心环节，衬底行业的发展也是未来碳化硅产业降本、大规模产业化的主要驱动力。

图：碳化硅器件各环节成本占比（%）



图：SiC产业链及代表企业



资料来源：中商情报网，天科合达招股书，三菱电机、富士电机、II-VI、安森美、意法半导体、英飞凌、瞻芯电子官网，海通证券研究所

1. 性能优异，先进生产力代表
2. 衬底为核心，技术瓶颈逐步突破
3. 海外占据领先地位，国内奋起直追
4. 下游需求强劲，空间+渗透率双倍增长
5. 重点公司分析
6. 投资建议

碳化硅的晶体制备方法：PVT法使用最广

- 目前碳化硅单晶的制备方法主要有：物理气相传输法（PVT）；顶部籽晶溶液生长法（TSSG）；高温化学气相沉积法（HT-CVD）。
- 其中TSSG法生长晶体尺寸较小目前仅用于实验室生长，商业化的技术路线主要是PVT和HT-CVD。与HT-CVD法相比，采用PVT法生长的SiC单晶所需要的设备简单，操作容易控制，设备价格以及运行成本低，因此PVT法为工业生产所采用的主要方法。

表：碳化硅晶体制备方法差异

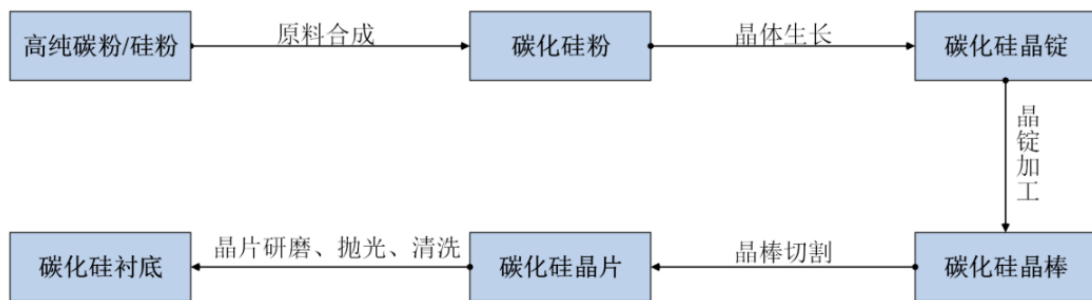
PVT	优点	设备成本低，结构简单；技术成熟，目前主流的晶体生长方法；耗材成本低。
	缺点	生长速率慢；缺陷较难控制；长晶过程中可监控生长参数少。
HTCVD	优点	缺陷少；纯度高；掺杂方便。
	缺点	设备昂贵；反应缓慢；耗材成本高；原料成本高；生长过程中进气口、排气口易堵塞，设备稳定性低；可监控生长参数少。
TSSG	优点	生长成本低；缺陷密度低；比较适合P型晶体生长。
	缺点	生长缓慢；对材料要求高；金属杂质难以控制；生长晶体尺寸小，目前主要应用在实验研究。

资料来源：半导体前沿微信公众号，海通证券研究所

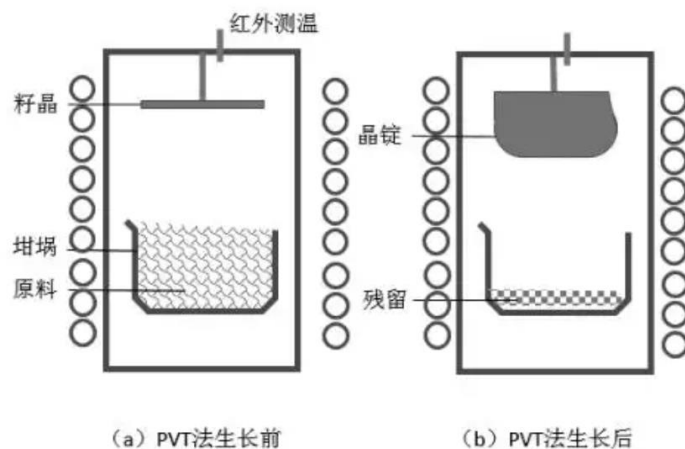
碳化硅的晶体制备方法：PVT法使用最广

➤ 目前，行业内最常见的制备方法为PVT法。PVT法是以高纯碳粉、高纯硅粉为原料合成碳化硅粉，在特殊温场下，采用成熟的物理气相传输法（PVT法）生长不同尺寸的碳化硅晶锭，经过多道工序产出碳化硅衬底，主要工序涉及原料合成、晶体生长、晶锭加工、晶棒切割、切割片研磨、研磨片抛光、抛光片清洗等环节。

图：碳化硅晶体制备步骤



图：SiC PVT单晶生长原理图



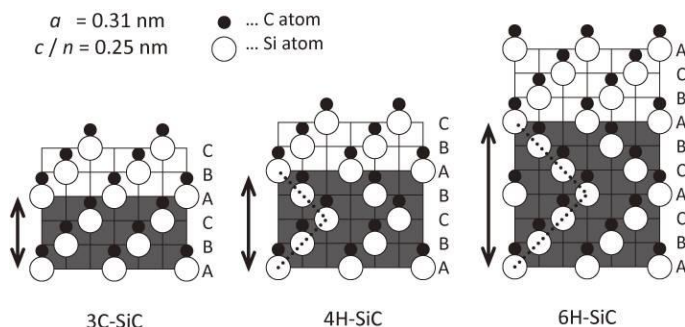
资料来源：AIOT大数据微信公众号援引CNKI、DT新材料，天岳先进招股书，海通证券研究所

碳化硅晶型：4H晶型最优

- 碳化硅的典型结构可分为两类，一类是闪锌矿结构的立方碳化硅晶型，称为 **3C-SiC** 或 β -SiC，另一类是六角型或菱形结构的大周期结构其中典型的有 **6H-SiC**、**4H-SiC**、**15R-SiC** 等，统称为 α -SiC。
- 3C-SiC** 制造器件方面具有高电阻率的优势。然而，**Si**和**SiC**晶格常数和热膨胀系数的高度不匹配会导致 **3C-SiC** 外延层中产生大量缺陷。
- 4H-SiC**在制造 **MOSFET** 方面非常有潜力，因为其晶体生长和外延层生长的工艺表现更为优异，电子迁移率方面，**4H-SiC** 高于 **3C-SiC** 和 **6H-SiC**，为 **4H-SiC MOSFET** 提供了更好的微波特性。

图：SiC晶型参数对比

图：SiC晶型差异



	3C-SiC	6H-SiC	4H-SiC
E_g (eV)	2.3	3	3.3
v_{sn} (cm/s)	2.5×10^7	2×10^7	2×10^7
μ_n (cm ² /Vs)	1000	380	947
ϵ_r	9.66	9.7	9.7
E_c (V/cm)	3×10^6	4×10^6	3×10^6
κ (W/cmK)	4.9	5	5

图：模拟SiC MESFET表现

	3C-SiC	6H-SiC	4H-SiC
Maximum saturation drain current, I_{Dsat} (mA)	65	65	104
Gate-drain breakdown voltage, V_{dgBr} (V)	140	190	200
Series source resistances, $R_s; R_d$ (Ω)	3	3	1.25
Cut-off frequency, f_T (GHz)	79	67	67
Maximum output power density, P_{out} (W/mm)	2.1	3	4.7

资料来源：Matsunami H. Fundamental research on semiconductor SiC and its applications to power electronics. Proc Jpn Acad Ser B Phys Biol Sci. 2020;96(7):235-254. doi:10.2183/pjab.96.018, Codreanu C, Avram M, Carunescu E, et al. Comparison of 3C-SiC, 6H-SiC and 4H-SiC MESFETs performances[J]. Materials Science in Semiconductor Processing, 2000, 3(1-2):137-142., 海通证券研究所

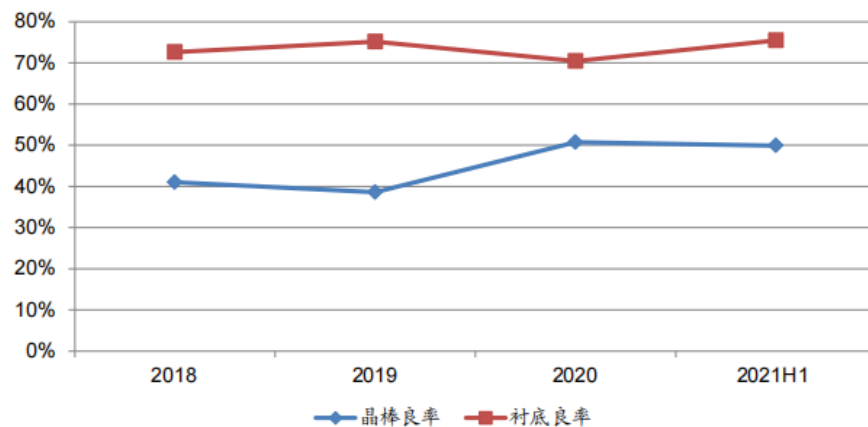
行业痛点之良率：碳化硅衬底良率普遍偏低

- 良率低主要由2个环节构成：（1）晶棒良品率=半导体级晶棒产量/（半导体级晶棒产量+非半导体级晶棒产量）×100%；（2）衬底良品率=合格衬底产量/（合格衬底产量+不合格衬底产量）×100%。碳化硅的晶型多达200多种，而想要生成所需要的单一晶型（主流为4H晶型），需要非常精确的控制。另一方面，SiC衬底作为莫氏硬度达9.2的高硬度脆性材料，加工过程中存在易开裂问题，加工完成后的衬底易存在翘曲等质量问题。英飞凌为了提高产量，就曾在2018年收购了SiC晶圆切割领域的新锐公司Sillectra。
- 据天岳先进招股书披露，2018-2020年和2021年H1公司的晶棒良率分别为41%、38.57%、50.73%和49.90%，衬底良率分别为72.61%、75.15%、70.44%和75.47%，综合良率目前大约为37.7%

图：碳化硅切割良率痛点

硬度大	莫氏硬度分布在 9.2 ~ 9.6。
化学稳定性高	几乎不与任何强酸或强碱发生反应。
加工设备不成熟	加工过程中易开裂

图：天岳先进良率

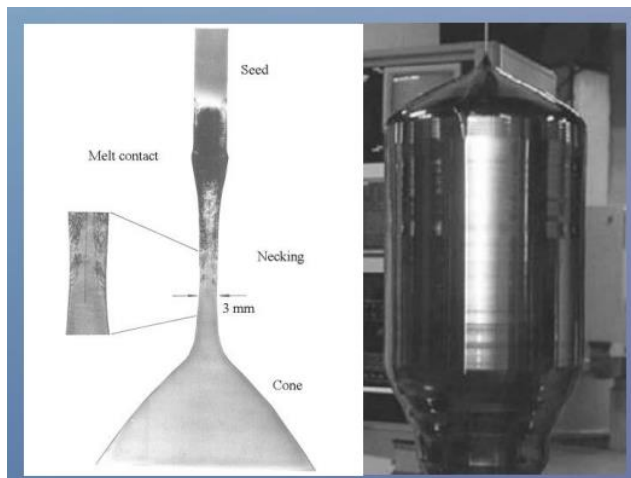


资料来源：天岳先进招股书，电子工程专辑，海通证券研究所

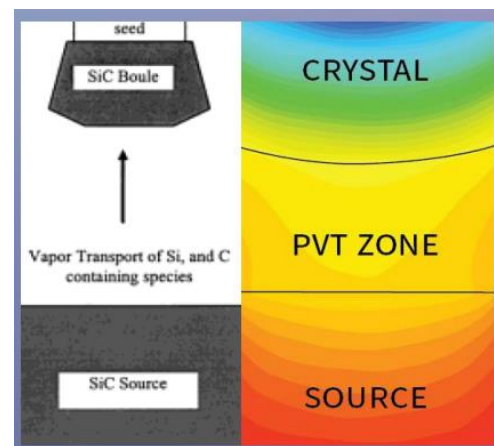
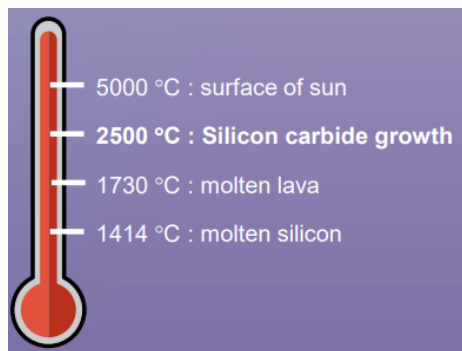
行业痛点之衬底制备：条件苛刻+速度缓慢

- 根据中国科学技术协会援引未来智库，以主流的 PVT 法为例，SiC 衬底制备面临以下困难：
- 1) 温场控制困难：以目前的主流制备方法物理气相传输法（PVT）为例，SiC 晶棒需要在 2500℃ 高温下进行生产，而硅晶只需 1500℃，因此需要特殊的单晶炉，且在生产中需要精确调控生长温度，控制难度极大。
- 2) 生产速度缓慢：SiC 晶棒厚度每小时生长速度视尺寸大小约为 0.2~1mm/小时，而硅晶棒可达每小时 1~10mm/小时；生产周期方面，SiC 晶棒约需要 7 至 10 天，长度约 2cm，而硅晶棒只需要 3~4 天即可长成，长度可达 2m。
- 3) 良品参数要求高，黑匣子良率难以及时控制：SiC 晶片的核心参数包括微管密度、位错密度、电阻率、翘曲度、表面粗糙度等，晶体生长过程中需要精确控制硅碳比、生长温度梯度、晶体生长速率以及气流气压等参数，否则容易产生多晶型夹杂，导致产出的晶体不合格；而在石墨坩埚的黑盒子中无法即时观察晶体生长状况，需要非常精确的热场控制、材料匹配及经验累积。
- 4) 晶体扩径难度大：气相传输法下，SiC 晶体生长的扩径技术难度极大，随着晶体尺寸的扩大，其生长难度工艺呈几何级增长。

图：Si 的液相生长



图：SiC 的气相生长

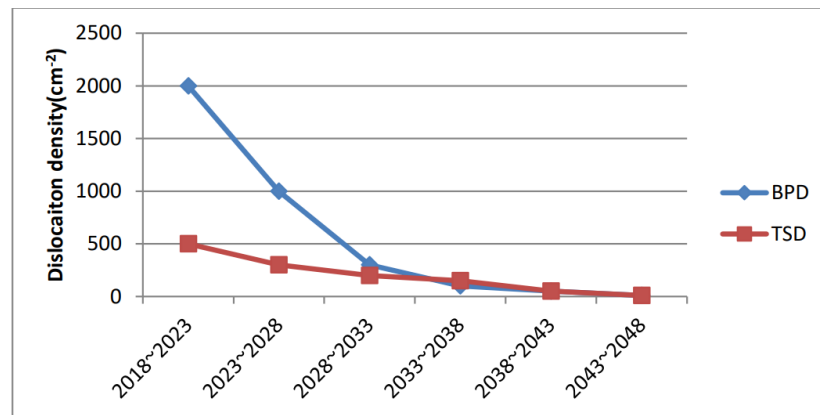


技术精进驱动缺陷密度下降，国内工艺飞速发展

表：碳化硅合格品参数定义

衬底缺陷名称	定义
微管缺陷 Micropipe (MP)	SiC中特有的一种直径达微米级的物理孔洞或中空管道，即一种Burgers矢量数倍于螺位错 (TSD) Burgers矢量的贯穿型螺位错。
碳包裹体 carbon (C) inclusion	4H-SiC衬底中存在的由碳 (C) 元素组成的固相原子团簇或小颗粒体。不同的C包裹体，其形状和大小各异。
晶型夹杂 polytype inclusion	4H-SiC 衬底中存在的其它晶型的 SiC 颗粒体或薄层，如 3C-SiC、6H-SiC、8H-SiC 和 15R-SiC 等。
六方空洞缺陷 hexagonalvoid	SiC 单晶中，具有六角形的片状空洞。
堆垛层错 stacking fault	一种二维晶面缺陷，它由于基本结构层正常的周期性重复堆垛顺序在某二层间出现了错误排列而偏离了正常的堆垛秩序所致。
螺位错 threading screw dislocation (TSD)	4H-SiC 衬底中 Burgers 矢量为 1c 的贯穿型位错。可用熔融 KOH (T>450°) 腐蚀方法来表征，其蚀坑呈现六角形形状。
基晶面位错 basal plane defec (BPD)	BPD 是 4H-SiC 衬底中位于基晶面内的一种常见一维结晶缺陷。经熔融 KOH 腐蚀后，BPD 位错蚀坑呈现壳形形貌。

图：碳化硅工艺精进驱动缺陷密度下降



表：国内6寸导电型碳化硅合格品参数与海外龙头对比

项目	科锐 (现Wolfspeed)	天岳先进	天科合达	山西烁科	同光晶体	三安光电	世纪金光
电阻率	0.015-0.028Ω·cm	0.015-0.025Ω·cm	0.015-0.024Ω·cm	0.015-0.025Ω·cm	0.015-0.028Ω·cm	0.015-0.028Ω·cm	0.015-0.025Ω·cm
直径	150 mm ± 0.25 mm	150 mm ± 0.2 mm	150 mm+0.0/-0.5 mm	150 mm ± 0.2 mm	150 mm ± 0.25 mm	150 mm ± 0.25 mm	150 mm ± 0.2 mm
厚度	350 μm ± 25μm	未披露	350 μm ± 15μm (Z级) 350 μm ± 25μm (P级)	350 μm ± 25μm	500 μm ± 25μm 350 μm ± 25μm	350 μm ± 25μm	350 μm ± 25μm
弯曲度 (绝对值)	未披露	≤25μm	≤25μm	≤25μm	≤40μm	未披露	≤15μm (Z级); ≤20μm (P级)
翘曲度	≤40μm	≤40μm	≤35μm	≤35μm	≤60μm	≤40μm	≤25μm (Z级); ≤40μm (P级)
总厚度变化	≤10μm	≤10μm	≤6μm	≤5μm	≤15μm	未披露	≤7μm (Z级); ≤10μm (P级)
多型	≤5%	0	0	0	0	0	0
微管密度	≤1/cm ²	≤0.5/cm ²	≤0.2/cm ² (Z级) ≤2/cm ² (P级)	≤1/cm ²	≤1/cm ² (Z级) ≤5/cm ² (P级)	≤1/cm ²	≤0.5/cm ² (Z级) ≤1/cm ² (P级)
表面粗糙度	未披露	Ra≤0.2nm	Ra≤0.2nm	Ra≤0.2nm	Ra≤0.3nm	Ra≤0.2nm	Ra≤0.5nm
基平面位错 BPD	未披露	未披露	未披露	≤2000/cm ²	未披露	≤5000/cm ²	≤1500/cm ²
螺位错 TSD	未披露	未披露	≤500/cm ²	≤500/cm ²	未披露	≤500/cm ²	≤12500/cm ²

资料来源：CASA，天岳先进招股书，天科合达、山西烁科、同光晶体、三安光电、世纪金光官网，海通证券研究所

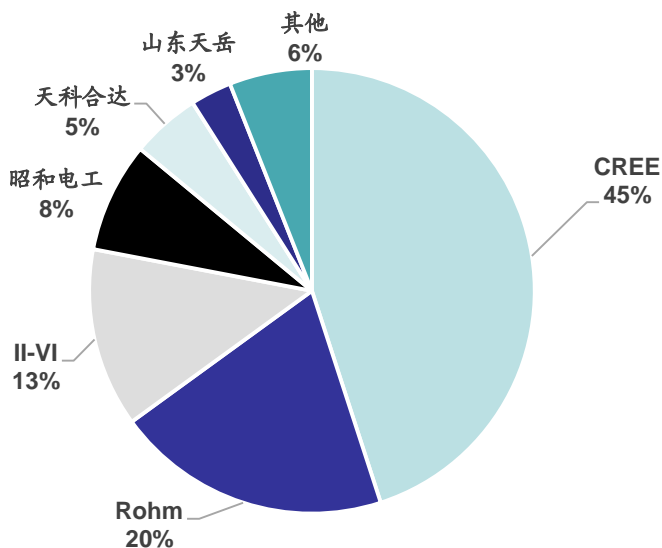
请务必阅读正文之后的信息披露和法律声明

1. 性能优异，先进生产力代表
2. 衬底为核心，技术瓶颈逐步突破
3. 海外占据领先地位，国内奋起直追
4. 下游需求强劲，空间+渗透率双倍增长
5. 重点公司分析
6. 投资建议

碳化硅市场：海外厂商为主导

- 目前碳化硅衬底市场以海外厂商为主导，国内企业市场份额较小。碳化硅衬底产品的制造涉及设备研制、原料合成、晶体生长、晶体切割、晶片加工、清洗检测等诸多环节，需要长期的工艺技术和积累，存在较高的技术及人才壁垒。
- 根据华经产业研究院援引Yole数据，2020年上半年，碳化硅衬底市场（半绝缘和导电型）**Wolfspeed**市占率达到**45%**以上，国内龙头天科合达和山东天岳的合计市场份额不到**10%**。山东天岳、烁科晶体（中电科孵化）、河北同光（中科院半导体所孵化）现有主要产品为高纯半绝缘衬底，而天科合达（中科院物理所孵化）、世纪金光主要产品为导电型衬底。

图：2020年H1碳化硅衬底市场份额占比



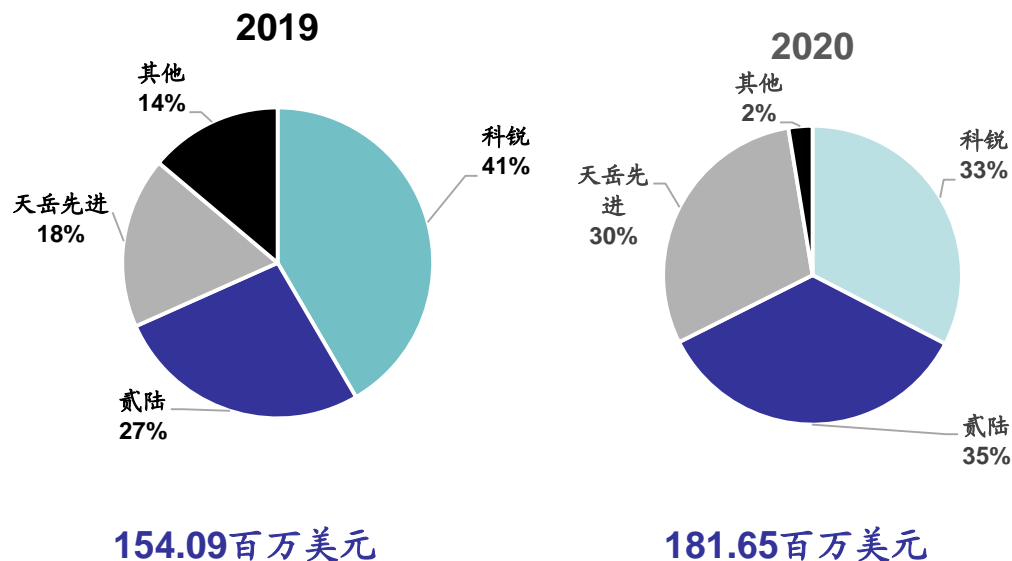
表：半导体行业集中度情况

领域	集中度	份额	公司
SiC 功率半导体	CR5	80%	Cree Wolfspeed、ROHM、Infineon、Mitsubishi 和 ST
GaN 功率半导体	CR4	90%	EPC、Transphorm、GaN system、Infineon
GaN 射频	CR3	85%	住友、Cree Wolfspeed 和 Qorvo

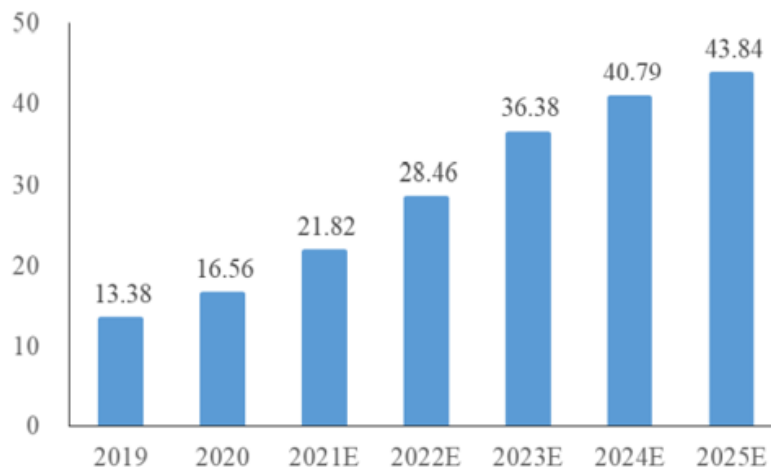
半绝缘型衬底：市场高度集中，TOP3三分天下

从衬底的下游晶圆与器件来看，大量生产厂家仍然位于日本、欧洲与美国；但国内生产厂家在衬底领域已经拥有了一定的市场份额。根据天岳先进招股书援引Yole数据，在2020年半绝缘型碳化硅衬底市场中，贰陆公司（II-IV）、科锐公司（Wolfspeed）以及天岳先进依次占据前三甲的位置，市场份额分别为35%、33%和30%，市场高度集中。

图：半绝缘型碳化硅衬底领域市场份额/市场规模变化图



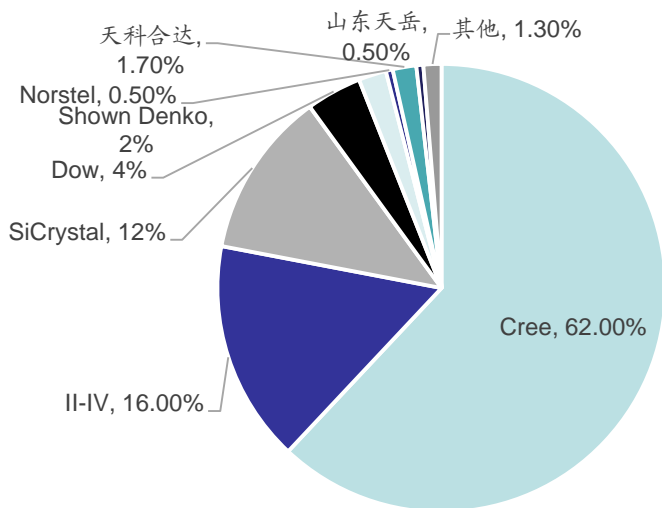
图：半绝缘型碳化硅衬底销量预测（万片）



导电型衬底：科锐（现Wolfspeed）为绝对龙头

- 导电型产品产业格局呈现美国全球独大的特点，2018年美国占有全球碳化硅晶片产量的70%以上，仅Wolfspeed就占据一半以上市场份额，剩余份额大部分被日本和欧洲的其他碳化硅企业占据。
- 导电型衬底下游的功率MOSFET市场中，意法半导体占据主要份额。

图：2018年导电型碳化硅晶片厂商市场占有率



表：SiC功率MOSFET市场份额情况

(percentage dollar revenues, millions of dollars)

		2019	2020	DIFF '20 vs. '19
1	STMicroelectronics	49.4%	49.4%	0.0%
2	Wolfspeed	20.2%	17.1%	-3.0%
3	ROHM Semiconductor	8.2%	9.6%	1.4%
4	Infineon Technologies	7.9%	9.4%	1.5%
5	Microchip	2.8%	2.3%	-0.5%
	Others	11.6%	12.2%	0.6%
	Total market size =	351.8	316.3	
	Growth rate =		-10.1%	

表：SiC分立器件和模块合计市场份额情况

(percentage dollar revenues, millions of dollars)

		2019	2020	DIFF '20 vs. '19
1	STMicroelectronics	21.7%	20.7%	-1.0%
2	Wolfspeed	22.3%	17.7%	-4.5%
3	Infineon Technologies	10.5%	12.5%	2.0%
4	ON Semiconductor	6.7%	6.8%	0.1%
5	ROHM Semiconductor	5.8%	6.4%	0.5%
6	Vincotech	5.3%	6.1%	0.8%
7	Mitsubishi (inc. Powerex)	3.8%	3.9%	0.1%
8	CRRC Times Semiconductor (inc. Dynex)	1.4%	2.1%	0.6%
9	WeEn Semiconductors	0.2%	1.1%	0.9%
10	Fuji Electric	0.9%	1.1%	0.2%
	Others	21.5%	21.6%	0.1%
	Total market size =	888.1	843.0	
	Growth rate =		-5.1%	

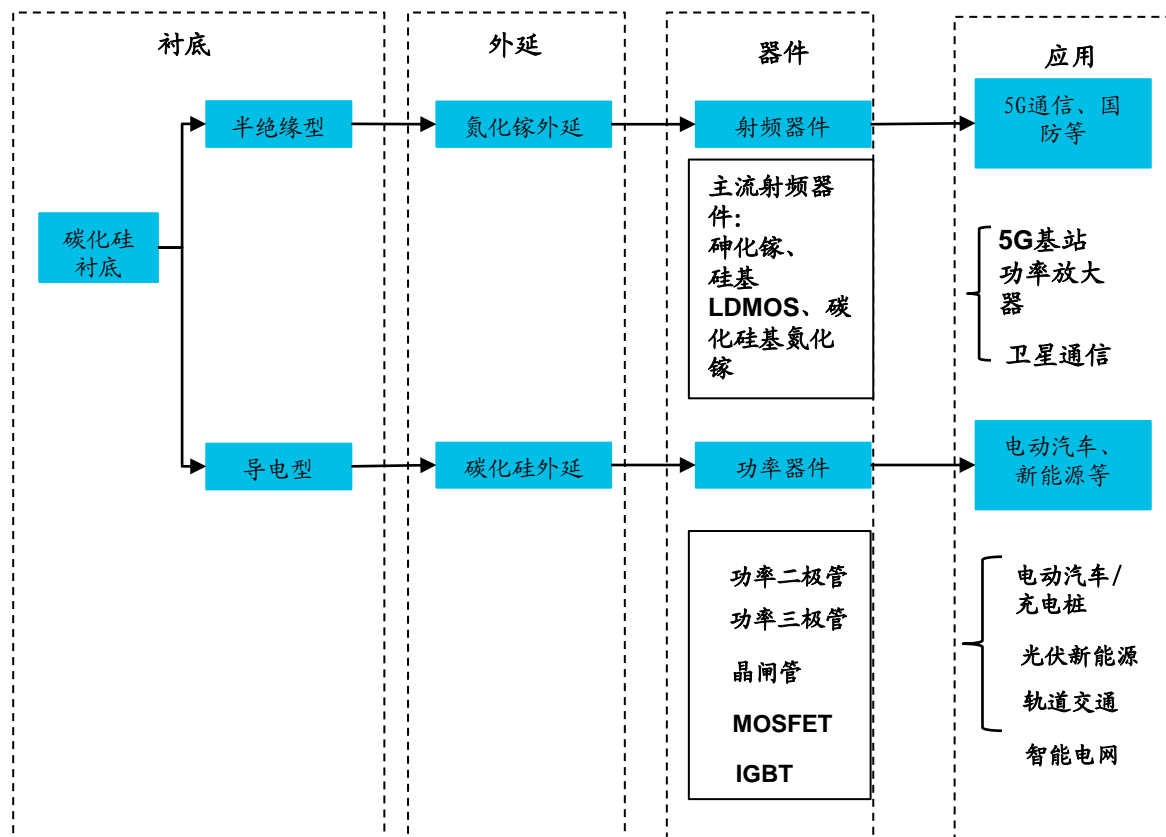
资料来源：天科合达招股书（申报稿）援引Yole, Omdia, 海通证券研究所

请务必阅读正文之后的信息披露和法律声明

1. 性能优异，先进生产力代表
2. 衬底为核心，技术瓶颈逐步突破
3. 海外占据领先地位，国内奋起直追
4. 下游需求强劲，空间+渗透率双倍增长
5. 重点公司分析
6. 投资建议

碳化硅两大产业链

- 以碳化硅材料为衬底的产业链主要包括碳化硅衬底材料的制备、外延层的生长、器件制造以及下游应用市场。在碳化硅衬底上，主要使用化学气相沉积法（CVD法）在衬底表面生成所需的薄膜材料，即形成外延片，进一步制成器件。
- 应用领域最终主要分为射频器件（5G、国防等）和功率器件（能源等）。



资料来源：天岳先进招股书，海通证券研究所

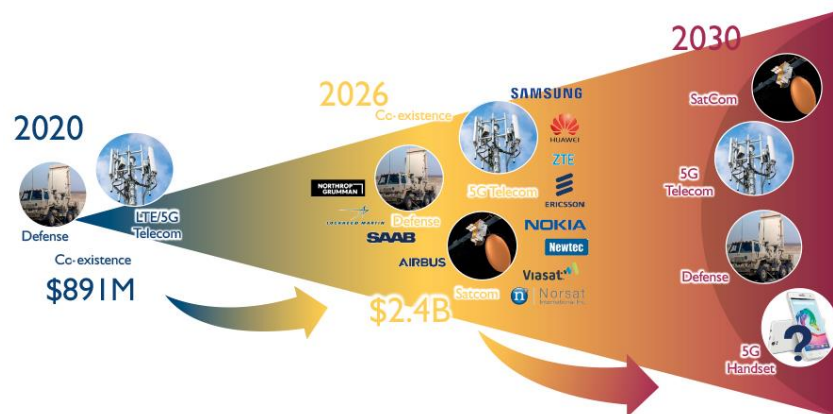
半绝缘碳化硅应用：碳化硅基氮化镓占据主导地位

在RF GaN行业，一切都始于GaN-on-SiC技术。20多年前推出的GaN-on-SiC现在是RF功率应用中LDMOS和GaAs的重要竞争对手。射频（RF）GaN的两个市场驱动因素仍然是5G电信和国防。卫星通信（SatCom）和消费类手机等新兴细分市场也代表着新的机会。据Yole预测，GaN RF市场的总价值将在2020年-2026年间从8.91亿美元增加到24亿美元以上，复合年增长率（CAGR2020-2026）为18%。

图：GaN射频市场发展预测

2020-2030 GaN RF device market evolution

(Source: GaN RF Market: Applications, Players, Technology, and Substrates 2021, Yole Développement, June 2021)



图：GaN射频器件参与者分布

Some players from different backgrounds are engaging in GaN RF

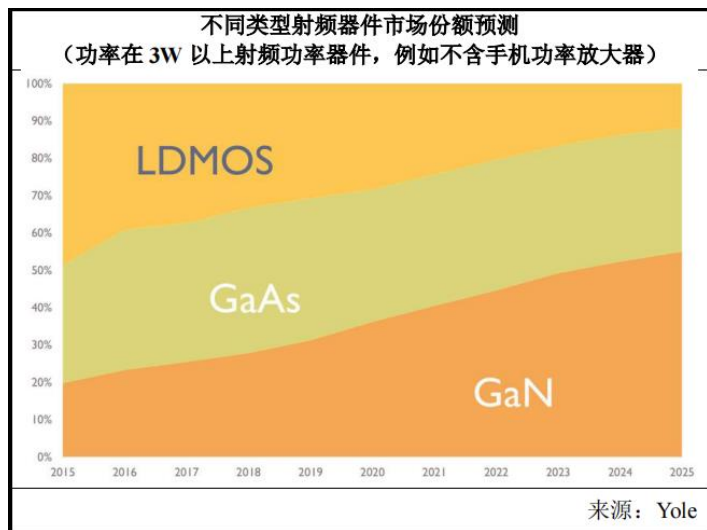
(Source: GaN RF Market: Applications, Players, Technology, and Substrates 2021, Yole Développement, June 2021)



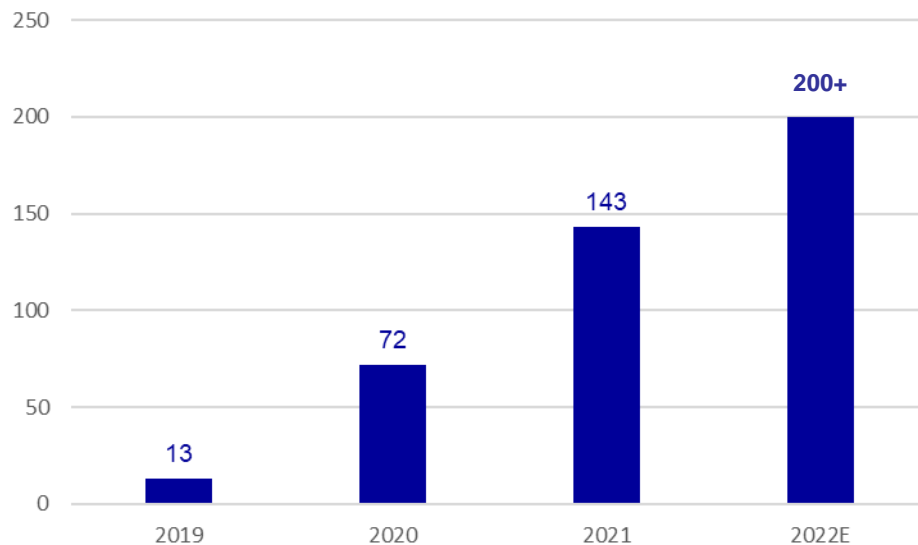
半绝缘碳化硅应用：5G引领增长，GaN器件份额逐步提升

- 我国5G建设和应用保持在全球领先水平，根据工信部数据，2022年底5G基站总数将突破200万个，而5G建设也是GaN射频器件的主要下游应用领域。
- 氮化镓射频器件正在取代LDMOS在通信宏基站、雷达及其他宽频领域的应用。根据天岳先进招股书援引Yole，至2025年，功率在3W以上的射频器件市场中，砷化镓器件市场份额基本维持不变的情况下，氮化镓射频器件有望替代大部分硅基LDMOS份额，占据射频器件市场约50%的份额。全球氮化镓射频器件市场规模将持续增长，从2019年的7.4亿美元增长至2025年的20亿美元，期间年均复合增长率达到18%。

图：射频市场份额预测



图：2019-2022年中国5G基站统计（万站）



半绝缘碳化硅应用： GaN-on-SiC 或 GaN-on-Si?

- 为了提供满足不断增长的需求所需的带宽，无线行业正在从今天的4G网络全速前进到5G。电信运营商专注于提供最佳的客户体验，同时也需要控制资本和运营支出。因此，具有优良性能和高效率的基础设施和技术极为关键。为了5G更大的带宽和更低的延迟，下一代无线基站（包括宏基站和小型基站）需要采用能够满足这些性能、效率和价值要求的技术，而氮化镓（GaN）已成为一个至关重要的组成部分。GaN解决方案中，有一个常见的讨论：对于RF应用，GaN-on-SiC 或 GaN-on-Si 哪个是更好的解决方案？
- Wolfspeed的联合创始人兼首席技术官John Palmour表示，与碳化硅相比，硅是一种相对便宜的衬底，但也有一些明显的缺点。与硅相比，SiC器件可以降低系统成本和提高性能，因此，GaN-on-SiC目前是一种整体价值更佳方案。

图： GaN-on-SiC优势

导热性

SiC上的GaN的热导率是Si上GaN的三倍，允许器件在更高的电压和更高的功率密度下运行。

匹配度

GaN和SiC晶格匹配，这降低了晶体的缺陷密度，减少了泄漏，提高了可靠性。

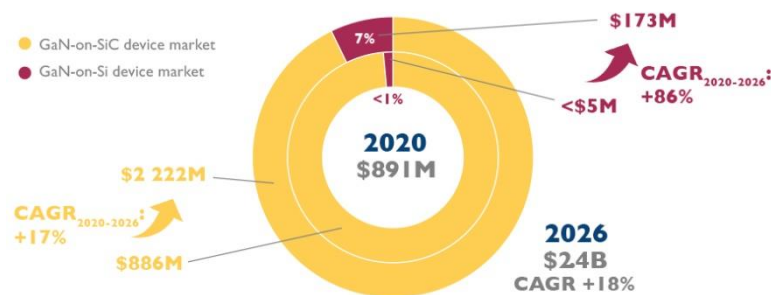
效率

Si在室温下具有高电阻率，但无线基础设施通常运行在高温下，而此时硅受高温会导致RF功率损失。

图： 2020-2026年GaN射频器件预测

2020-2026 packaged GaN RF device market forecast (\$M)
Split by technology platform

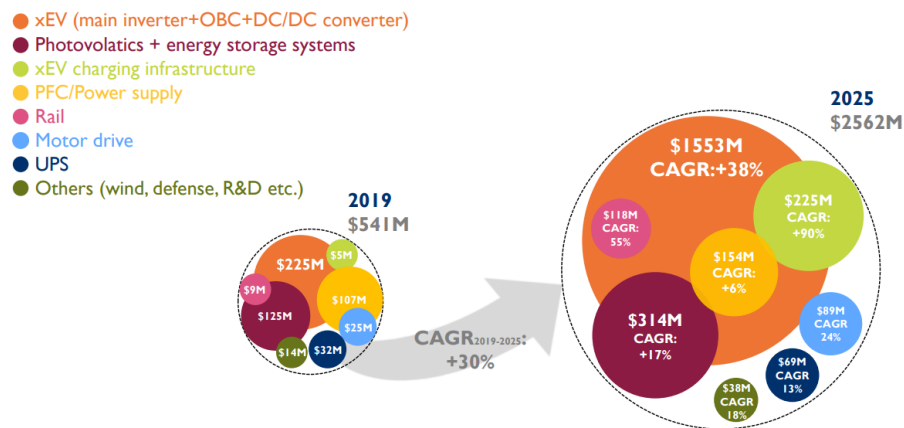
(Source: GaN RF Market: Applications, Players, Technology, and Substrates 2021, Yole Développement, June 2021)



导电型碳化硅应用：新能源驱动下游高速扩张

- 根据 Yole 预计，2019 年碳化硅功率器件的市场规模为 5.41 亿美元，预计 2025 年将增长至 25.62 亿美元，复合年增长率约 30%。我们认为，受益于在电动汽车等下游应用的增长，导电型碳化硅衬底市场未来也将快速发展。
- 从应用端看，5年内新能源汽车的快速增长将成为碳化硅产业的近期增长引擎。2025-2030年，随着充电桩设施完善、光伏技术成熟，预计将会给碳化硅产业带来第二、第三驱动力。

图：SiC功率器件市场应用端占比



图：SiC功率市场驱动力

Power SiC: long-term evolution

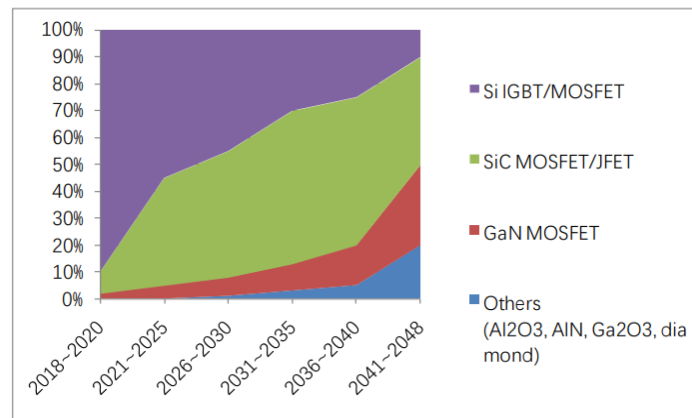
(Source: Power SiC 2019: Materials, Devices, and Applications, Yole Développement)



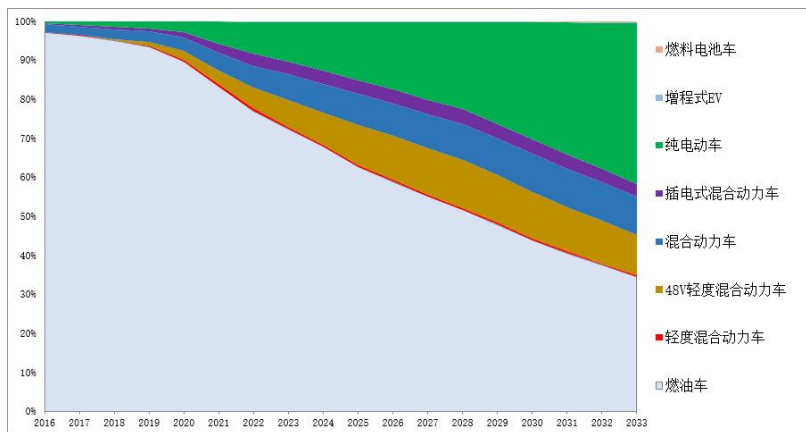
导电型碳化硅应用：新能源车销量+渗透带来双重增长

- 从应用领域来看，新能源汽车是SiC器件最大的应用市场，据Yole预测，其2025年份额将超过50%。新能源汽车行业的快速发展带动了充电桩的需求增长。
- 另一方面，我们认为，随着SiC零部件在电动车中不断替代渗透，单车SiC价值量也将逐步增加。

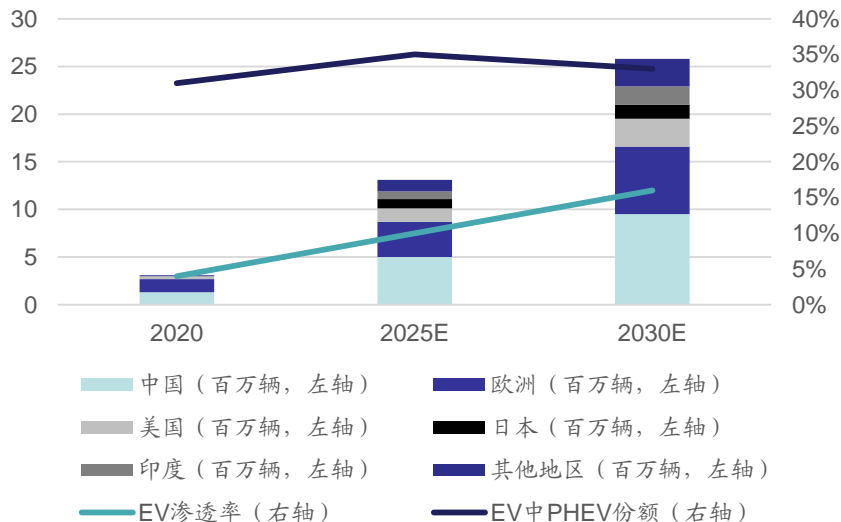
图：车用电机控制器逆变装置中器件材料份额趋势



图：各动力总成占全球乘用车销量的构成比预测 (2022.1更新数据)



图：全球新能源汽车销量及渗透率预测



资料来源：Marklines援引LMC Automotive, IEA, CASA, 海通证券研究所

导电型碳化硅应用：特斯拉引领SiC部件，800V带来新机遇

- 特斯拉在Model3率先使用意法半导体和英飞凌的SiC逆变器。
- 随着未来越来越多器件采用SiC后，平均2辆纯电动车就需要一片150mm SiC晶圆。

图：特斯拉ModelX

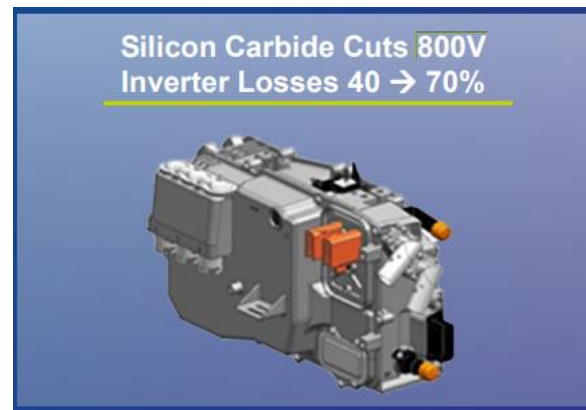


图：800V SiC器件优势明显

Increasing bus voltage from 400V to 800V:

- reduces total chip area (assumption is by 20%)
- reduces marginal energy investment by ~1 GJ
- increases ESOI by 85%

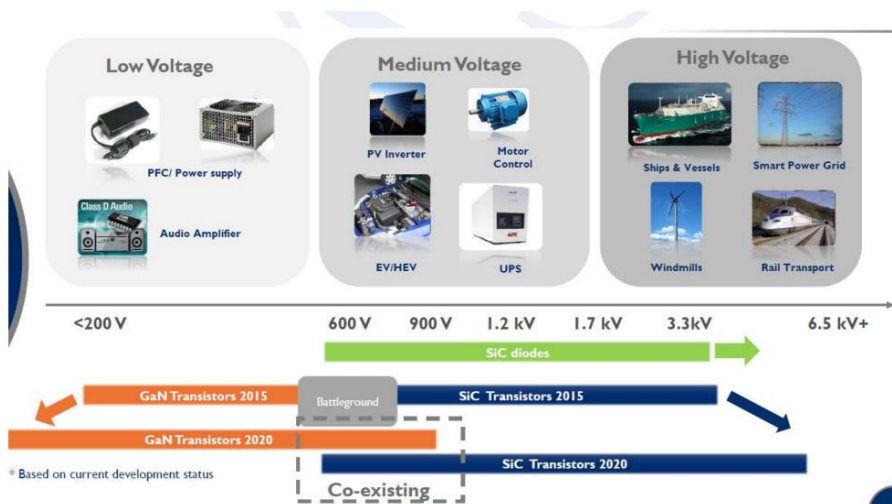
注：ESOI(Energy saved on energy invested as metric), 一种能源投资节能指标，即投资能源与节约能量之比



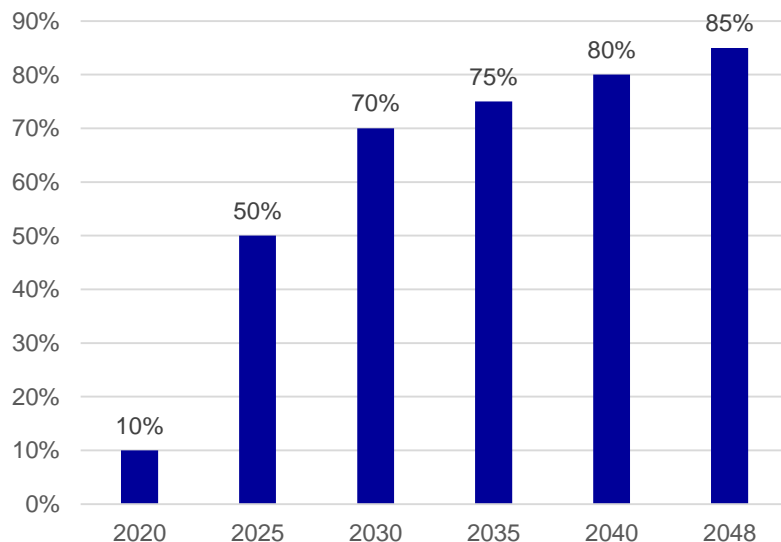
导电型碳化硅应用：充电桩、光伏未来潜力无限

- 高压领域，SiC还可以应用于电网、光伏、轨道交通等不同领域。
- 光伏逆变器中碳化硅功率器件的占比有望近年逐步提升，据CASA预测，2025年光伏逆变器中采用SiC的功率器件占比有望提升至50%。

图：肖特基器件耐压分布



图：光伏逆变器中SiC功率器件占比预测



资料来源：CASA，海通证券研究所

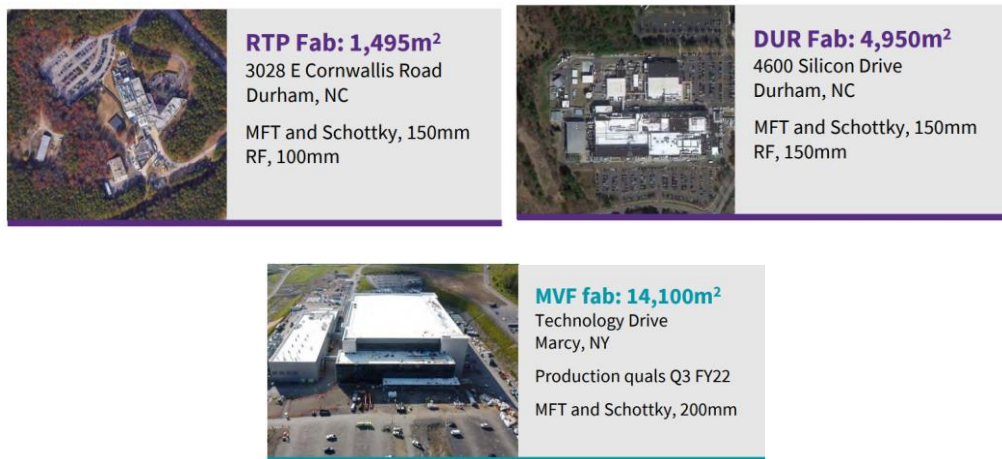
1. 性能优异，先进生产力代表
2. 衬底为核心，技术瓶颈逐步突破
3. 海外占据领先地位，国内奋起直追
4. 下游需求强劲，空间+渗透率双倍增长
5. 重点公司分析
6. 投资建议

Wolfspeed: 驱动SiC商业化, 引领技术革命

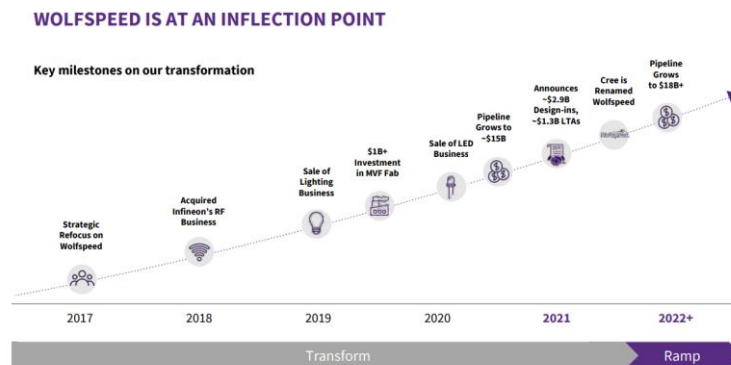


- 科锐公司（现Wolfspeed）的成立标志着SiC商业化的里程碑。目前，Wolfspeed依旧引领者SiC的技术革命和加速扩张。据Wolfspeed官网，公司计划投资高达10亿美元扩大其碳化硅和GaN的产能，预计2017-2024整体产能将扩大30倍。
- 公司近年加强与上下游产业链的联合，通过合同、联盟或其他方式提前锁定订单，与下游主要企业签订了数个长期供货协议，总金额达到13亿美元。另一方面，公司不断整合业务，2018年3月6日，公司根据与英飞凌的资产购买协议，收购了英飞凌射频功率业务（RF Power）的部分资产；2020年，公司出售LED照明业务，专注SiC电力电子和GaN射频。
- 2022年4月，全球第一家8英寸SiC衬底工厂，纽约州Mohawk Valley工厂举行剪彩仪式。
- 风险提示：新建工厂爬产不及预期。

图：现有工厂分布



图：Wolfspeed发展历程



II-IV: 产业布局完善, 研发业内领先

- 公司深耕SiC衬底20年, 2015年宣布成功制造8英寸衬底, 并计划于2024年正式批量商用。
- 2022年2月, II-IV的1200V SiC MOSFET达到汽车级别标准, 与通用电气建立合作。
- 未来, 公司预计自2022年起在10年内投资10亿用于宽禁带电子技术及相关产业。
- 风险提示: 产能扩张不及预期; 行业竞争激烈。

图: 公司不断并购完善SiC产业架构

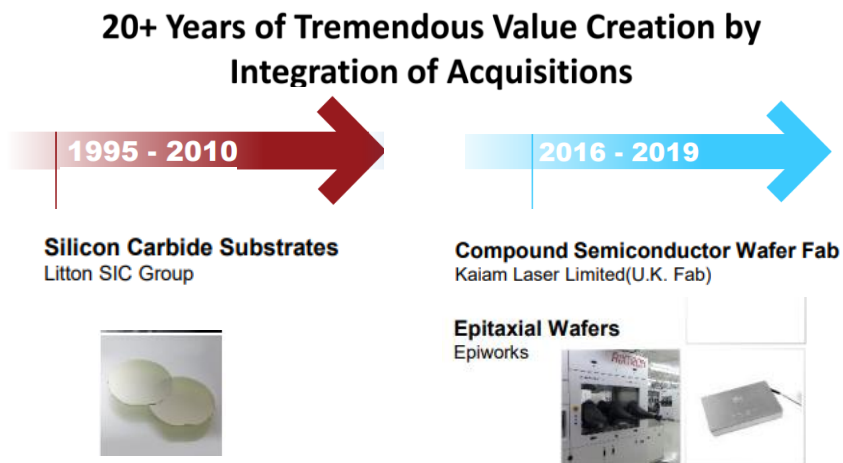
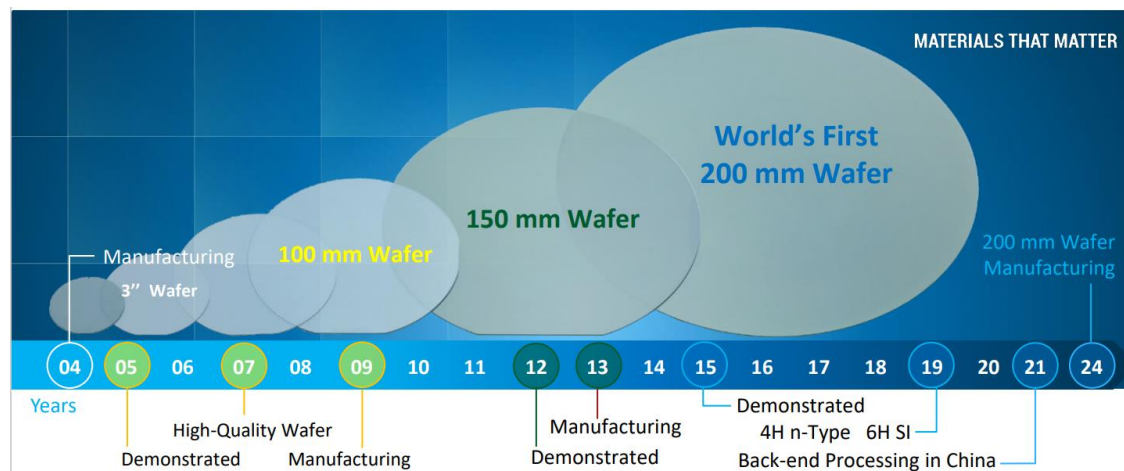


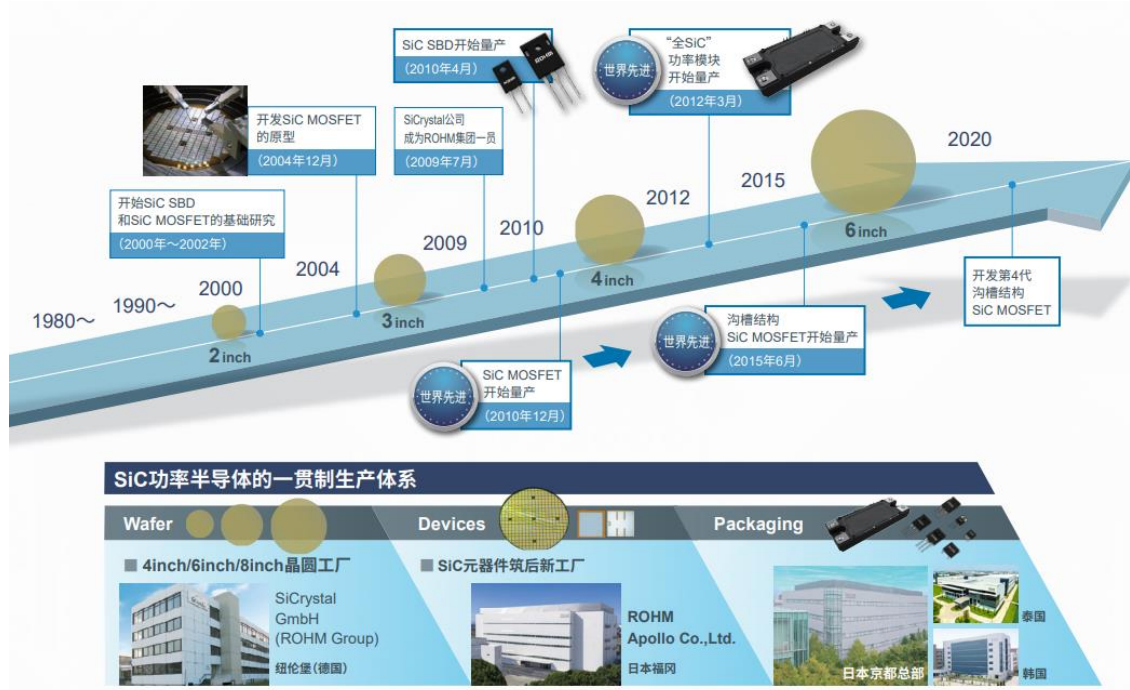
图: 20年来衬底进展业内领先



罗姆：推出第四代SiC MOSFET，加快产业渗透

- ROHM的SiC产品阵容完善，旗下的SiCrystal位于德国纽伦堡，是一家高质量SiC晶圆厂商。
- SiCrystal 计划大力发展其产能和人力，中期目标是通过每年生产数100000个基板来实现九位数的销售额。
- 风险提示：产能扩张不及预期；营收增长不及预期。

图：公司发展历史及生产体系



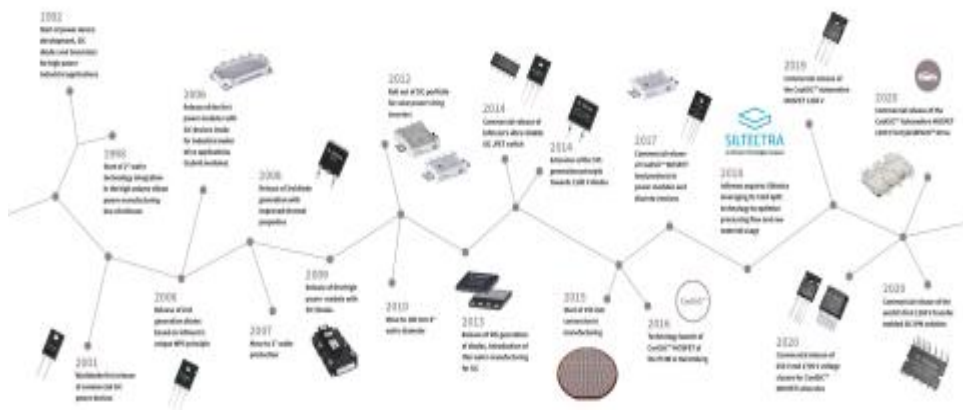
图：公司产品SiC元器件产品阵容

产品形态	产品名称	耐压	导通电阻(mΩ)	I _r	
Wafer Chip 将ROHM晶圆切片(切割)后发货。在客户处需要进行晶圆和引线键合。	Diode (SBD)	650V	-	2A to 40A	
		1,200V	-	5A to 40A	
	2nd代 MOSFET	1,200V	80mΩ to 450mΩ	-	
		1,700V	1,150mΩ	-	
	3rd代 MOSFET	650V	17mΩ to 120mΩ	-	
		1,200V	22mΩ to 160mΩ	-	
	New 4th代 MOSFET	750V	8mΩ to 45mΩ	-	
		1,200V	11mΩ to 62mΩ	-	
	分立产品(模塑封装) 除了TO-220和TO-247封装外,还提供表面贴装TO-263和TO-268等多种封装形式的产品。	Diode (SBD)	650V	-	2A to 40A
			1,200V	-	5A to 40A
2nd代 MOSFET		1,200V	80mΩ to 450mΩ	-	
		1,700V	1,150mΩ	-	
3rd代 MOSFET		650V	17mΩ to 120mΩ	-	
		1,200V	22mΩ to 160mΩ	-	
New 4th代 MOSFET		750V	13mΩ to 45mΩ	-	
		1,200V	18mΩ to 62mΩ	-	
全SiC功率模块 将SiC功率元器件内置于三种模块外壳中,可驱动高达1,200V 600A的大功率。		SiC MOSFET SiC Diode	1,200V / 1,700V	3mΩ to 34mΩ	I _r =80A to 600A
内置SiC MOSFET的AC/DC转换器IC 世界先进的内置SiC的AC/DC转换器,充分利用了SiC实现的高耐压、高效率和高耐热技术,可提高系统效率并实现系统的超小型化。	TO263-7L TO220-6M				

英飞凌：SiC功率领域商业化先驱

- 英飞凌在碳化硅 (SiC) 技术开发方面拥有超过 20 年历史，目前可提供业内最全面的电源产品组合之一，包括从超低压到高压电源设备。
- 英飞凌的1700 V、1200 V 和 650 V CoolSiC™ MOSFET产品可应用于光伏逆变器、电池充电、储能、电机驱动器、UPS和辅助电源等领域。
- 风险提示：上游供货能力不足的风险；行业竞争加剧。

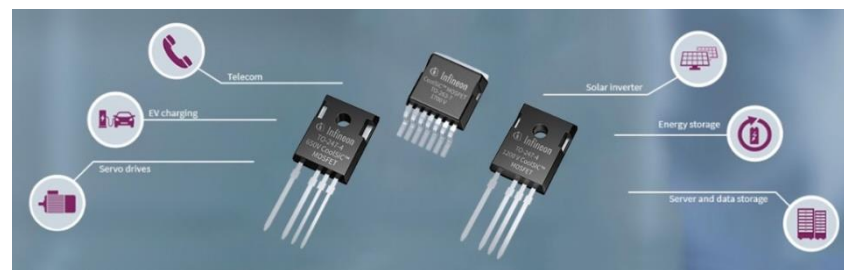
图：公司发展历史



图：公司SiC产品体系

Application	CoolSiC™ diode		CoolSiC™ hybrid ¹⁾			CoolSiC™ MOSFET		
	Discrete	Module	Discrete	Module	Discrete	IPM	Module	
600 V	✓							
650 V	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
1200 V	✓			✓	✓	✓	✓	
1700 V					✓			
...	Extensions of portfolio in preparation							

图：英飞凌CoolSiC™ MOSFETs产品



意法半导体：SiC 器件龙头，客户分布广泛



- 2017年11月，意法半导体的碳化硅功率器件开启了SiC在高端汽车中的大规模应用。同时，公司计划在2020至2022年间将SiC器件产能扩大2.5倍。
- 在2019年12月，意法半导体收购了瑞典SiC晶圆制造商Norstel，加强其内部碳化硅片供应，同时消除对外部晶圆源的依赖。公司预计将在2023年进行8英寸的商业化生产。
- 风险提示：上游供货能力不足的风险；行业竞争加剧。

图：意法半导体SiC MOSFET产品布局及SiC发展规划



扩大卡塔尼亚&新加坡晶圆生产工厂产能
发展深圳和Bouskoura的组装测试工厂



图：公司SiC产品主要客户

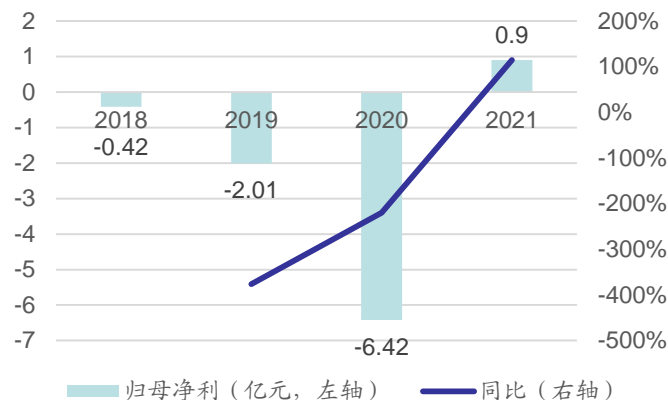


天岳先进：中国碳化硅衬底上市第一股

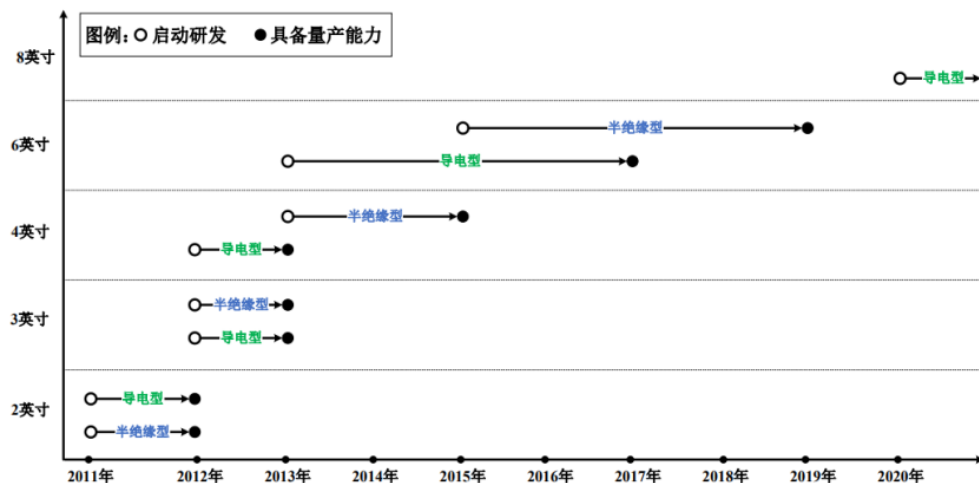


- 天岳先进成立于**2010年**，经过十余年的技术发展，公司已掌握涵盖了设备设计、热场设计、粉料合成、晶体生长、衬底加工等环节的核心技术，自主研发了不同尺寸半绝缘型及导电型碳化硅衬底制备技术。公司于**2022年1月12日**登录科创板。截至**2021年**，公司实现扭亏为盈，综合毛利率自**2019年后**逐渐趋稳。**2021**全年毛利率有所下降主要受可用来制作成莫桑石的晶棒产品降价的影响，目前市场宏观环境等因素影响饰品类消费需求有所下滑，可用来制作成莫桑石的晶棒产品的毛利下滑；此外，公司产能向大尺寸及导电型产品切换，这部分产品短期内生产规模较小导致单位成本较半绝缘产品高，对毛利产生一定影响。
- 公司临港工厂募投一期项目于**2021年**开工，预计于**2022年**三季度实现投产，**2026年**达到**30万片/年**设计产能，主要生产**6英寸**导电型碳化硅衬底。**2022年4月**，公司披露通过**16949**车规认证。
- 风险提示：募投项目进展不及预期；国内疫情影响。

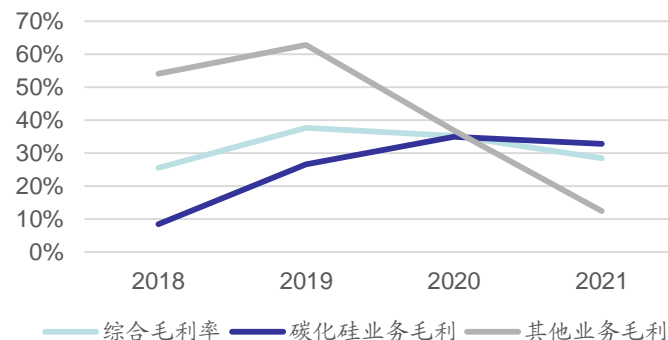
图：2018-2021公司归母净利润



图：公司半绝缘型和导电型衬底布局时间表



图：2018-2021年公司毛利率



资料来源：天岳先进招股书，Wind，海通证券研究所

请务必阅读正文之后的信息披露和法律声明

天科合达：导电型衬底为主，产能高速扩张



- 公司自 2006 年成立以来，一直专注于碳化硅晶体生长和晶片生产领域，先后研制出 2 英寸、3 英寸、4 英寸碳化硅衬底，于 2014 年在国内首次研制出 6 英寸碳化硅晶片，并已形成规模化生产能力，工艺技术水平处于国内领先地位。
- 公司已具备成熟的 6 英寸晶片制备技术并实现规模化供应，8 英寸产品仍在研发阶段。2021 年 12 月，公司披露通过 16949 车规认证。
- 风险提示：产能扩张不及预期；良率提升不及预期。

图：公司发展历史



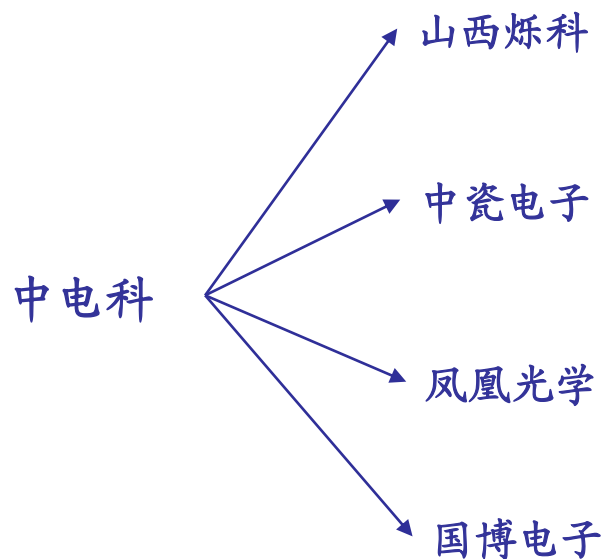
图：2017-2020Q1公司产能

产品类别	项目	2020年 1-3月	2019年度	2018年度	2017年度
碳化硅晶片	产能（片）	11,484	37,525	16,640	5,374
	产量（片）	10,998	36,879	16,255	5,264
	产能利用率	95.77%	98.28%	97.69%	97.95%
碳化硅单晶生长炉	产能（台）	75	300	75	-
	产量（台）	16	280	40	-
	产能利用率	21.33%	93.33%	53.33%	-

中电科：打造一流半导体科技企业

- 电子科技集团有限公司是中央直接管理的国有重要骨干企业，是我国军工电子主力军、网信事业国家队、国家战略科技力量。
- 近年来，中国电科促进资源整合，利用关键领域优势资源打造上市平台，完善化合物半导体产业链布局。
- 风险提示：资产整合计划不及预期；地缘政治影响。

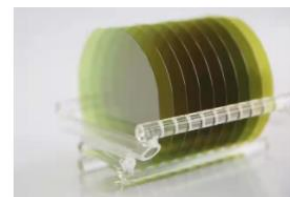
图：中电科碳化硅相关企业及资产整合情况



具备4英寸/6英寸导电型SiC晶片生产能力，8英寸已实现小批量生产。



4英寸N型导电型碳化硅晶片



6英寸N型导电型碳化硅晶片

2022年1月29日，公告拟并购电科十三所的氮化镓通信基站射频芯片业务资产及负债，博威公司 100%股权，国联万众100%股权。目标将上市公司打造成为拥有氮化镓通信基站射频芯片与器件、碳化硅功率芯片及其应用、电子陶瓷等核心业务能力的国内一流半导体领域高科技企业。

2021年11月2日，公告拟向电科材料等发行股份购买其合计持有的国盛电子 100%股权，拟向电科材料等发行股份购买其持有的普兴电子100%股权。（2022年5月28日终止重组）

公司建立了以化合物半导体为核心的技术体系和系列化产品布局，产品覆盖射频芯片、模块、组件。

产品类别	主要产品	用途或功能	主要应用领域
T/R 组件和射频模块	有源相控阵 T/R 组件	信号收发放大、移相衰减或混频处理功能	精确制导、雷达探测等领域
	射频模块	信号的功率放大及控制	移动通信基站等领域
射频芯片	射频放大类芯片	实现信号功率放大或增益放大等功能	移动通信基站、终端、无线局域网等通信系统
	射频控制类芯片	实现射频通路或信道切换、信号步进衰减等功能	移动通信基站、终端、无线局域网等通信系统

资料来源：山西烁科官网，国博电子招股书（注册稿），凤凰光学《重大资产出售及发行股份购买资产并募集配套资金暨关联交易预案（修订稿）》《关于拟终止重大资产重组事项的提示性公告》，中瓷电子《发行股份购买资产并募集配套资金暨关联交易预案》，海通证券研究所

请务必阅读正文之后的信息披露和法律声明

中瓷电子：并购大股东 GaN 资产，打造一流半导体科技企业

- ▶ 氮化镓通信基站射频芯片资产业务：氮化镓通信基站射频芯片业务资产及负债专注于氮化镓通信基站射频芯片的设计、生产和销售，主要产品为氮化镓射频芯片，频率覆盖无线通信主要频段，芯片指标达到国内领先水平，是国内少数实现批量供货主体之一。
- ▶ 博威公司主营业务为氮化镓通信基站射频芯片与器件、微波点对点通信射频芯片与器件的设计、封装、测试和销售，主要产品包括氮化镓通信基站射频芯片与器件、微波点对点通信射频芯片与器件等。
- ▶ 国联万众主要从事氮化镓射频芯片和碳化硅功率芯片的设计、测试、销售，主要产品包括氮化镓通信基站射频芯片、碳化硅功率芯片等。
- ▶ 风险提示：并购失败的风险；并购资产业务不达预期。

图：十三所氮化镓通信基站芯片业务财务情况（万元）

收入利润项目	2021年1-10月	2020年度	2019年度
营业收入	35,515.25	60,733.42	5,483.37
营业利润	11,321.35	21,013.06	-2,406.75
利润总额	11,321.35	21,013.06	-2,406.75
净利润	9,782.28	18,529.50	-1,797.68

注：上表中财务数据未经审计。

图：博威公司财务情况（万元）

收入利润项目	2021年1-10月	2020年度	2019年度
营业收入	88,254.46	86,380.30	20,260.69
营业利润	17,619.90	27,784.96	3,026.23
利润总额	17,619.62	27,781.14	3,030.35
净利润	15,615.61	24,019.76	2,745.85
归属于母公司净利润	15,615.61	24,019.76	2,745.85

图：国联万众财务情况（万元）

收入利润项目	2021年1-10月	2020年度	2019年度
营业收入	7,132.60	10,352.82	7,217.07
营业利润	-788.31	709.41	1,987.52
利润总额	-789.33	708.54	1,987.50
净利润	-656.97	669.16	1,709.42
归属于母公司净利润	-658.38	669.21	1,701.69

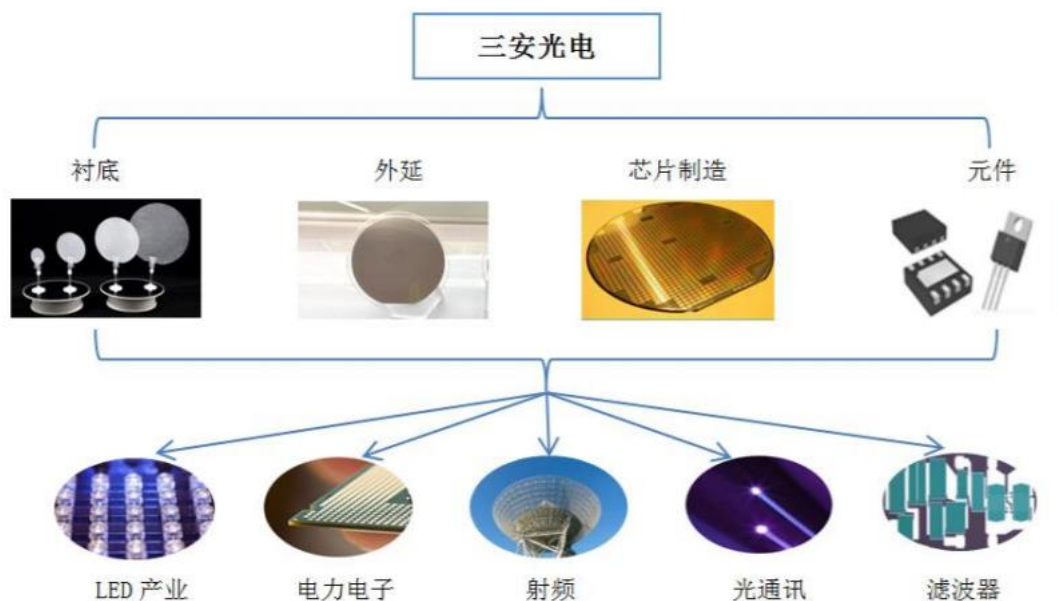
注：上表财务数据均未经审计。

资料来源：河北中瓷电子科技股份有限公司发行股份购买资产并募集配套资金暨关联交易预案，海通证券研究所

三安光电：LED领头羊，大力投入SiC衬底业务

- 公司主要从事全色系超高亮度LED外延片、芯片、III-V族化合物半导体材料、微波通讯集成电路与功率器件、光通讯元器件等的研发、生产与销售。2018年，三安光电在福建泉州南安高新技术产业园区，斥资333亿元投资III-V族化合物半导体材料、LED外延、芯片、微波集成电路、光通讯、射频滤波器、电力电子、SiC材料及器件、特种封装等产业。2022年项目建成后，三安光电将实现在半导体化合物高端领域的全产业链布局。
- 风险提示：衬底业务进展不及预期。

图：公司产品体系



图：公司SiC产业布局

- 2014年与成都亚光、厦门中航合资成立了三安集成。
- 2018年三安集成实现650V/1200V SiC Power SBD量产。
- 2020年全资子公司湖南三安以现金3.815亿元收购福建北电新材料。
- 2021.6.23 湖南三安半导体正式点亮投产。湖南三安半导体总投资达到160亿元，拥有覆盖SiC晶体生长到功率器件封测的全产业链生产的能力，点亮后湖南三安月产能达到30000片6寸SiC晶圆，预计将实现年销售收入120亿元。

1. 性能优异，先进生产力代表
2. 衬底为核心，技术瓶颈逐步突破
3. 海外占据领先地位，国内奋起直追
4. 下游需求强劲，空间+渗透率双倍增长
5. 重点公司分析
6. 投资建议

➤ 行业趋势：高速扩张，衬底掌舵

1. 衬底环节工艺缺陷直接影响器件及应用质量
2. 衬底扩径、放量和降本进度决定行业渗透进程
3. 衬底直接决定供应链稳定性，下游锁定订单+延伸产业链

➤ 半绝缘型：增幅趋缓，国产份额提升

1. 5G降速，国防军工将带来主驱动
2. 扩径成为关键竞争力：降本+份额替代

➤ 导电型：产能决定瓶颈，工艺决定上限

1. 衬底持续供不应求，产能快速扩张提供切入下游先机
2. 公司实力体现在良率+工艺参数2方面，车规级>P级>R级>D级

➤ 行业难点：行业整体空间亟待打开；国内仍与国外有一定差距

1. 价格仍处高位，产业渗透仍处早期——关注价格下降+渗透上升情况
2. 行业集中度高，国外起步早，份额高+工艺迭代快——关注国内迭代进度+放量情况

➤ 核心壁垒：晶体制备技术；产业协同效应

➤ 投资建议：关注天岳先进和中瓷电子。

- 我们认为，碳化硅行业的核心壁垒主要在于上游的晶体制备技术和产业整体协同效应两方面，因此在行业的快速发展中，优质衬底厂商和具有强大资源整合能力的企业将更加具有竞争力。
- 建议关注：天岳先进、中瓷电子。

表：重点公司盈利预测

代码	公司名称	股价	市值	EPS (元)			PE (倍)		
		(元)	(亿元)	2020	2021	2022E	2020	2021	2022E
688234.SH	天岳先进	60.05	258.04	-1.66	0.23	0.29	-36	258	205
003031.SZ	中瓷电子	80.88	120.78	0.92	0.81	1.20	88	99	67

时间更新至2022年6月2日，EPS均为Wind一致预期

资料来源：Wind，海通证券研究所

➤ 风险提示：产能扩张不及预期，行业景气度不及预期风险；技术研发风险。

分析师声明

余伟民

本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的职业态度，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，本人不保证该等信息的准确性或完整性。分析逻辑基于作者的职业理解，清晰准确地反映了作者的研究观点，结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

通信研究团队：

通信行业首席分析师 余伟民
SAC执业证书编号：S0850517090006
电 话：010-50949926
Email: ywm11574@htsec.com

联系人：夏凡
Email: xf13728@htsec.com

投资评级说明

	类别	评级	说明
1. 投资评级的比较和评级标准: 以报告发布后的 6 个月内的市场表现为比较标准, 报告发布日后 6 个月内的公司股价 (或行业指数) 的涨跌幅相对同期市场基准指数的涨跌幅; 2. 市场基准指数的比较标准: A 股市场以海通综指为基准; 香港市场以恒生指数为基准; 美国市场以标普 500 或纳斯达克综合指数为基准。	股票投资评级	优于大市	预期个股相对基准指数涨幅在 10%以上;
		中性	预期个股相对基准指数涨幅介于-10%与 10%之间;
		弱于大市	预期个股相对基准指数涨幅低于-10%及以下;
		无评级	对于个股未来 6 个月市场表现与基准指数相比无明确观点。
	行业投资评级	优于大市	预期行业整体回报高于基准指数整体水平 10%以上;
		中性	预期行业整体回报介于基准指数整体水平-10%与 10%之间;
		弱于大市	预期行业整体回报低于基准指数整体水平-10%以下。

法律声明

本报告仅供海通证券股份有限公司 (以下简称“本公司”) 的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。在任何情况下, 本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下, 本公司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。

本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断, 本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期, 本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。

市场有风险, 投资需谨慎。本报告所载的信息、材料及结论只提供特定客户作参考, 不构成投资建议, 也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况。在法律许可的情况下, 海通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, 未经海通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。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。如欲引用或转载本文内容, 务必联络海通证券研究所并获得许可, 并需注明出处为海通证券研究所, 且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。

根据中国证监会核发的经营证券业务许可, 海通证券股份有限公司的经营经营范围包括证券投资咨询业务。