

2022年 中国氮化镓行业概览

2022 China Gallium Nitride Industry Overview

2022 年中国ガリウム窒化物業界の概要

概览标签：第三代半导体、氮化镓、氮化镓器件

报告主要作者：刘冠卓

2022/09

报告提供的任何内容（包括但不限于数据、文字、图表、图像等）均系头豹研究院独有的高度机密性文件（在报告中另行标明出处者除外）。未经头豹研究院事先书面许可，任何人不得以任何方式擅自复制、再造、传播、出版、引用、改编、汇编本报告内容，若有违反上述约定的行为发生，头豹研究院保留采取法律措施，追究相关人员责任的权利。头豹研究院开展的所有商业活动均使用“头豹研究院”或“头豹”的商号、商标，头豹研究院无任何前述名称之外的其他分支机构，也未授权或聘用其他任何第三方代表头豹研究院开展商业活动。

研究目的&摘要

研究目的

本报告为氮化镓系列报告，将梳理中国氮化镓市场应用及竞争情况，对整个行业发展状况做出分析。

研究区域范围：中国地区

研究周期：2022年8月

研究对象：氮化镓行业

此研究将会回答的关键问题：

- (1) 氮化镓行业产业链中哪个环节最为关键？
- (2) 氮化镓行业未来的发展趋势？
- (3) 氮化镓行业制造商布局？各自有何竞争优势？

摘要

随着氮化镓行业应用领域的不断拓展，中国氮化镓行业市场规模不断扩大：市场规模由2017年的78.7亿元提高至2021年的303.1亿元，年复合增长率为40.1%，预计2026年将增长至1029.7亿元。

- **市场现状**：第一代半导体功率在100W左右，频率约3GHz；第二代半导体材料频率能达到100GHz，但功率却不足100W；第三代半导体材料功率可达到1,000W，频率接近100GHz，是目前最具发展前景的材料。中国氮化镓行业发展速度较快，国产化水平不断提升，多家中国本土企业已拥有了氮化镓晶圆制造水平；多起融资事件反映了资本市场对氮化镓行业的投资热情及未来前景的持续看好。
- **产业链**：氮化镓产业链上游原材料包括氮化镓衬底及氮化镓外延片，原材料成本较高，进口依赖严重；中游为氮化镓器件制造商，经营模式分为设计制造一体、设计和代工厂；下游应用领域广泛。
- **发展趋势**：氮化镓器件主要应用于新能源汽车的车载充电器、DC-DC转换器等领域，可在节能70%的同时使新能源汽车充电效率达到98%，增加5%续航，目前已有丰田、宝马等多家汽车厂商入局氮化镓领域。预计2050年全球城市生活垃圾年产量将达到34亿吨，垃圾处理成为难题，等离子体气化技术处理垃圾经济环保，氮化镓材料可帮助等离子体气化技术实现产业化。
- **竞争格局**：中国氮化镓行业集中度较为分散，各企业在氮化镓射频器件、功率器件、显示器件等领域竞相发展，竞争格局日益激烈，氮化镓产业链不断完善。中国氮化镓行业相关企业主要集中于东部及东南沿海地区，氮化镓行业属于高新技术产业，有研发投入高、技术先进特点，相关企业多布局于经济较发达省份，其中江苏省氮化镓行业发展最好。



目录

CONTENTS

◆ 名词解释	09
◆ 行业综述	11
• 定义与介绍	12
• 发展历程	13
• 行业背景	14
• 市场现状	15
• 市场规模	16
• 相关政策	17
◆ 产业链分析	19
• 上游：原材料供应商	20
• 中游：氮化镓器件制造商	22
• 下游：应用领域	23
◆ 驱动因素与发展趋势	25
• 驱动观点一：5G通信基站的发展	26
• 驱动观点二：下游消费电子充电器需求大	27
• 发展趋势观点一：拓展新能源汽车应用市场	28
• 发展趋势观点二：拓展垃圾处理应用市场	29
◆ 竞争格局	30
• 企业竞争格局概述	31
• 地区竞争格局概述	32
• 企业推荐一：三安光电	33
• 企业推荐二：英诺赛科	35
• 企业推荐三：海威华芯	37

目录

CONTENTS

- ◆ 方法论
- ◆ 法律声明

38

39



目录

CONTENTS

◆ Terms	-----	09
◆ Overview of Industry	-----	11
• Definition and Classification	-----	12
• Development History	-----	13
• Industry Background	-----	14
• Market Status	-----	15
• Market Size	-----	16
• Investment and Financing Analysis	-----	17
◆ Chain Analysis of Industry	-----	19
• Upstream: Raw Material Suppliers	-----	20
• Mid-stream: GaN Producers	-----	22
• Downstream: Application Situations	-----	23
◆ The Divers and Trends of China Industry	-----	25
• Divers 1: Development of 5G Communication Base Stations	-----	26
• Divers 2: Large Demand for Downstream Electronic Chargers	-----	27
• Trends 1: Expand the Application Market of New Energy Vehicles	-----	28
• Trends 2: Expand the Waste Treatment Application Market	-----	29

目录

CONTENTS

◆ Competition Landscape and Recommended Companies	-----	30
• Company Competition Landscape	-----	31
• District Competition Landscape	-----	32
• Company 1: Sanan Optoelectronics	-----	33
• Company 2: Innoscience	-----	35
• Company 3: HIWAFER	-----	37
◆ Methodology	-----	38
◆ Legal Statement	-----	39

图表目录

List of Figures and Tables

图表1: 氮化镓定义及结构	-----	12
图表2: 氮化镓制备工艺	-----	12
图表3: 氮化镓行业发展历程	-----	13
图表4: 半导体材料发展进程	-----	14
图表5: 半导体材料物理性能对比	-----	15
图表6: 氮化镓相关企业融资情况, 2021-2022年	-----	15
图表7: 中国氮化镓行业市场规模及预测, 2017-2026年预测	-----	16
图表8: 氮化镓行业相关政策	-----	16
图表9: 氮化镓行业产业链图谱	-----	19
图表10: 氮化镓衬底材料介绍	-----	20
图表11: 氮化镓衬底代表企业情况介绍	-----	20
图表12: 氮化镓外延片介绍	-----	21
图表13: 氮化镓外延片代表企业情况	-----	21
图表14: 氮化镓器件制造商经营模式	-----	22
图表15: 氮化镓下游应用介绍	-----	23
图表16: 半导体行业应用领域	-----	23
图表17: 氮化镓下游应用领域介绍	-----	24
图表18: 5G基站数量增长	-----	26
图表19: 5G基站通信逻辑	-----	26
图表20: 氮化镓充电器需求大	-----	27
图表21: 氮化镓拓展新能源汽车应用市场	-----	28
图表22: 全球城市生活垃圾现状	-----	29

图表目录

List of Figures and Tables

图表23: 氮化镓在垃圾处理中的应用	-----	29
图表24: 中国氮化镓行业企业竞争格局分析	-----	31
图表25: 中国氮化镓行业地区竞争格局分析	-----	32
图表26: 三安光电企业介绍、营业收入及主营业务结构	-----	33
图表27: 三安光电核心产业及竞争优势	-----	33
图表28: 英诺赛科企业介绍、融资情况、主要技术	-----	34
图表26: 英诺赛科主要产品、竞争优势	-----	34
图表27: 海威华芯企业介绍、发展历程、主要服务及竞争优势	-----	33

名词解释

- ◆ **氮化镓：**化学式为GaN，英文名称为Gallium Nitride，是氮和镓的化合物，属于第三代半导体材料，通常情况下为白色或者微黄色的固体粉末，具有稳定性高、熔点高、坚硬的特点。
- ◆ **碳化硅：**是一种无机物，化学式为SiC，是用石英砂、石油焦（或煤焦）、木屑（生产绿色碳化硅时需要加食盐）等原料通过电阻炉高温冶炼而成，属于第三代半导体。
- ◆ **砷化镓：**是一种无机化合物，化学式为GaAs，英文名称为Gallium Arsenide，为黑灰色固体，熔点1238℃。它在600℃以下能在空气中稳定存在，并且不被非氧化性的酸侵蚀。
- ◆ **禁带宽度：**固体中电子的能量是不可以连续取值的，而是一些不连续的能带，要导电就要有自由电子或者空穴存在，自由电子存在的能带称为导带（能导电），自由空穴存在的能带称为价带（亦能导电）。被束缚的电子要成为自由电子或者空穴，就必须获得足够能量从价带跃迁到导带，这个能量的最小值就是禁带宽度。
- ◆ **饱和电子漂移速率：**在电场比较低的时候，整体电子的漂移速度与电场大小成正比。当电场大到一定值，电子整体的漂移速度不会再增加，达到饱和，这个速度就叫电子饱和漂移速率。
- ◆ **击穿场强：**使电介质击穿的电压。电介质在足够强的电场作用下将失去其介电性能成为导体,称为电介质击穿,所对应的电压称为击穿电压。电介质击穿时的电场强度叫击穿场强。
- ◆ **介电常数：**介电常数是反映压电智能材料电介质在静电场作用下介电性质或极化性质的主要参数，通常用 ϵ 来表示。不同用途的压电元件对压电智能材料的介电常数要求不同。当压电智能材料的形状、尺寸一定时，介电常数 ϵ 通过测量压电智能材料的固有电容CP来确定。
- ◆ **热导率：**是指当温度垂直向下梯度为1℃/m时，单位时间内通过单位水平截面积所传递的热量。
- ◆ **射频前端：**射频前端是射频收发器和天线之间的一系列组件，主要包括功率放大器(PA)、天线开关(Switch)、滤波器(Filter)、双工器(Duplexer和Diplexer)和低噪声放大器(LNA)等，直接影响着手机的信号收发。
- ◆ **功率放大器：**用于实现发射通道的射频信号放大，目前多使用氮化镓器件。
- ◆ **数模转换器、模数转换器：**数模转换器是一种将二进制数字量形式的离散信号转换成以标准量（或参考量）为基准的模拟量的转换器，又称D/A转换器，模数转换器中一般都要用到数模转换器，模数转换器即A/D转换器，简称ADC，它是把连续的模拟信号转变为离散的数字信号的器件。
- ◆ **车载充电器：**车载充电器是指常规通过汽车电瓶（轿车12V, 卡车24V）供电的车载充电器，大量使用在各种便携式、手持式设备的锂电池充电领域。
- ◆ **DC-DC转换器：**DC/DC转换器是将一个直流电压值的电能转换为另一个直流电压值电能的转换装置，主要由功率模块、驱动模块和控制模块三个部分组成。
- ◆ **HVPE法：**在温度为850度温区内放入金属镓，呈液态后，从热壁上层注入氯化氢气体，形成氯化镓气体，后将氯化镓气体传送至衬底，在1,000度至1,100 度温度下与氨气反应，最终生成氮化镓晶体。

名词解释

- ◆ **气相传输法**：化学气相传输法就是一种固体或液体物质A在一定的温度下与一种气体B反应，形成气相产物，这个气相反应产物在体系的不同温度部分又发生逆反应，结果重新得到A。此过程好像一个升华或蒸馏过程，但是在这样一个温度下，物质A并没有经过一个它应该有的蒸汽相，所以称为化学气相传输法。
- ◆ **助溶剂法/熔盐法**：利用Ga和N的直接反应，波兰科学家开发了高压溶液法(HPNS)生长GaN晶体，通过增加温度(1600 ~ 2000K)和压力(15 ~ 20kbar)提高N在Ga熔中的溶解度，实现了小尺寸氮化镓晶体的生长和在HVPE籽晶上的外延生长。
- ◆ **氨热法**：氨热法是一种在高温高压（400~750℃，1000~6000个大气压）从过饱和临界氨中培养晶体的方法，这种方法与水热法生长水晶的技术类似：晶体的培养是在高压釜中进行的。
- ◆ **金属氧化物半导场效晶体（MOSFET）**：是一种可以广泛使用在模拟电路与数字电路的场效应管。
- ◆ **GHz**：千兆赫兹，简称为“GHz”，是交流电或电磁波频率的一个单位，等于十亿赫兹（1,000,000,000 Hz）。
- ◆ **W**：瓦特，英文Watt的缩写，是一种表示功率的单位，常用来指发电机组在额定情况下单位时间内能发出来的电量。
- ◆ **CASA**：2015年在国家科技部、工信部、北京市科委的支持下，由第三代半导体相关的科研机构、大专院校、龙头企业自愿发起筹建的第三代半导体产业技术创新战略联盟。
- ◆ **IDM模式**：集氮化镓器件的设计、制造、封装和测试等多个产业链环节于一身，设计、制造各环节协同优化，有助于充分发掘技术潜力；能有条件率先实验并推行新技术。
- ◆ **Fabless模式**：只负责氮化镓器件的电路设计与销售，将生产、测试、封装等环节外包，资产较轻，初始投资规模小，创业难度相对较小；企业运行费用较低，转型相对灵活。
- ◆ **Foundry模式**：只负责制造、封装或测试的其中一个环节，不负责设计，可以同时为多家设计公司提供服务，无需承担由于市场调研不准、产品设计缺陷等因素带来的决策风险。
- ◆ **二噁英**：是一种无色无味、毒性严重的脂溶性物质，常以微小的颗粒存在于大气、土壤和水中，主要的污染源是化工冶金工业、垃圾焚烧、造纸以及生产杀虫剂等产业。
- ◆ **碳化硅基氮化镓HEMT**：氮化镓HEMT是在能够形成二维电子气（2DEG）的异质结上用类似于MESFET的工艺制成的一种场效应晶体管,因此也称为异质结场效应晶体管（HFET）。
- ◆ **洁净度**：空气环境中空气所含尘埃量多少的程度，在一般的情况下，是指单位体积的空气中所含大于等于某一粒径粒子的数量。含尘量高则洁净度低，含尘量低则洁净度高。

第一部分：行业综述

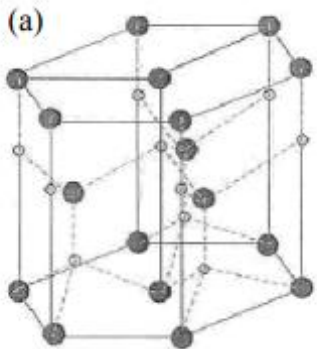
主要观点：

- 氮化镓化学式为GaN，是氮和镓的化合物，属于第三代半导体材料，晶体结构通常为纤锌矿结构，制备工艺中应用最为广泛的是HVPE工艺。
- 氮化镓行业早期在实验室范围内研究，应用领域尚未明确；1998年后，研发进程从实验室向美国、日本高新技术企业转变，应用领域得到拓展；2013年后，中国企业实现了氮化镓产业链的全覆盖。
- 第一代半导体功率在100W左右，频率约3GHz；第二代半导体材料频率能达到100GHz，但功率却不足100W；第三代半导体材料功率可达到1,000W，频率接近100GHz，是目前最具发展前景的材料。
- 中国氮化镓行业发展速度较快，国产化水平不断提升，多家中国本土企业已拥有了氮化镓晶圆制造水平；多起融资事件反映了资本市场对氮化镓行业的投资热情及未来前景的持续看好。
- 随着氮化镓行业应用领域的不断拓展，中国氮化镓行业市场规模不断扩大：市场规模由2017年的78.7亿元提高至2021年的303.1亿元，年复合增长率为40.1%，预计2026年将增长至1029.7亿元。
- “十四五”期间，国家要求推动碳化硅、氮化镓等宽禁带半导体发展，并提出实现650V电压等级国产氮化镓材料和功率器件的规模化生产；申请发明专利≥10件，指定国家或行业标准≥2项的具体要求。

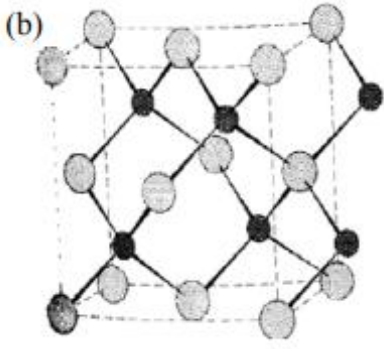
氮化镓行业综述——定义与介绍

氮化镓化学式为GaN，是氮和镓的化合物，属于第三代半导体材料，晶体结构通常为纤锌矿结构，制备工艺中应用最为广泛的是HVPE工艺

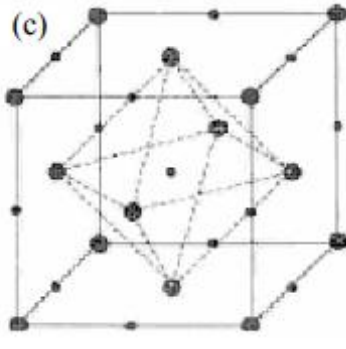
氮化镓定义及结构



纤锌矿结构



闪锌矿结构



岩盐矿结构

- ❑ 氮化镓化学式为GaN，英文名称为Gallium Nitride，是氮和镓的化合物，属于第三代半导体材料，通常情况下为白色或者微黄色的固体粉末，具有稳定性高、熔点高、坚硬的特点。
- ❑ 氮化镓有三种晶体结构，分别为纤锌矿、闪锌矿和岩盐矿，其中六方纤锌矿结构是稳态结构，存在形式最为广泛，立方闪锌矿是亚稳态结构，立方岩盐矿结构只有在极端高压情况下才会出现。纤锌矿结构的氮化镓是六角晶胞结构，即每个晶胞中含有6个氮（N）原子和6个镓（Ga）原子。晶格常数有a和c两个， $a=0.3189\text{nm}$ ， $c=0.5185\text{nm}$ 。纤锌矿结构的氮化镓存在两套米牌子晶格，分别仅包含Ga原子或仅包含N原子，这些原子沿c轴相互错开 $5/8c$ （c为晶格常数）。

氮化镓晶圆制备工艺

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、经济效应高	氮化镓晶体质量差； 技术不够完备
熔体法	HNPS法	单晶质量高	需要高温高压环境； 对设备要求苛刻，温度、 压力控制非常复杂
	助溶剂法/熔盐法	压力要求较低	成核密度大，难以生长 出大块单晶
	氨热法	生长温度低	生长速率慢，难以得到 高纯度材料

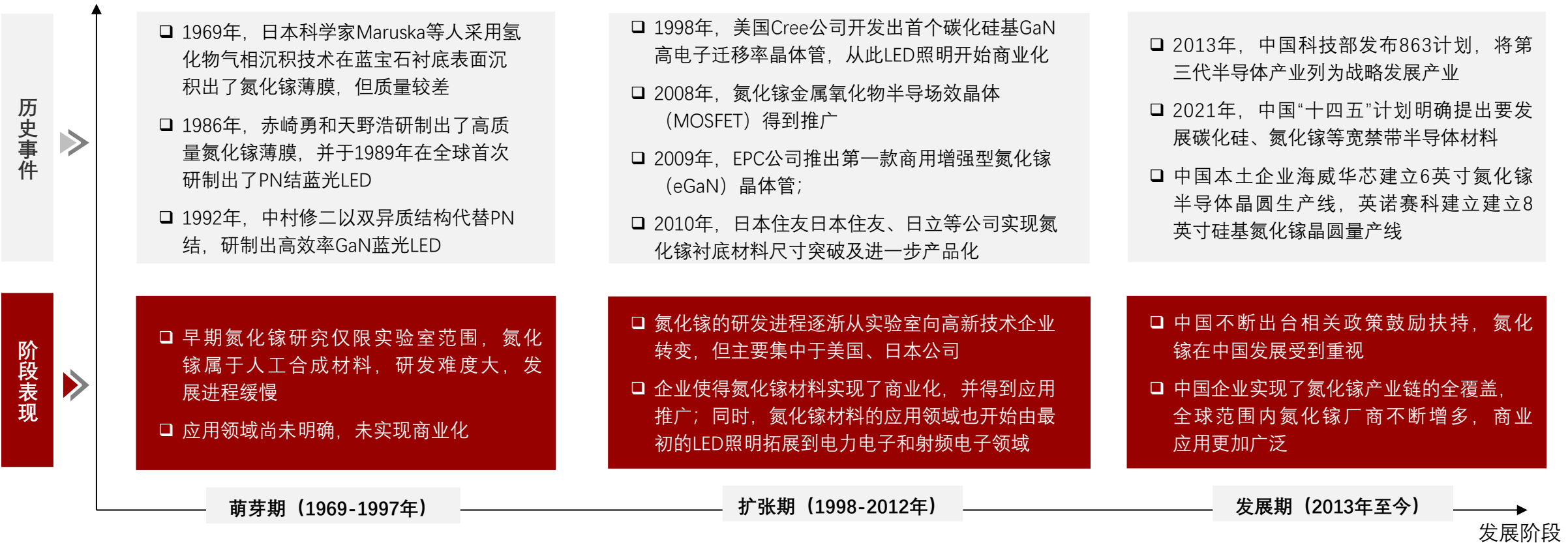
- ❑ 目前氮化镓晶圆的制备工艺中，应用最广泛的是HVPE工艺，具有操作简单，生长速度快的优点。HVPE法是指在温度为850度温区内放入金属镓，呈液态后，从热壁上层注入氯化氢气体，形成氯化镓气体，后将氯化镓气体传送至衬底，在1,000度至1,100 度温度下与氨气反应，最终生成氮化镓晶体。

氮化镓行业综述——发展历程

氮化镓行业早期在实验室范围内研究，应用领域尚未明确；1998年后，研发进程从实验室向美国、日本高新技术企业转变，应用领域得到拓展；2013年后，中国企业实现了氮化镓产业链的全覆盖

氮化镓行业发展历程

1969年，日本科学家沉积出氮化镓薄膜。1969年至1997年是氮化镓材料的萌芽期，该阶段氮化镓研究仅限实验室范围，研发难度大，发展进程较为缓慢，且氮化镓尚未实现商业化。1998年至2012年，氮化镓的研发进程逐渐从实验室向高新技术企业转变，但主要集中于美国、日本公司，同时氮化镓材料实现了商业化，应用领域由LED照明拓展到电力电子和射频电子领域。2013年之后，全球范围内氮化镓厂商不断增多，中国企业也实现了氮化镓产业链的全覆盖。



来源：头豹研究院

氮化镓行业综述——行业背景

第一代半导体功率在100W左右，频率约3GHz；第二代半导体材料频率能达到100GHz，但功率却不足100W；第三代半导体材料功率可达到1,000W，频率接近100GHz，是目前最具发展前景的材料

半导体材料发展进程

半导体材料	第一代半导体（渗透率近95%）	第二代半导体（渗透率1%）	第三代半导体（渗透率近5%）
代表材料	硅（Si）、锗（Ge）	砷化镓（GaAs）、磷化铟（InP）	氮化镓（GaN）、碳化硅（SiC）
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，电子迁移率更高，但砷化镓材料具有毒性，对环境危害较大	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	❑ 产业链成熟，成本较低 ❑ 主要应用于低压、低频、中低功率的晶体管和探测器中，是目前半导体器件和集成电路的主要制造材料	❑ 高频性能较好，广泛应用于卫星通信、移动通信和GPS导航等领域 ❑ 资源较为稀缺，使用成本较高，且材料具有毒性，不够环保	❑ 性能优异，可满足电力电子技术对高温、高功率、高压、高频等多种恶劣工作条件的要求 ❑ 目前多个领域开始逐步使用第三代半导体材料，发展前景广阔

第一代半导体功率在100W左右，频率约3GHz，多应用于低压、低频、低功率的功率器件和集成电路中。

❑ 20世纪50年代，以硅、锗为代表的第一代半导体材料制成的二极管和晶体管取代了传统的电子管，使得集成电路产业及微电子产业迅速发展。硅基半导体是目前应用最为广泛的半导体材料，使用率在95%左右。功率在100W左右，频率约3GHz，多应用于低压、低频、低功率的功率器件和集成电路中。

第二代半导体材料频率能达到100GHz，但功率却不足100W，多应用于发光二极管等领域。

❑ 20世纪90年代开始，硅材料的物理性能瓶颈开始凸显，以砷化镓、磷化铟为代表的第二代化合物半导体材料开始发展。与硅材料相比，砷化镓材料电子迁移速率更高，频率能达到100GHz，但功率却不足100W，多应用于发光二极管和通信器件领域。

第三代半导体材料功率可达到1,000W，频率接近100GHz，是目前最具发展前景的材料。

❑ 近年来，以碳化硅、氮化镓为代表的第三代半导体材料兴起，其最大特点为禁带宽度大。同时，在介电常数、导热性等多个指标中表现优异，功率可达到1,000W，频率接近100GHz。第三代半导体材料是最具发展前景的半导体材料，但目前渗透率较低，碳化硅渗透率3.75%，氮化镓渗透率1%。

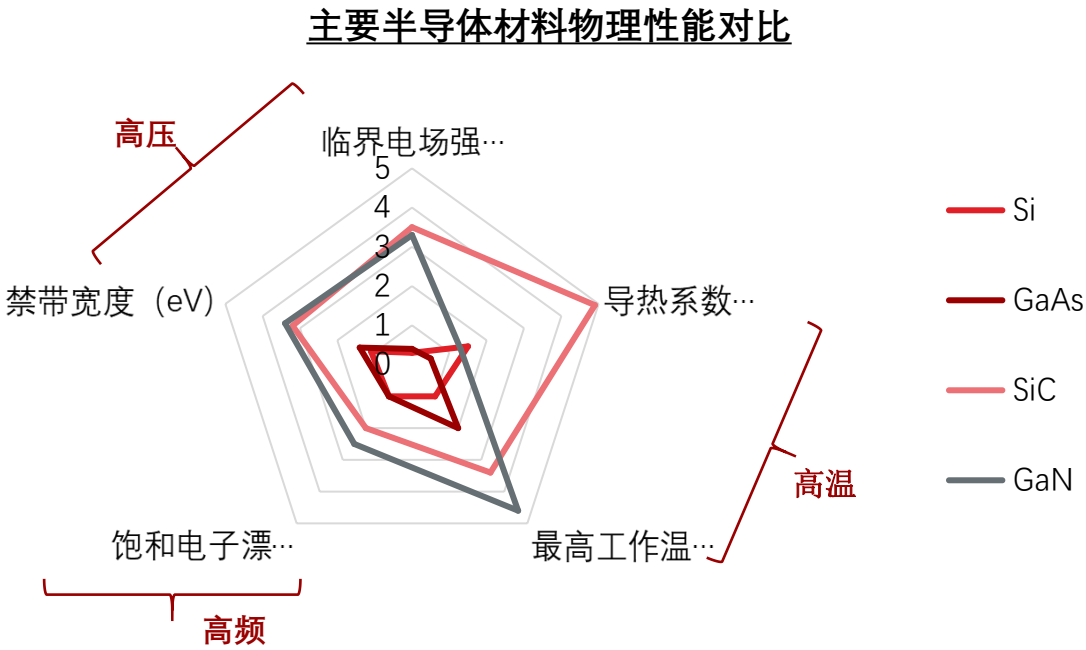
氮化镓行业综述——性能介绍

氮化镓材料临界电场强度、禁带宽度、饱和电子漂移速率、最高工作温度等指标表现优异，具有耐高温、耐高压、高功率的特点

半导体材料物理性能对比

	硅 (Si)	砷化镓 (GaAs)	磷化铟 (InP)	碳化硅 (SiC)	氮化镓 (GaN)
禁带宽度 (eV)	1.1	1.4	1.3	3.2	3.4
饱和电子漂移速率 (cm/s)	1.0*10^7	1.0*10^7	2.0*10^7	2.2*10^7	2.7*10^7
介电常数	11.9	13.1	10.8	10.1	9
击穿场强 (MV/cm)	0.3	0.4	0.5	3.5	3.3
热导率 [W/(cm·K)]	1.5	0.5	0.7	4.9	1.3
最高工作温度 (°C)	175	350	未确定	600	800

❑ 禁带宽度、饱和电子漂移速率等性能是衡量半导体材料性能高低的重要因素。禁带宽度越长的材料，泄漏电流越少，功耗损失越小，功率越高。电子漂移速率越大的材料，导通电阻越低，功率损耗越小。介电常数越低的材料，越不易被击穿，更耐高电压环境。击穿场强越高的材料，耐高压特性越强。热导率和最高工作温度越大的材料，越耐高温，散热要求越低。



❑ 导热系数和最高工作温度越大代表材料越耐高温，临界电场强度和禁带宽度越大代表材料越耐高电压环境，饱和电子漂移速率高代表材料频度高。在多种版代替材料中，氮化镓材料临界电场强度、禁带宽度、饱和电子漂移速率、最高工作温度等指标表现优异，具有耐高温、耐高压、高功率的特点。

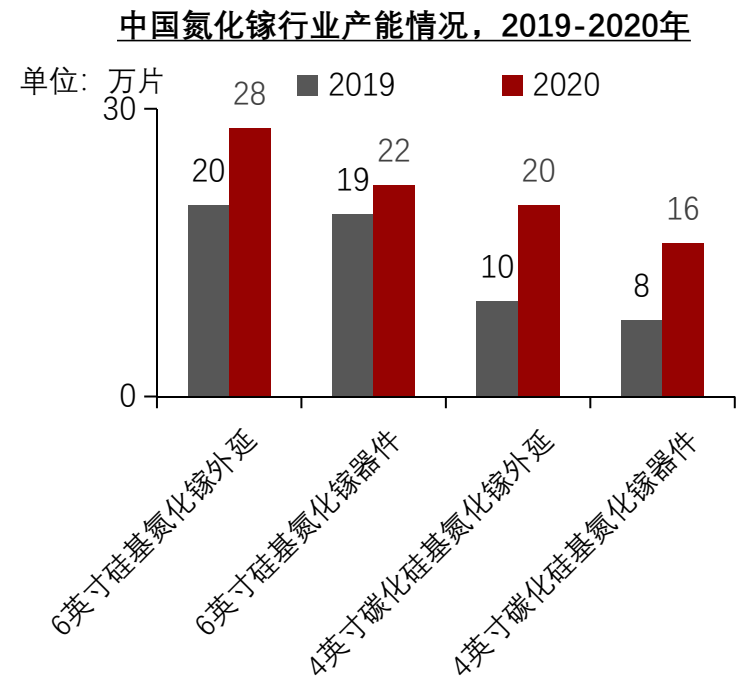
来源：王晓敏《GaN基HEMT及其光电集成器件性能研究》，头豹研究院

氮化镓行业综述——市场现状

中国氮化镓行业发展速度较快，国产化水平不断提升，多家中国本土企业已拥有了氮化镓晶圆制造水平；多起融资事件反映了资本市场对氮化镓行业的投资热情及未来前景的持续看好

中国氮化镓晶圆制造产线及氮化镓产能情况

应用环节	产线状态	产线数量	主要企业
GaN电力电子	已有+在建	10条	英诺赛科、赛微电子、华润微、能华微电子、宁波海特创电控、三安光电
GaN射频	已有+在建	10条	中电科13所、中电科55所、三安光电、苏州能讯、海威华芯、北京华通芯、正威集团、立昂微、吴越半导体、成都新兴中微科技



- 截至2021年底，中国已有应用在电力电子和射频领域的氮化镓晶圆产线各10条，多家中国本土企业已拥有了氮化镓晶圆制造水平。
- 2019年至2020年，中国氮化镓外延及器件产能情况大幅提升，产业链各环节产能均增长，市场供给持续上涨。中国氮化镓行业发展速度较快，国产化水平不断提升。

氮化镓行业相关企业融资情况，2021-2022年

企业名称	融资时间	融资轮次	融资金额	投资机构
芯元基	2021-04	B轮	逾1亿元	张江浩成、自贸区基金、浦东新产投、创徒丛林
能华微电子	2021-12	C轮	数亿元	中信证券投资、金石投资、越秀产业基金等9家
承芯半导体	2022-01	A轮	逾10亿元	中网投、武岳峰资本领投，中金资本、和诺资本等14家跟投
英诺赛科	2022-02	D轮	30亿人民币	钛信资本领投，毅达资本、海通创新资本、中比基金等6家跟投
晶湛半导体	2022-03	B+轮	数亿元	歌尔微电子领投，高瓴创投、惠友资本等10家跟投
镓未来	2022-05	A+轮	近亿元	顺为资本、高瓴创投、盈富泰克联合投资

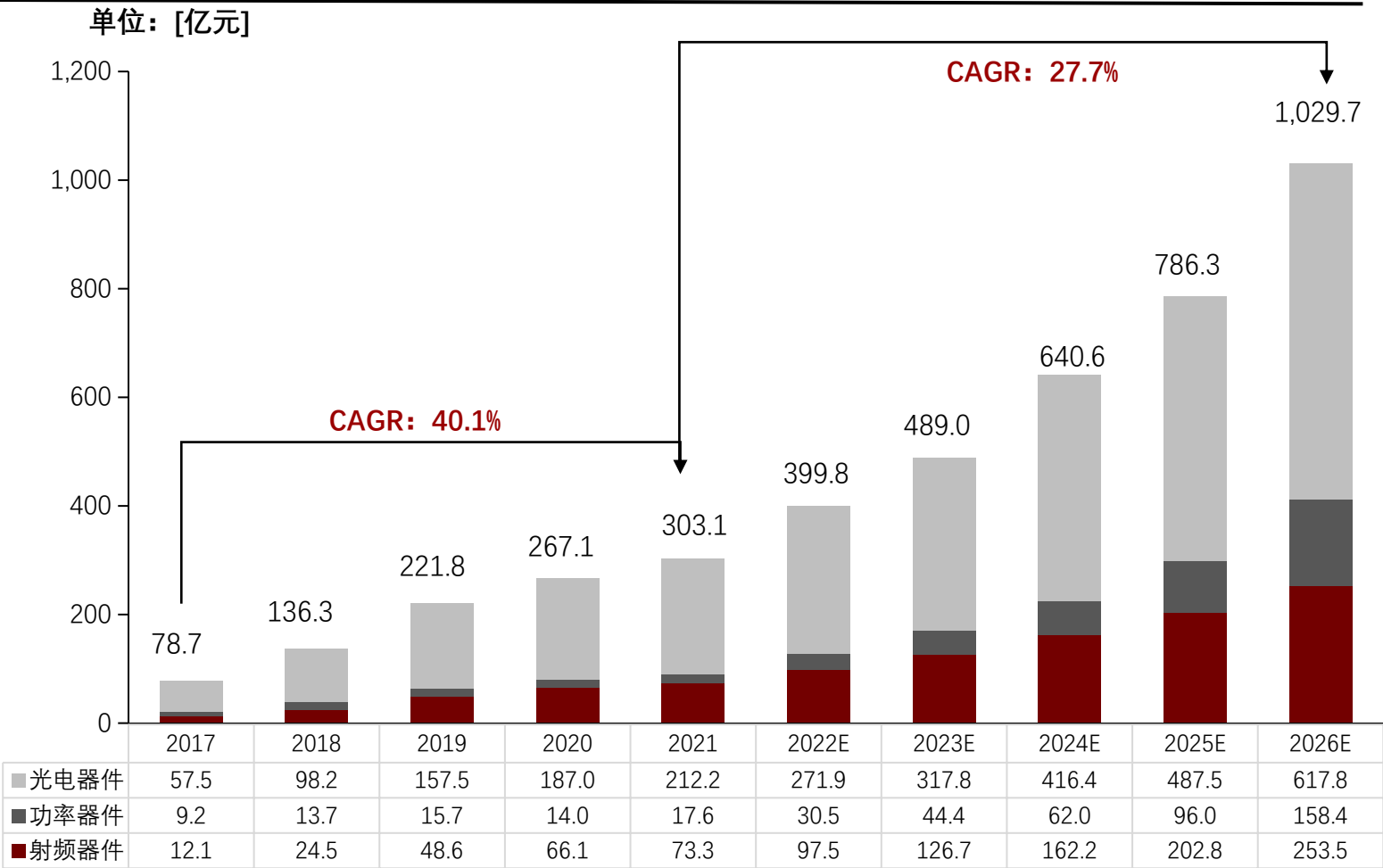
- 2021年至2022年，氮化镓行业发生多起融资事件，且融资金额大，投资机构参与方众多。反映了资本市场对氮化镓行业的投资热情，以及对氮化镓行业未来前景的持续看好。2021年至2022年融资事件中，英诺赛科融资金额最大、融资轮次最为靠后，英诺赛科作为行业领先企业，技术发展较为成熟，实现了氮化镓产业链的全覆盖，因此最受到资本市场青睐。

来源：CASA，公开新闻整理，头豹研究院

氮化镓行业综述——市场规模

随着氮化镓行业应用领域的不断拓展，中国氮化镓行业市场规模不断扩大：市场规模由2017年的78.7亿元提高至2021年的303.1亿元，年复合增长率为40.1%，预计2026年将增长至1,029.7亿元

中国氮化镓行业市场规模及预测，2017-2026年预测



头豹洞察

- 随着氮化镓行业的应用由LED领域不断向消费电子、5G基站等领域拓展，中国氮化镓行业市场规模不断扩大：市场规模由2017年的78.7亿元提高至2021年的358.3亿元，年复合增长率为40.1%，预计2026年将增长至1,029.7亿元，年复合增长率为27.7%。
- 2017年至2021年，氮化镓行业发展较快，主要的市场规模增长点在于消费电子电源与5G基站。氮化镓充电器具有充电速度快、体积小重量轻的特点，且随着苹果等消费电子厂商宣布不再提供充电器，氮化镓功率器件市场发展迅速。5G基站方面，氮化镓放大器可增强信号覆盖范围，氮化镓射频器件随着5G基站的大规模建设而迅速发展。
- 2022年后，随着氮化镓在新能源汽车应用渗透率提升，及在垃圾处理领域等应用的拓展，市场规模将持续增长。未来氮化镓功率器件及射频器件增长率较高，主要原因是氮化镓充电器的持续发展以及未来氮化镓在新能源汽车领域的拓展应用，进一步增加氮化镓行业的市场规模。

来源：专家访谈，CASA，头豹研究院

氮化镓行业综述——相关政策

“十四五”期间，国家要求推动碳化硅、氮化镓等宽禁带半导体发展，并提出实现650V电压等级国产氮化镓材料和功率器件的规模化生产；申请发明专利≥10件，指定国家或行业标准≥2项的具体要求

氮化镓行业相关政策

政策名称	颁布日期	颁布主体	主要内容及影响
《长三角G60科创走廊建设方案》	2021-06	科技部、国家发改委等6部门	强化区域联动发展，共同打造世界级产业集群。围绕人工智能、集成电路、新材料、新能源汽车等领域，建设若干具有全球竞争力的国家级战略性新兴产业基地，加快培育布局第三代半导体等未来产业。 该政策 推动长三角地区第三代半导体产业发展 ，对全国氮化镓企业及聚集地区具有 示范作用 。
《产业结构调整指导目录（2021年本）》	2021-10	发改委	第一类鼓励类产业中包括：半导体、光电子器件、新型电子元件等电子产品；半导体照明设备，半导体照明衬底、外延、芯片、封装及材料等。 氮化镓作为在LED照明领域应用较为广泛的第三代半导体材料，属于该政策鼓励发展的材料。
《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》	2021-03	科技部	“十四五”期间，重点瞄准人工智能、量子信息、集成电路等前沿领域，实施一批具有前瞻性、战略性的国家重大科技项目。推动碳化硅、氮化镓等宽禁带半导体发展。面向大数据中心应用的GaN基高效功率电子材料与器件， 要求实现650V电压等级国产GaN材料和功率器件的规模化生产；申请发明专利≥10件，指定国家或行业标准≥2项。 该政策为氮化镓发展提出了明确要求，使得氮化镓行业发展目标更加清晰，生产更加规范。
《关于印发新时期促成集成电路产业和软件产业高质量发展的若干政策的通知》	2020-07	国务院	从财税、投融资、研究开发、进出口、人才、知识产权、市场应用、国际合作等八个方面鼓励引导企业。例如财税方面，对于国家鼓励的集成电路设计、装备、材料、封装、测试企业和软件企业， 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25%的法定税率减半征收企业所得税。 该政策聚焦于具体行业企业，为第三代半导体企业制定了相关优惠政策，直接鼓励了相关企业的发展，同时强调了构建全链条覆盖的关键核心技术研发布局，为产业全面发展打下了基础。
《重点新材料首批次应用示范指导目录(2019版)》	2019-12	工信部	对重点新材料首批次应用给予保险补偿， 氮化镓单晶衬底、功率器件用氮化镓外延片被首次纳入目录。 该政策将氮化镓相关产品列为重点新材料，并给予补贴，促进了氮化镓相关企业的发展。
《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》	2019-05	国务院	面向量子信息、类脑芯片、第三代半导体、下一代人工智能、靶向药物、免疫细胞治疗、干细胞治疗、基因检测八大领域，加快布局一批未来产业。 该政策强调了第三代半导体产业的产业发展地位，氮化镓是第三代半导体中的代表材料。

来源：国务院，工信部，发改委，科技部，头豹研究院

第二部分：产业链分析

主要观点：

- 氮化镓产业链上游原材料包括氮化镓衬底及氮化镓外延片，原材料成本较高，进口依赖严重；中游为氮化镓器件制造商，经营模式分为设计制造一体、设计和代工厂；下游应用领域广泛。
- 碳化硅衬底与氮化镓器件匹配度高，性能好，且成本相对较低，因此受到广泛应用；中国碳化硅衬底本土企业起步晚，全球市占率较低，仅10%左右，但经营状况较好；MOCVD工艺可精确控制外延层特性，可同时生长多片，产量高，是目前应用最广泛的氮化镓外延生长方法；下游氮化镓材料市场需求的上涨带动氮化镓外延片相关企业营业收入、毛利率增长。
- 氮化镓行业中游主要为制造商，IDM模式的企业能够充分发掘技术潜力；Fabless模式的企业资产较轻，企业运行费用较低，转型相对灵活；Foundry模式的企业无需承担决策风险。
- 氮化镓下游应用中，Mini-LED和Micro-LED应用于显示屏、背光应用等；36%的射频器件应用于无线基础设施中；28%的功率器件应用于消费类电源中。

氮化镓行业产业链分析——产业链图谱

氮化镓产业链上游原材料包括氮化镓衬底及氮化镓外延片，原材料成本较高，进口依赖严重；中游为氮化镓器件制造商，经营模式分为设计制造一体、设计和代工厂；下游应用领域广泛

氮化镓行业产业链图谱



来源：专家访谈，各企业官网，头豹研究院

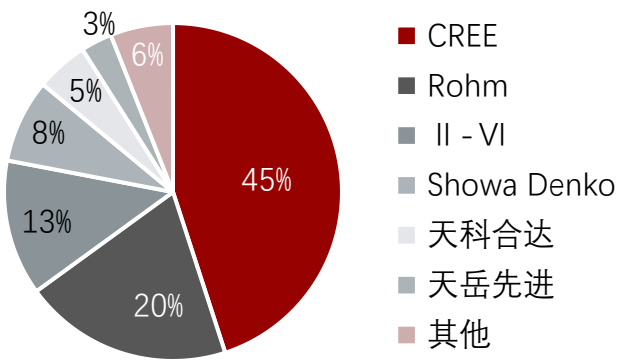
氮化镓行业产业链上游——氮化镓衬底材料

碳化硅衬底与氮化镓器件匹配度高，性能好，且成本相对较低，因此受到广泛应用；中国碳化硅衬底本土企业起步晚，全球市占率较低，仅10%左右，但经营状况较好

氮化镓衬底材料介绍

衬底材料	可量产的最大尺寸	成本	热导率(W/cmK)	外延材料质量
蓝宝石	4英寸	20美元	0.5	较好
硅 (Si)	8英寸	20美元	1.49	一般
碳化硅 (SiC)	6英寸	1,000美元	4.9	好
氮化镓 (GaN)	2英寸	2,500美元	1.3	很好

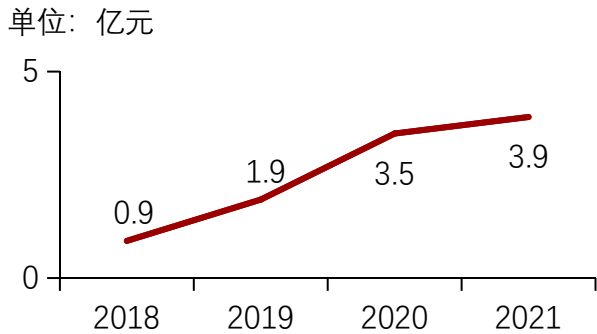
全球碳化硅衬底市占率情况，2021年



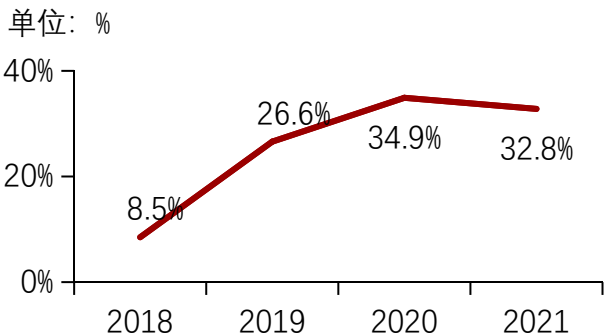
氮化镓衬底材料可分为蓝宝石、硅、碳化硅、氮化镓自支撑衬底四种材料。目前主流氮化镓器件公司采用碳化硅衬底。全球碳化硅衬底市场集中度高，美国在碳化硅衬底领域布局较早，美国企业CREE和II-VI集团占据约60%的市占率。中国本土企业起步晚，市占率较低，仅10%左右。

氮化镓衬底代表企业情况介绍

天岳先进碳化硅衬底营业收入，2018-2021年



天岳先进碳化硅衬底毛利率，2018-2021年



氮化镓四种衬底材料中，氮化镓自支撑衬底虽然缺陷密度低，外延材料质量好，但成本较高，且技术发展较慢，可量产的尺寸较小。碳化硅衬底与氮化镓器件匹配度高，性能好，且成本相对较低，因此受到广泛应用。

天岳先进是中国碳化硅衬底行业龙头企业。天岳先进碳化硅衬底营业收入逐年递增，由2019年的0.9亿元上涨至2021年的3.9亿元。碳化硅衬底毛利率波动上涨，近三年维持在30%左右的水平。中国碳化硅衬底市场规模虽然较小，但相关企业经营状况良好，未来发展潜力较大。

来源：天岳先进年报，头豹研究院

氮化镓行业产业链上游——氮化镓外延片材料

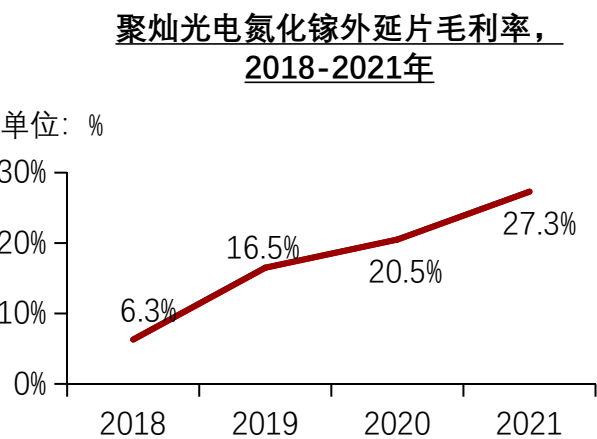
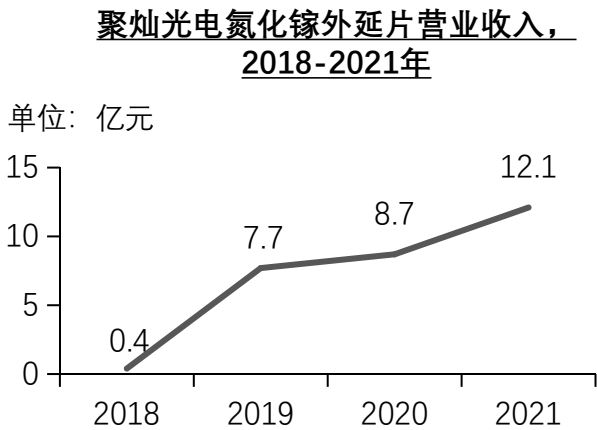
MOCVD工艺可精确控制外延层特性，可同时生长多片，产量高，是目前应用最广泛的氮化镓外延生长方法；下游氮化镓材料市场需求的上涨带动氮化镓外延片相关企业营业收入、毛利率增长

氮化镓外延片介绍

□ 氮化镓技术难点在于晶圆制备工艺，制备氮化镓的单晶材料无法从自然界中直接获取，因此主流制备方法为在蓝宝石、碳化硅等异质衬底上进行外延。

外延生长方法	工作原理	优点	缺点
液相外延（LPE）	由溶液中析出固相物质并沉积在衬底上，从而生成单晶薄层	生长设备比较简单，有较高的生长速率； 发展较早，技术较成熟	尺寸控制质量差、结构复杂度有限
气相外延（HVPE）	将要外延的衬底装在承片架的反应器上，携带气体将料瓶中的掺杂料携带到反应器的衬底表面，并通过计算使衬底上生长出一定厚度及质量的外延层	可制备较厚的外延层； 可任意改变杂质浓度、梯度和导电类型	要求生长系统具有良好的气密性，否则会因漏气而产生大量的外延缺陷
分子束外延（MBE）	把热蒸发产生的原子或分子束射到被加热的清洁的衬底上而生成薄膜	有能力产生既陡峭而精确的特定掺杂分布的外延层； 可以生长出超薄且纯度极高的外延层	生长效率较低，系统易被蒸发分子污染导致性能下降，多用于研究领域而无法在商用领域推广
金属有机气相化学沉积（MOCVD）	以多种元素的有机化合物和氢化物作为晶体生长源材料，以热分解方式在衬底上进行气相外延	可精确控制外延层组分、导电类型、载流子浓度、厚度等特性； 可同时生长多片，产量高，是目前应用最广泛的生长方法	使用的金属有机化合物和氢化物源价格昂贵，制造成本高； 部分源易燃易爆或有毒，有一定危险性

氮化镓外延片代表企业情况



□ 聚灿光电是中国生产制造氮化镓外延片的代表企业。2018年至2021年，聚灿光电氮化镓外延片营业收入持续上涨，从0.4亿元上涨至12.1亿元。主要原因为下游氮化镓材料市场需求上涨，氮化镓外延片产能持续稳定释放，从而带来营业收入的增长。

□ 2018年至2021年，聚灿光电氮化镓外延片毛利率由6.3%上涨至27.3%，涨幅大，增速快，主要原因为聚灿光电氮化镓外延片生产技术进步，产品性能得到提升，同时下游芯片市场需求旺盛，因此氮化镓外延片产品售价得到提升，从而实现毛利率的不断增长。

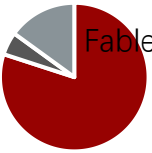
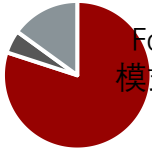
来源：陈凯辉《MOVCD技术与GaN材料外延工艺》，聚灿光电年报，头豹研究院

氮化镓行业产业链分析——产业链中游

氮化镓行业中游主要为制造商，IDM模式的企业能够充分发掘技术潜力；Fabless模式的企业资产较轻，企业运行费用较低，转型相对灵活；Foundry模式的企业无需承担决策风险

氮化镓器件制造商经营模式

- **核心优势：**IDM模式的企业能够充分发掘技术潜力，有条件率先实验并推行新技术，目前中国80%的氮化镓企业为IDM模式。Fabless模式的企业资产较轻，初始投资规模小，创业难度相对较小，且企业运行费用较低，占比5%。Foundry模式的企业无需承担由于市场调研不准、产品设计缺陷等因素带来的决策风险，占比15%。
- **产能情况：**目前中国氮化镓代表企业每月氮化镓产能在2,000片至10,000片不等，整体产能较低，但呈逐渐扩大趋势，多条产线逐渐投产，未来产能将不断扩大。

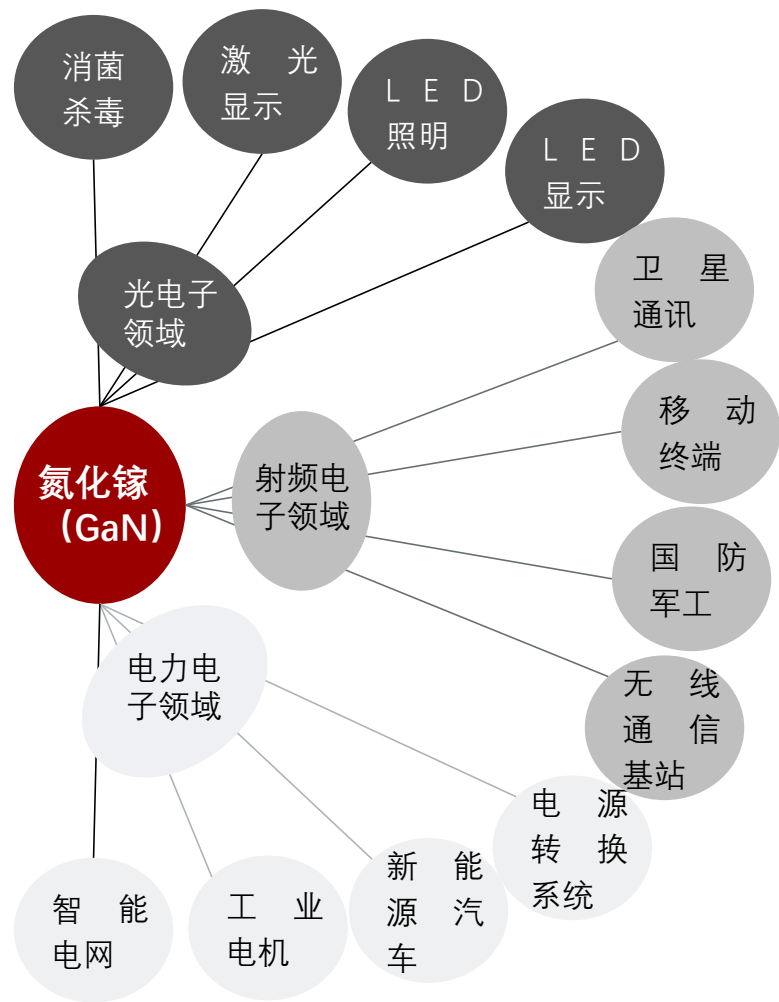
经营模式分类	占比	特点及核心优势	代表厂商	产能情况
设计制造一体化 (IDM模式)	 80%	有集氮化镓器件的设计、制造、封装和测试等多个产业链环节于一身，设计、制造各环节协同优化 有助于充分发掘技术潜力；能有条件率先实验并推行新技术	 三安光电  英诺赛科  Silan 士兰微电子 士兰微电子	2020年实现氮化镓产能2,000片/月，预计未来2-3年内实现硅基氮化镓产能4,000片/月 已建立8英寸硅基氮化镓晶圆量产线，目前产能达到1万片/月，预计2025年将扩大至6.5万片/月 士兰明镓在2021年底完成了每月7.2万片4英寸氮化镓和砷化镓高端LED芯片的产能
设计 (Fabless模式)	 Fabless模式，5%	只负责氮化镓器件的电路设计与销售，将生产、测试、封装等环节外包 资产较轻，初始投资规模小，创业难度相对较小；企业运行费用较低，转型相对灵活	 HISILICON 海思半导体	以氮化镓器件设计与销售为主，无生产业务
代工厂 (Foundry模式)	 Foundry模式，15%	只负责制造、封装或测试的其中一个环节，不负责设计，可以同时为多家设计公司提供服务 无需承担由于市场调研不准、产品设计缺陷等因素带来的决策风险	 海威华芯 HiWAFER	已建立6英寸砷化镓/氮化镓半导体晶圆生产线，2020年底实现氮化镓每月产能8000片

来源：专家访谈，各企业官网，头豹研究院

氮化镓行业产业链分析——产业链下游

氮化镓下游应用可分为光电子领域、射频电子领域、电力电子领域三大方向；中国半导体市场规模逐年上涨，氮化镓在半导体市场中渗透率较低，未来发展空间大

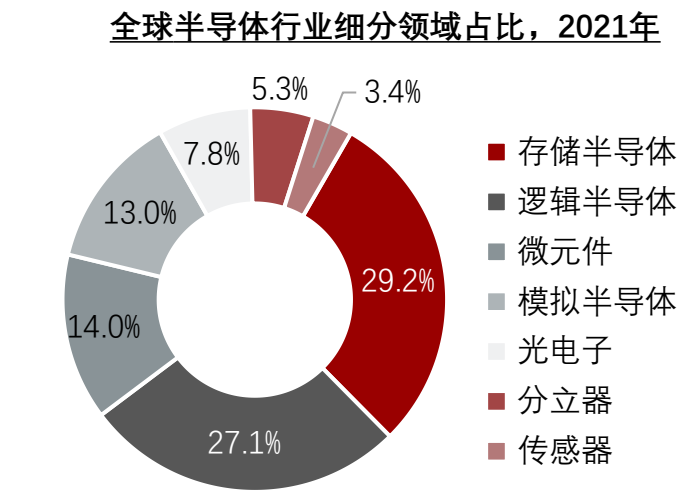
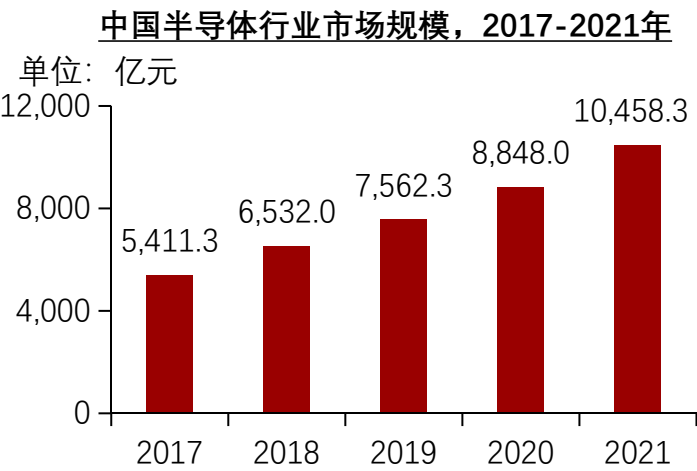
氮化镓下游应用介绍



□ 氮化镓因性能优越，具有耐高压、耐高温等多重优势，下游应用领域广泛，具体可分为光电子领域、射频电子领域、电力电子领域三大方向。

□ 电力电子领域具体应用有智能电网、工业电机、新能源汽车、电源转换系统，代表企业为英诺赛科、苏州能讯等；射频电子领域包括卫星通讯、移动终端、国防军工、无线通信基站，代表企业为英诺赛科、华润微电子旗下的大连芯冠等；光电子领域包括消毒杀毒、激光显示、LED照明、LED显示，代表企业为三安光电等。应用场景丰富且未来还将持续拓展。

半导体行业应用领域



□ 2017年至2021年，中国半导体行业市场规模逐年上涨，氮化镓作为第三代半导体材料，受到大行业市场发展的带动，且目前氮化镓在半导体市场中渗透率较低，未来发展空间大。

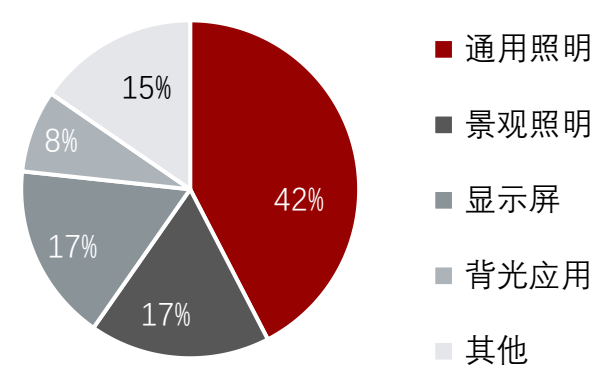
□ 2021年全球半导体行业细分领域占比中，存储半导体和逻辑半导体占比达到46.3%，这两类半导体主要的应用领域为消费电子、新能源汽车、数据中心、国防与航空航天等，与氮化镓下游应用领域高度重合，说明氮化镓应用市场未来发展潜力大，深化与拓展现存半导体市场的机会丰富。

氮化镓行业产业链分析——产业链下游

氮化镓下游应用中，Mini-LED和Micro-LED应用于显示屏、背光应用等；36%的射频器件应用于无线基础设施中；28%的功率器件应用于消费类电源中

氮化镓下游应用介绍

中国半导体照明应用领域市场结构，2021年



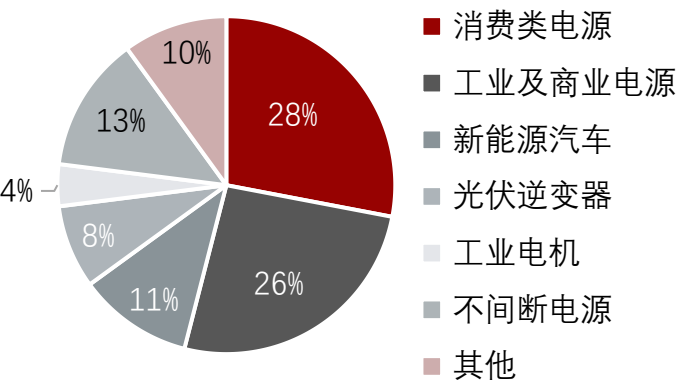
中国半导体照明应用领域中，通用照明占比最大，为42%，通用照明及景观照明占比达到59%，这两种照明应用以传统LED为主。显示屏、背光应用为新兴照明技术，占比较小，未来发展空间大。

氮化镓光电器件产品包括Mini-LED和Micro-LED，与传统LED相比，芯片量级更小，高清显示性能更好，可以应用于超大屏高清智能电视、消费电子显示屏，以及手机、电脑等消费电子背光应用，VR/AR等多个领域，目前在整体半导体照明应用领域中渗透率较低，技术成熟后市场发展前景广阔。

氮化镓光电器件主要产品及应用领域

名称	介绍	应用领域
Mini-LED	芯片尺寸介于50~200μm之间的LED器件	智能电视显示屏、智能手机、平板电脑等消费电子背光应用、VR/AR等
Micro-LED	以自发光的微米量级的LED为发光像素单元的显示技术	

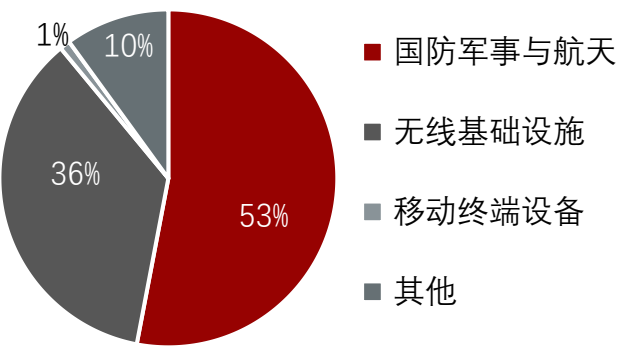
中国氮化镓、碳化硅功率器件应用市场结构，2021年



中国氮化镓、碳化硅电力电子器件的应用市场结构中，占比最大的是消费类电源，为28%，主要是指手机、平板电脑、笔记本等消费电子的快充电源市场，以氮化镓器件为主。

中国氮化镓射频器件应用市场主要为无线通信与国防军工、航天，各自占比36%、53%。无线通信主要应用于5G宏基站与小基站中，可作为功率放大器应用以解决5G网络中面积小但数据流量请求相对集中的问题。国防军工及航天主要的应用为雷达探测器，具有辐射范围广、频率高的优势。

中国氮化镓射频器件应用市场结构，2021年



来源：CASA，头豹研究院

第三部分：驱动因素及发展趋势

主要观点：

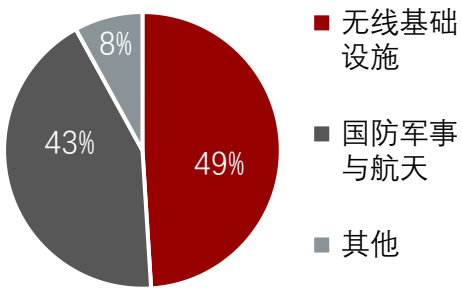
- 49%的氮化镓射频器件应用于无线通讯领域，氮化镓材料的性能优势使得其射频器件应用在5G基站中更加合适，中国5G基站数量预计2022年达到200万座，5G基站的发展刺激氮化镓射频器件的市场需求。
- 全球主要消费电子产品呈波动上涨趋势，庞大的存量及增量市场带来了快充配件需求的不断上涨，带动氮化镓充电器市场的发展，且氮化镓充电器具有体积小、重量轻、充电速度快的优势。
- 氮化镓器件主要应用于新能源汽车的车载充电器、DC-DC转换器等领域，可在节能70%的同时使新能源汽车充电效率达到98%，增加5%续航，目前已有丰田、宝马等多家汽车厂商入局氮化镓领域。
- 预计2050年全球城市生活垃圾年产量将达到34亿吨，垃圾处理成为难题，等离子体气化技术处理垃圾经济环保，氮化镓材料可帮助等离子体气化技术实现产业化。

氮化镓行业驱动因素——5G通信基站的发展

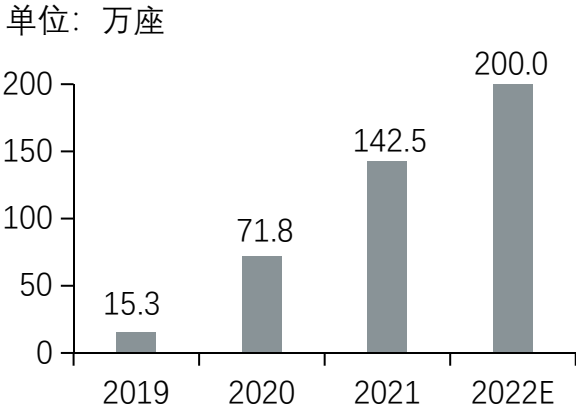
49%的氮化镓射频器件应用于无线通讯领域，氮化镓材料的性能优势使得其射频器件应用在5G基站中更加合适，中国5G基站数量预计2022年达到200万座，5G基站的发展刺激氮化镓射频器件的市场需求

5G基站数量增长

中国氮化镓射频器件应用市场结构，2021年



中国5G基站数量及预测，2019-2022年预测

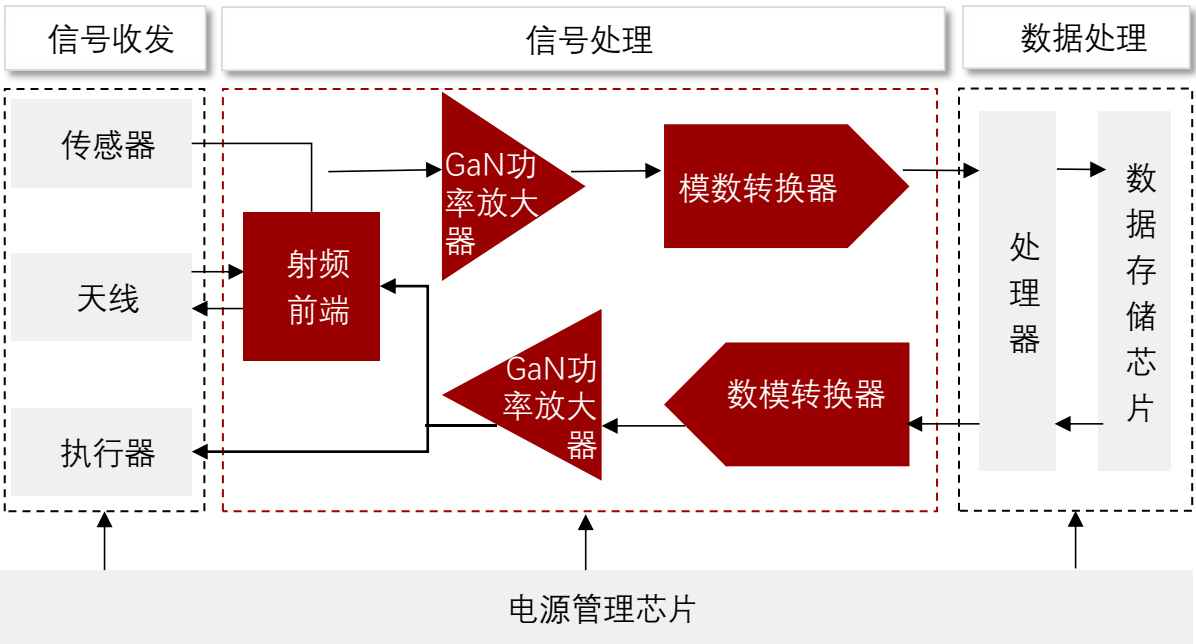


49%的氮化镓射频器件应用于无线通讯领域，中国5G基站数量逐年上涨，预计2022年达到200万座，5G基站数量的增长刺激氮化镓射频器件的市场需求。

❑ 氮化镓射频器件的主要应用领域为无线通讯，占比达到49%。相比4G基站，5G基站电磁波频率更高，对宽频率范围信号的处理能力要求更强，因此对氮化镓射频器件需求更大。中国5G基站数量逐年上涨，由2019年的15.3万座上涨至2021年的142.5万座，按照工信部5G基站建设计划，2022年将新建60万座，预计2022年底达到200座。5G基站数量的增长刺激氮化镓射频器件的市场需求，推动氮化镓整体市场的发展。

来源：国家能源局，工信部，CASA，头豹研究院

5G基站通信逻辑



5G基站中主要使用的是氮化镓功率放大器和微波射频器件，氮化镓材料耐高温、高压及承受更大电流的优势使得其射频器件应用在5G基站中更加合适。

❑ 5G基站中主要使用的是氮化镓功率放大器和微波射频器件。氮化镓材料在耐高温、耐高压及承受更大电流等多个方面具有优势，因此与传统通信芯片相比，氮化镓微波射频芯片的功率效率、功率密度和处理更宽频率范围信号的能力更强，应用在5G基站中更加合适。随着5G基站建设数量的增加，氮化镓射频器件的需求量也将随之增加。

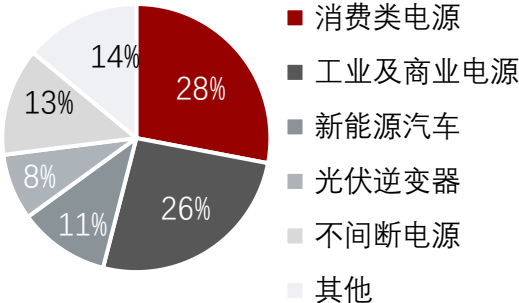
氮化镓行业驱动因素——下游消费电子充电器需求大

全球主要消费电子产品呈波动上涨趋势，庞大的存量及增量市场带来了快充配件需求的不断上涨，带动氮化镓充电器市场的发展，且氮化镓充电器具有体积小、重量轻、充电速度快的优势

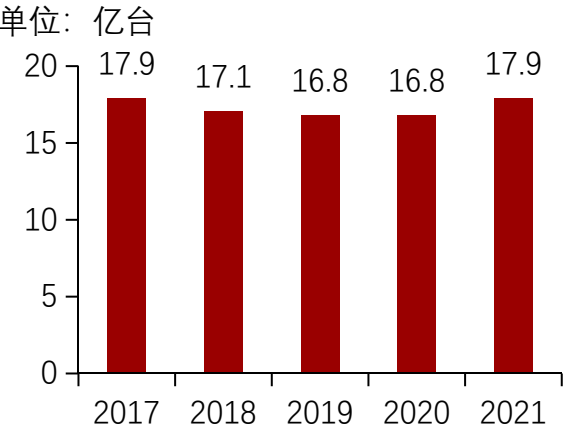
氮化镓充电器需求大

全球主要消费电子产品现状

中国氮化镓、碳化硅功率器件应用市场结构，2021年



全球主要消费电子产品出货量，2017-2021年



全球主要消费电子产品呈波动上涨趋势，庞大的存量及增量市场带来了快充配件需求的不断上涨，带动氮化镓充电器市场的发展。

□ 氮化镓功率器件应用市场中，消费类电源占比最高，为28%，主要是作为消费电子产品的充电器。主要消费电子产品包括智能手机、平板电脑、笔记本电脑。2017年至2021年，全球主要消费电子产品出货量大且较为平稳，2019年之后呈上涨趋势。消费电子产品庞大的存量及增量市场带来了快充配件需求的不断上涨。2020年苹果宣布不再标配充电器，相比苹果官方价格昂贵的快充配件，消费者更青睐于第三方快充产品，直接带动氮化镓充电器市场的发展。

氮化镓充电器优势

	普通充电器	氮化镓充电器
体积	6.6cm*6.6cm*2.9cm	相同功率下，体积更小
重量	20W充电器约200克	安克65W氮化镓充电器重量105克
充电功率	10W、18W、20W	30W、45W、65W、100W、120W、140W不等
充电速度	20W充电器为iPhone13充电50%约需1.25小时	65W氮化镓充电器为iPhone13充电50%约需0.42小时
充电接口	单一接口，可同时充电一台设备	3-4接口，可同时为手机、平板电脑、笔记本电脑等充电
价格	以苹果为例，20W的电源适配器售价149元	以安克为例，65W氮化镓多接口充电器售价149元

□ 与传统充电器相比，相同功率下的氮化镓充电器体积更小，质量更轻，携带便利。氮化镓充电器充电功率大，充电速度快，可满足多台设备同时充电的场景需求，且价格相对便宜。因此，氮化镓充电器在消费电子快充领域市场需求量大。

来源：IDC，安克淘宝旗舰店，Apple Store官方旗舰店，头豹研究院

氮化镓行业发展趋势——拓展新能源汽车应用市场

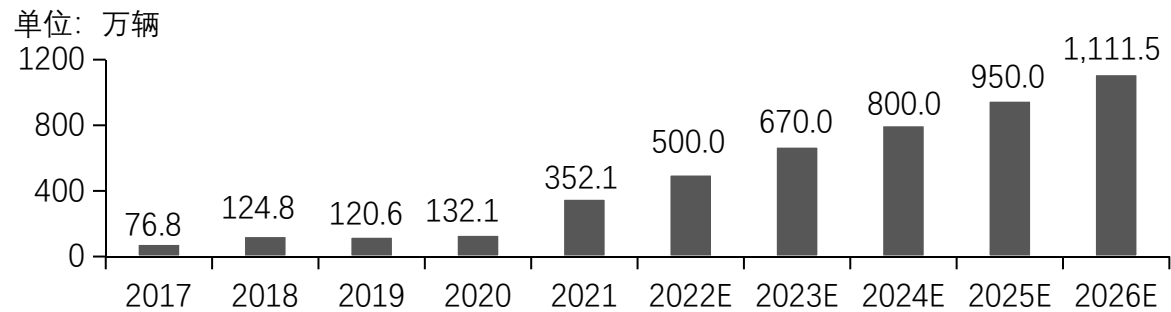
氮化镓器件主要应用于新能源汽车的车载充电器、DC-DC转换器等领域，可在节能70%的同时使新能源汽车充电效率达到98%，增加5%续航，目前已有丰田、宝马等多家汽车厂商入局氮化镓领域

氮化镓拓展新能源汽车应用市场

氮化镓器件在新能源汽车中的作用

应用领域	性能优势	市场前景
车载充电器 (OBC)	使用GaN器件，可以将尺寸降低到原来的五分之一，充电效率可以达到98%，散热结构也可以更低	在电动汽车中，可以应用氮化镓零部件的潜在市场机会超过250美元，预计到2025年，全球电动汽车中氮化镓芯片的市场机会总值每年将超过25亿美元
DC-DC转换器	相比硅基功率器件，功率密度更大，可节能70%，增加5%的续航	

中国新能源汽车数量及预测，2017-2026年预测



目前第三代半导体材料已开始在新新能源汽车领域应用，但主要是碳化硅实现了产业化落地，氮化镓在新新能源汽车领域的尝试仍仅限于项目研发阶段。未来新新能源汽车数量不断增长，氮化镓潜在市场空间巨大，且氮化镓性能与新新能源汽车适配，拓展新新能源汽车应用市场、提高渗透率是氮化镓行业重要的发展趋势。

来源：纳微半导体官网，中国IC网，头豹研究院

氮化镓企业拓展新能源汽车应用

新能源汽车是第三代半导体的重要应用领域，但目前市场上广泛应用的主要是碳化硅产品，车规级氮化镓产品要求极为严格，因此氮化镓器件在新新能源汽车上的应用仍处于起步阶段。目前有多家车企如宝马、丰田等，与氮化镓企业展开合作，共同研究车载标准氮化镓半导体。

2019.10

丰田公司与名古屋大学教授天野浩团队（2014年诺贝尔物理学奖得主）开发的全氮化镓汽车在2019年东京车展展出，该车型**充电效率提升了20%，系统尺寸减小75%**。

2021.03

安世半导体与联合汽车电子公司（UAES）共同打造基于GaN工艺的联合实验室，就UAES电动车的车载充电器、高压DC-DC直流转换器等项目展开合作。

2021.09

宝马与GaN Systems公司合作，就宝马**高性能车载标准氮化镓功率半导体**签订了全面的产能协议，协议保证了汽车级氮化镓功率晶体管的产量，合作金额达**1亿美元**。

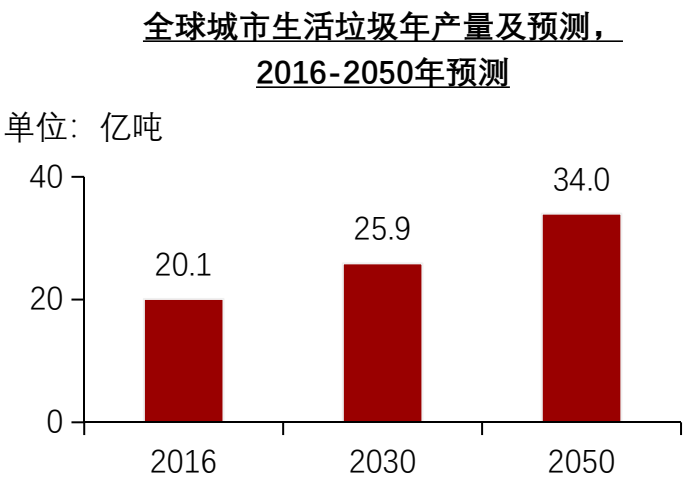
2022.01

纳微半导体成立全球首个电动汽车（EV）设计中心，并研制出专为EV定制的**GaNFast氮化镓功率芯片**，可**提升3倍充电速度，节能高达70%**，同时**增加5%的里程或降低5%的电池消耗**。

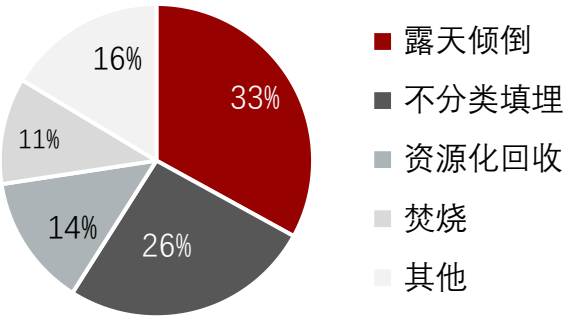
氮化镓行业发展趋势——拓展垃圾处理应用市场

预计2050年全球城市生活垃圾年产量将达到34亿吨，垃圾处理成为难题，等离子体气化技术处理垃圾经济环保，氮化镓材料可帮助等离子体气化技术实现产业化

全球城市生活垃圾现状



全球垃圾末端处置方式及占比



全球城市生活垃圾产生量大，垃圾处理成为难题，但现有垃圾处理方式对环境影响较大。

□ 2016年全球城市生活垃圾产生量为20.1亿吨。据世界银行预测，随着城市化发展，预计全球城市生活垃圾2030年将产生25.9亿吨，2050年将产生34亿吨。垃圾处理成为世界各国都需要面对的难题。

□ 全球垃圾处理方式主要为露天倾倒、填埋及焚烧等，焚烧是将垃圾转化为能源的主要方法。但此方法易产生二噁英等有毒化合物，对环境影响较大。

氮化镓在垃圾处理中的应用

□ 等离子体气化技术是一种使用等离子体的热工艺，可将有机物质转化为合成气体。这种工艺的高温 and 缺氧特性，不会产生二噁英、二氧化硫等有毒化合物，同时合成气体还可以转化为电能、氢燃料、乙醇等终端能源产品。目前等离子体气化技术中使用的磁控管系统存在较大安全风险，GaN更加适合。

使用系统	硅基LDMOS	GaN	磁控管
能效	54%	最高74%	17%-54%
工作电压	< 50V	< 50V	4-15kV
射频效率	超过90%	超过90%	0-90%不可控
能量等级	从低到高，可变	从低到高，可变	固定不可变
寿命	10年	10年	5,000小时

RFHIC氮化镓固态微波发生器

□ 韩国半导体制造商RFHIC公司为等离子体能源企业提供12kW GaN固态微波发生器，可以替代磁控管系统。这款氮化镓微波发生器采用了碳化硅基氮化镓HEMT，频率范围为2,400至2,500MHz，可以实现频率和相位的精确数字可控，能够产生和获得更均匀和更深的等离子体渗透，在更短的时间内处理更多的废物量。

来源：世界银行，RFHIC公司官网，头豹研究院

第四部分：竞争格局及企业推荐

主要观点：

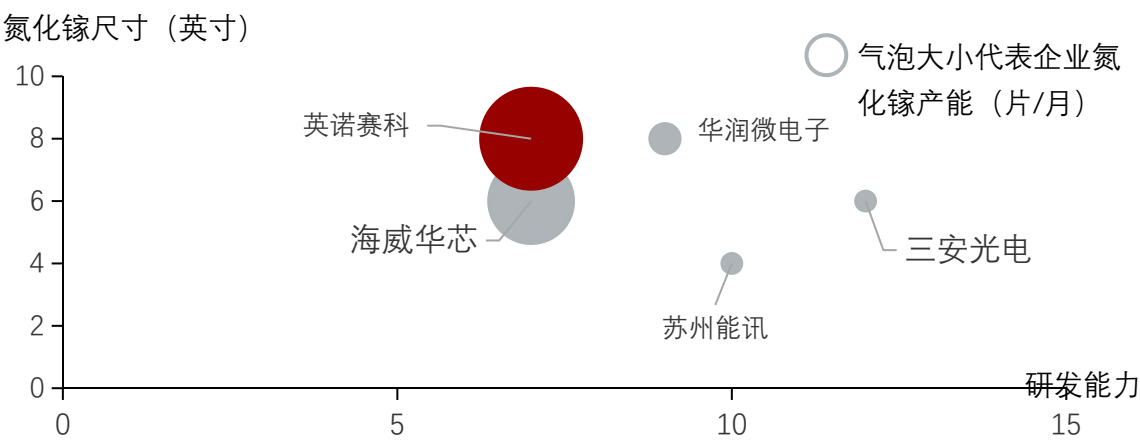
- 中国氮化镓行业集中度较为分散，各企业在氮化镓射频器件、功率器件、显示器件等领域竞相发展，竞争格局日益激烈，氮化镓产业链不断完善。
- 中国氮化镓行业相关企业主要集中于东部及东南沿海地区，氮化镓行业属于高新技术产业，有研发投入高、技术先进特点，相关企业多布局于经济较发达省份，其中江苏省氮化镓行业发展的最好。
- 三安光电成立于2000年11月，2008年7月上市，主要从事全色系超高亮度LED外延片、芯片等的研发、生产和销售，是“国家高科技产业化示范工程”企业；三安光电核心产业包括电力电子、LED芯片、和光通讯芯片、射频前端等，具有研发技术优势、人才储备优势、全产业链布局等竞争优势。
- 英诺赛科成立于2015年12月，一家从事第三代半导体硅基氮化镓研发与产业化的高新技术企业，2022年5月，被广东省半导体协会授予“2022年度科技创新奖”；英诺赛科主要产品有HV GaN HEMT、LV GaN HEMT、系统集成解决方案等，具有技术实力雄厚、核心团队成员经验丰富、不断拓展市场布局的竞争优势。
- 海威华芯成立于2010年，是一家主要提供6寸砷化镓/氮化镓纯晶圆制造的芯片制造企业，具有专注于技术提升的代工厂模式、母公司实力雄厚的竞争优势。

氮化镓行业竞争格局——企业竞争格局概述

中国氮化镓行业集中度较为分散，各企业在氮化镓射频器件、功率器件、显示器件等领域竞相发展，竞争格局日益激烈，氮化镓产业链不断完善

中国氮化镓行业企业竞争格局分析

中国氮化镓厂商竞争格局，2021年



中国氮化镓行业集中度较为分散，各企业在氮化镓射频器件、功率器件、显示器件等领域竞相发展，竞争格局日益激烈。

2021年中国氮化镓厂商中，英诺赛科可生产8英寸氮化镓，氮化镓产能达到10,000片/月，实力较为突出。海威华芯作为具有代表性的氮化镓代工企业，可生产6英寸氮化镓，产能8,000片/月，在生产制造方面具有竞争力。华润微电子、苏州能讯、三安光电在氮化镓产能方面能力稍弱，但三安光电研发能力强，华润微电子生产出的氮化镓尺寸较大，性能较强，苏州能讯各方面发展较为均衡。整体中国氮化镓厂商行业集中度较为分散，各企业在氮化镓射频器件、功率器件、显示器件等领域竞相发展，竞争格局日益激烈。

中国部分氮化镓企业业务分布情况

公司	衬底	外延	功率器件	射频器件	光电器件
三安光电	✓	✓	✓	✓	✓
英诺赛科	✓	✓	✓	✓	✓
苏州能讯		✓	✓	✓	
海威华芯			✓	✓	✓
华润微电子		✓	✓		

氮化镓作为半导体材料，其性能与结构设计、制造工艺之间关联性强，因此中国氮化镓行业形成了中游企业不断向上游拓展，或上游企业向中、下游延伸的趋势，各企业氮化镓产业链不断完善，力图完成从衬底到外延到功率器件、射频器件、光电器件的全覆盖。目前三安光电、英诺赛科已实现了氮化镓产业链的全覆盖，其余厂家如苏州能讯、华润微电子也开始向上游拓展。

氮化镓行业竞争格局——地区竞争格局概述

中国氮化镓行业相关企业主要集中于东部及东南沿海地区，氮化镓行业属于高新技术产业，有研发投入高、技术先进特点，相关企业多布局于经济较发达省份，其中江苏省氮化镓行业发展的最好

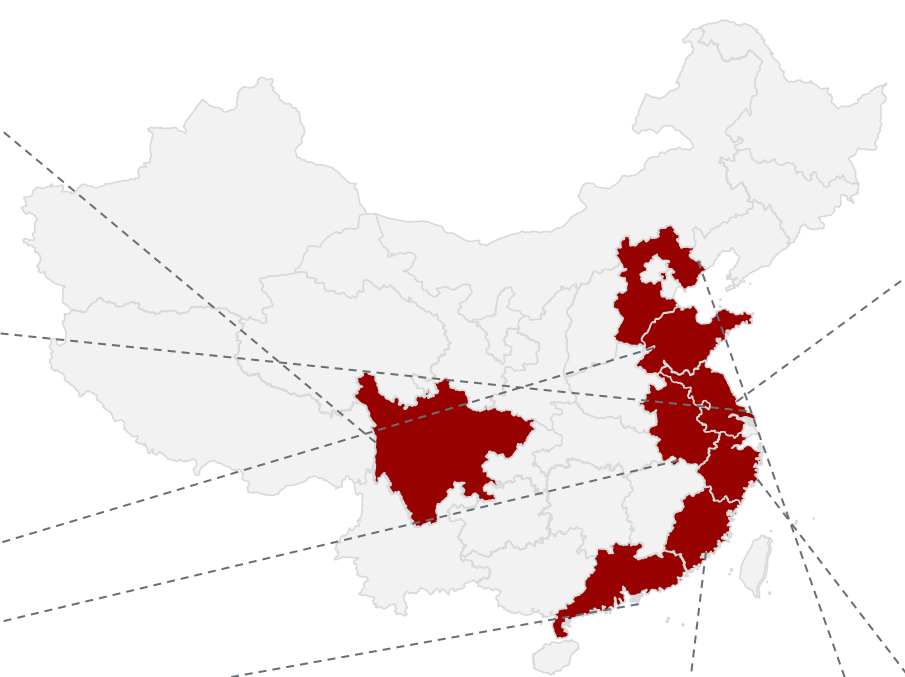
中国氮化镓行业地区竞争格局分析

四川省	
海威华芯	氮化镓器件
益丰电子	氮化镓射频器件
氮矽科技	氮化镓功率器件

上海市	
镓特半导体	氮化镓衬底
芯元基半导体	氮化镓器件

山东省	
聚能创芯	氮化镓器件
聚能晶源	氮化镓外延
中鸿新晶	氮化镓外延/器件

安徽省	
东科半导体	氮化镓功率器件
执珩半导体	氮化镓外延
芯谷微	氮化镓射频器件



广东省	
东莞中镓	氮化镓衬底
英诺赛科	氮化镓器件
中晶半导体	氮化镓外延/器件

福建省	
三安光电	氮化镓器件
士兰明镓	氮化镓光电器件
乾照光电	氮化镓光电器件

江苏省	
苏州纳维	氮化镓衬底
晶湛半导体	氮化镓外延
苏州能讯	氮化镓功率器件
英诺赛科	氮化镓器件
能华微电子	氮化镓外延/器件
中电科55所	氮化镓射频器件
聚灿光电	氮化镓光电器件

浙江省	
华灿光电	氮化镓衬底/光电器件
闻泰科技	氮化镓器件
杭州士兰微	氮化镓光电器件

河北省	
中电科13所	氮化镓射频器件

头豹洞察

- 中国氮化镓行业相关企业主要集中于东部及东南沿海地区，中部主要分布省份为四川省，西北部则没有氮化镓企业分布。氮化镓行业属于高新技术产业，行业自身带有研发投入高、技术先进的特点，因此相关企业多布局于经济较发达省份。且国家针对部分地区有政策倾斜，例如《长三角G60科创走廊建设方案》，鼓励长三角地区第三代半导体发展，推动了该地区氮化镓行业发展。
- 东南沿海地区中，氮化镓行业发展最好的是江苏省，英诺赛科、晶湛半导体、苏州纳维等分布在该省，拥有从衬底、外延到功率器件、射频器件的全产业链布局。江苏是中国经济强省，政府对科技企业发展重视，财政扶持力度大，能够吸引较多氮化镓企业聚集，并形成规模效应，在中国各省份中发展最为突出。

(注：GaN器件是指包含GaN功率器件、射频器件、光电器件在内的所有器件)

来源：智慧芽，头豹研究院

氮化镓行业企业推荐——三安光电（1/2）

三安光电成立于2000年11月，2008年7月上市，主要从事全色系超高亮度LED外延片、芯片等的研发、生产和销售，是“国家高科技产业化示范工程”企业

企业介绍

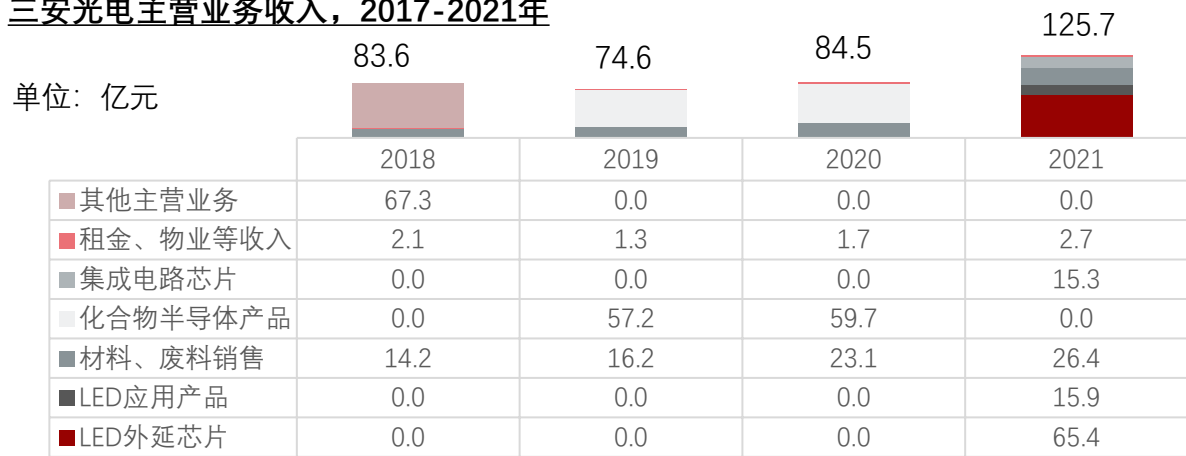
三安光电股份有限公司（以下简称“三安光电”）成立于2000年11月，于2008年7月在上海证券交易所挂牌上市，总部位于厦门，在厦门、天津、芜湖、泉州等多个地区均有基地分布。三安光电主要从事全色系超高亮度LED外延片、芯片、III-V族化合物半导体材料、微波通讯集成电路与功率器件、光通讯元器件等的研发、生产与销售。



三安光电是国家发改委批准的“国家高科技产业化示范工程”企业、工业和信息化部认定的“国家技术创新示范企业”，承担了国家“863”、“973”计划等多项重大课题，拥有国家人事部颁发的博士后科研工作站及国家认定的企业技术中心。

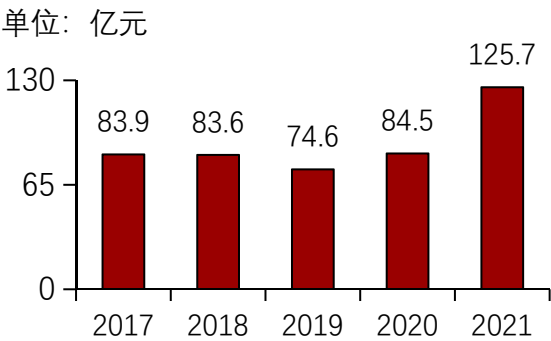
三安光电主营业务结构

三安光电主营业务收入，2017-2021年

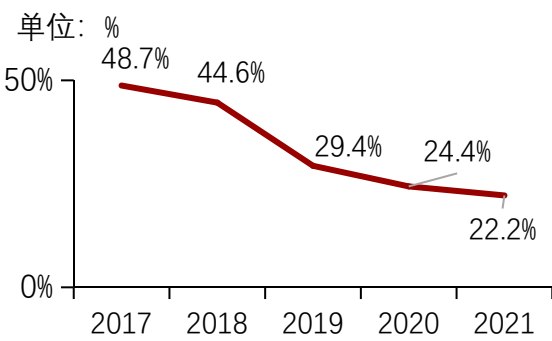


三安光电经营状况

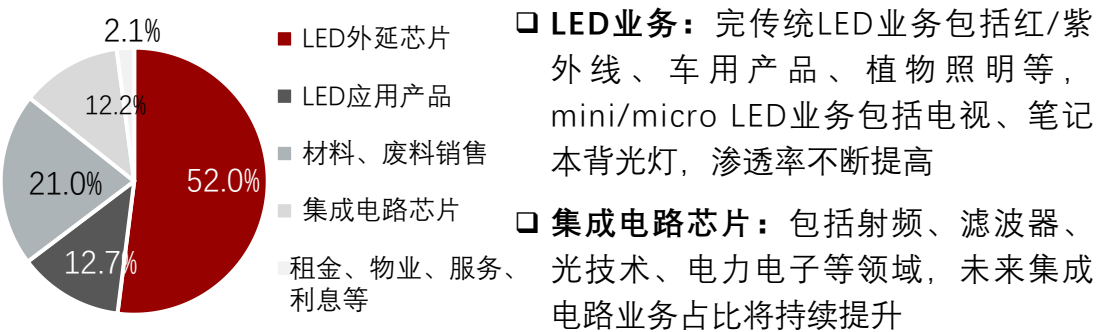
三安光电营业收入，2017-2021年



三安光电毛利率，2017-2021年



三安光电主营业务构成，2021年



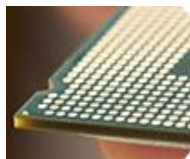
来源：三安光电官网，三安光电年报，头豹研究院

氮化镓行业企业推荐——三安光电（2/2）

三安光电核心产业包括电力电子、LED芯片、和光通讯芯片、射频前端等，具有研发技术优势、人才储备优势、全产业链布局等竞争优势

三安光电核心产业

电力电子



三安光电提供国内第一条6寸氮化镓生产线，主要产品为电力电子芯片，在消费电子、工业应用、电力传输以及航空航天等领域得到广泛应用，如工业电机、数据中心、太阳能逆变器等

LED芯片



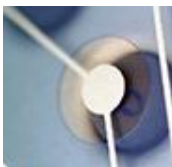
三安光电的LED芯片主要材料为氮化镓或砷化镓，颜色包括红色、黄色、橙色、黄绿色等，多提供给LED封装厂商用于生产LED终端产品，可广泛应用于照明、显示、背光、农业、医疗等众多领域。

光通讯芯片



三安光电的光通讯芯片主要应用于光通讯类和消费类，光通讯类包括主要适用于5G网络、数据中心；消费类包括3D识别、汽车无人驾驶、激光美容等领域

射频前端



三安光电的射频前端材料主要包括氮化镓、砷化镓，产品为射频芯片和滤波器芯片。射频芯片用于终端、基站、无线局域网络等；滤波器芯片用于4G、5G无线通信、自动驾驶、卫星等

三安光电竞争优势

1

研发技术优势

□ 三安光电重视知识产权管理体系建设，是国家知识产权局认定的国家知识产权优势企业和国家知识产权示范企业；拥有专利（含在申请）超过**2,850**件，拥有国家级企业技术中心、国家级博士后科研工作站，曾荣获国家科学技术进步一等奖、二等奖，中国专利优秀奖等荣誉

2

人才储备优势

□ 三安光电公作为国家认定的博士后工作站及国家级企业技术中心，在全球多地相继成立研发中心，包括美国硅谷、波士顿、北欧、日本东京，拥有由全球化合物半导体领域顶尖人才组成的技术研发团队，博士后科研工作站聚集了一批国内外顶尖的LED领域专家

3

全产业链布局优势

□ 三安光电在产业链布局方面，针对上游公司积极布局原材料衬底形成部分自给能力，配套辅料气体自制；针对下游公司布局特殊应用领域，推进应用进程。三安光电围绕外延、芯片产业链布局和辅助系统配套齐全，形成了规模优势，一方面提高了公司对供应商的市场议价能力，另一方面通过规模量产降低产品生产成本

氮化镓行业企业推荐——英诺赛科（1/2）

英诺赛科成立于2015年12月，一家从事第三代半导体硅基氮化镓研发与产业化的高新技术企业，2022年5月，被广东省半导体协会授予“2022年度科技创新奖”

企业介绍

英诺赛科（苏州）科技有限公司（以下简称“英诺赛科”）成立于2015年12月，是一家从事第三代半导体硅基氮化镓研发与产业化的高新技术企业。英诺赛科采用IDM全产业链模式，集芯片设计、外延生长、芯片制造、测试与失效分析于一体，拥有全球最大的8英寸硅基氮化镓晶圆的生产能力。



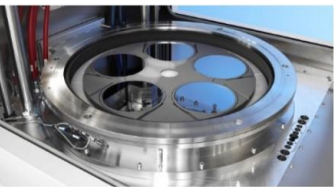
英诺赛科目前拥有苏州及珠海两个生产工厂，超过1,400名员工。珠海工厂产能为4,000片/月，苏州工厂产能为6,000片/月。2022年5月，英诺赛科被广东省半导体协会授予“2022年度科技创新奖”。

英诺赛科融资情况，2019-2022年

日期	融资轮次	融资金额	投资机构
2022-02	D轮	30亿人民币	钛信资本领投，毅达资本、海通创新资本、中比基金等6家跟投
2021-05	C轮	未透露	华业天成、深圳中天汇富基金管理
2019-10	B轮	未透露	华业天成、国民创投、招银国际、朗玛峰创投等7家

英诺赛科主要技术

8英寸GaN-on-Si外延



英诺赛科优化了GaN-on-Si外延工艺，获得了均匀、无裂纹、低位错密度和低位缺陷的外延晶圆；

英诺赛科开发了专为优化高压和低压器件的8英寸GaN-on-Si外延缓冲技术，通过内部控制外延技术，来快速调整外延制程，以适应特定需求或应用。

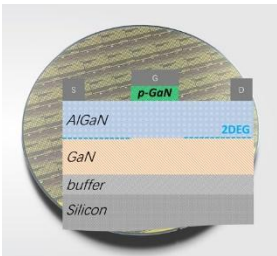
8英寸GaN-on-Si器件技术



英诺赛科所生产的8英寸GaN-on-Si晶圆，其每片晶圆的器件数量比6英寸晶圆多80%，降低了器件成本；

英诺赛科在生产线上配备全新的8英寸制造设备，并开发出与硅兼容的工艺流程(如无金工艺、平整工艺、蚀刻工艺等)，使得生产出来的8英寸GaN器件生产成本低、效益高。

8英寸GaN-on-Si工艺技术



英诺赛科开发了一种应变增强层技术。由应变增强层产生的应力会引起额外的压电极化，使得2DEG密度增加，与没有应变层的器件相比，RDS_ON降低66%；

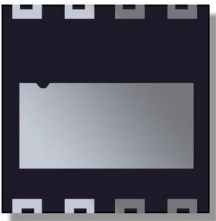
得益于这项技术，英诺赛科的GaN-on-Si E-mode HEMT具有非常低的特定导通电阻。

氮化镓行业企业推荐——英诺赛科（2/2）

英诺赛科主要产品有HV GaN HEMT、LV GaN HEMT、系统集成解决方案等，具有技术实力雄厚、核心团队经验丰富、不断拓展市场布局的竞争优势

英诺赛科主要产品

HV（高压） GaN HEMT



以INN650D080B型号为例，英诺赛科该款氮化镓产品采用DFN 8x8封装，耐压650V，导阻80mΩ，连续电流30A，脉冲电流可达59A，能够适应-55℃到150℃工作环境，有着低栅极电荷、低输出电荷的优点，提升电源转换效率。

LV（低压） GaN HEMT



以INN040LA015A型号为例，英诺赛科该款产品耐压40V，导阻1.5mΩ，可在-40℃到150℃下工作。采用晶圆级FCLGA 5x4mm封装，相比传统封装MOS管体积大大缩小，同时其优化的走线更加方便高频大电流布线，拥有超低的寄生电容、无反向恢复

系统集成解决方案



英诺赛科为客户提供使用英诺赛科器件开发的系统解决方案，并根据客户的应用场景设计和开发客制化产品，可在3-6个月内提供工程样品，之后的6个月实现批量生产，帮助客户开发与英诺赛科相关的系统解决方案。

英诺赛科竞争优势

1

技术实力雄厚

- 英诺赛科采用IDM模式，集芯片设计、外延生长、芯片制造、测试与失效分析于一体。
- 英诺赛科建立了全球最大的8英寸硅基氮化镓晶圆的生产线，且苏州、珠海工厂产能达到10,000片/月，预计在2025年达到65,000片/月。

2

核心团队经验丰富

- 英诺赛科的核心技术团队由半导体和（电力）电子行业的专家和资深人士组成。这些成员均来自世界一流的领先公司，在硅基氮化镓技术的开发和大规模量产方面拥有丰富的经验。同时，英诺赛科还汇集了系统工程领域的专家，用于进行面向特殊应用和客户的开发板及其他电路系统的研制。

3

不断拓展市场布局

- 在消费电子领域，与众多国内外一线消费电子品牌达成合作，如OPPO、vivo、联想、摩托罗拉等，应用上也从智能手机拓展到笔记本电脑等市场；
- 同时，英诺赛科针对电动汽车市场开发的车规级产品已经获得激光雷达客户采用并建立了合作关系。

氮化镓行业企业推荐——海威华芯

海威华芯成立于2010年，是一家主要提供6寸砷化镓/氮化镓纯晶圆制造的芯片制造企业，具有专注于技术提升的代工厂模式、母公司实力雄厚的竞争优势

企业介绍

成都海威华芯科技有限公司（以下简称为“海威华芯”）成立于2010年，总部位于成都双流，是国内较早提供6寸砷化镓和6寸氮化镓纯晶圆制造（Foundry）服务的芯片制造企业。2015年，海威华芯在中国建成了6寸砷化镓/氮化镓半导体集成电路芯片军民两用商业化生产线。



2021年，海威华芯完成近20亿元融资，用于持续展开化合物半导体芯片技术能力的突破及产能的提升。海威华芯用地225亩，拥有化合物半导体生产加工设备1,200+台，为行业提供GaN HEMT集成电路制程，于2021年11月入选2021年四川省“专精特新”中小企业拟认定名单。

海威华芯主要服务

GaN晶圆代工

海威华芯的GaN工艺产品分为0.25μm GaN HEMT工艺和0.5μm GaN HEMT工艺。0.25μm的工作频段为X波段及以下，主要用于MMIC制作；0.5μm的工作频段为6GHz及以下，主要用于功率管芯制作。

晶圆测试

公司拥有洁净度1,000级的测试场地，并拥有业内先进的仪器设备，具备化合物半导体器件及芯片的直流测试能力和射频测试能力，可完成单颗有源及无源器件、MMIC芯片以及整晶圆级的测试，能进行质量一致性检验。

海威华芯发展历程

- 2010年，公司成立并开始规划建设；2015年，首台主设备搬入厂区
- 2015年，4月全面打通生产线，并发布首款新品
- 2016年，8月产出首片6英寸SiC基GaN晶圆
- 2017年，9月加入5G创新联盟
- 2018年，新增射线装置应用项目环境保护竣工验收
- 2019年，8月，Hiwafer PPA15工艺正式发布
- 2020年，2019年总产值翻番，多款产品实现量产
- 2020年，4月，5G基站产品在2020成都新经济新场景新产品首场发布会上向全球发布

海威华芯竞争优势

1

专注技术提升的代工厂模式

海威华芯采用代工厂的模式，专注于氮化镓器件的生产与制造，不参与设计，销售模式以接受订单为主。因此可以同时为多家企业服务，并减少了因由于市场调研不准、产品设计缺陷等因素带来的决策风险。

2

母公司实力雄厚

海威华芯由海特高新和央企中电科29所合资建成，后又有正威国际注资。海特高新和重点29所在半导体领域经验丰富，实力雄厚，技术水平较高。同时，正威国际能在金融领域持续给予支持，使得海威华芯发展迅速。

方法论

- ◆ 头豹研究院布局中国市场，深入研究19大行业，持续跟踪532个垂直行业的市场变化，已沉淀超过100万行业研究价值数据元素，完成超过1万个独立的研究咨询项目。
- ◆ 头豹研究院依托中国活跃的经济环境，研究内容覆盖整个行业发展周期，伴随着行业内企业的创立，发展，扩张，到企业上市及上市后的成熟期，头豹各行业研究员积极探索和评估行业中多变的产业模式，企业的商业模式和运营模式，以专业视野解读行业的沿革。
- ◆ 头豹研究院融合传统与新型的研究方法论，采用自主研发算法，结合行业交叉大数据，通过多元化调研方法，挖掘定量数据背后根因，剖析定性内容背后的逻辑，客观真实地阐述行业现状，前瞻性地预测行业未来发展趋势，在研究院的每一份研究报告中，完整地呈现行业的过去，现在和未来。
- ◆ 头豹研究院密切关注行业发展最新动向，报告内容及数据会随着行业发展、技术革新、竞争格局变化、政策法规颁布、市场调研深入，保持不断更新与优化。
- ◆ 头豹研究院秉承匠心研究，砥砺前行的宗旨，以战略发展的视角分析行业，从执行落地的层面阐述观点，为每一位读者提供有深度有价值的研究报告。

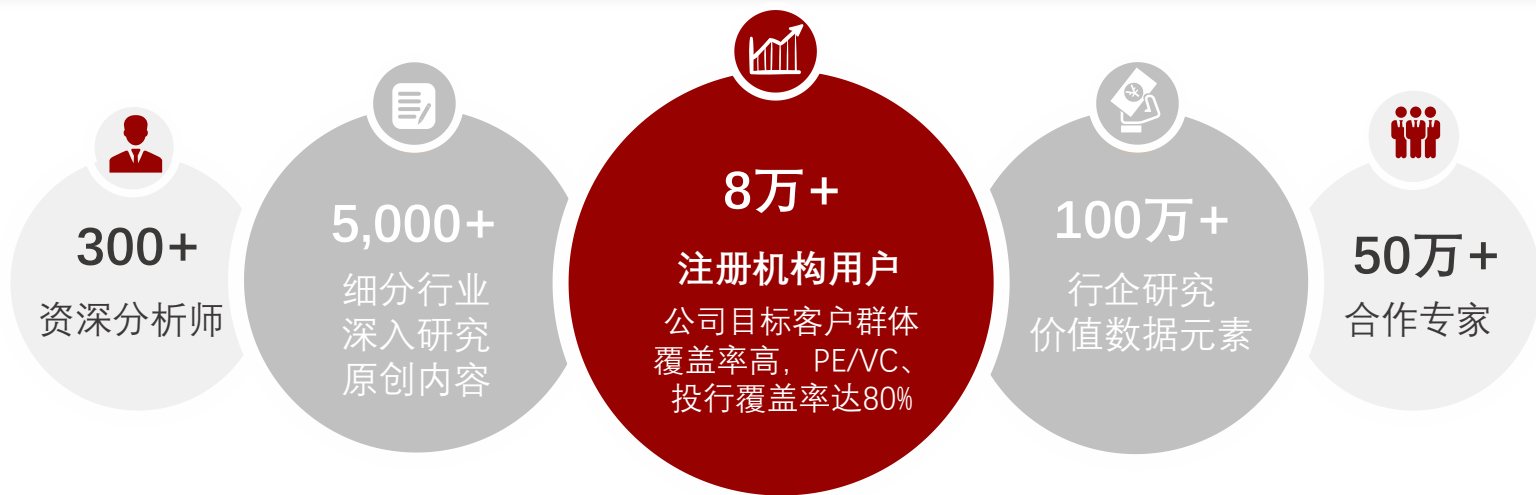
法律声明

- ◆ 本报告著作权归头豹所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复刻、发表或引用。若征得头豹同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“头豹研究院”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节或修改。
- ◆ 本报告分析师具有专业研究能力，保证报告数据均来自合法合规渠道，观点产出及数据分析基于分析师对行业的客观理解，本报告不受任何第三方授意或影响。
- ◆ 本报告所涉及的观点或信息仅供参考，不构成任何证券或基金投资建议。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告或证券研究报告。在法律许可的情况下，头豹可能会为报告中提及的企业提供或争取提供投融资或咨询等相关服务。
- ◆ 本报告的部分信息来源于公开资料，头豹对该等信息的准确性、完整性或可靠性不做任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映头豹于发布本报告当日的判断，过往报告中的描述不应作为日后的表现依据。在不同时期，头豹可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告或文章。头豹均不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，头豹对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，读者应当自行关注相应的更新或修改。任何机构或个人应对其利用本报告的数据、分析、研究、部分或者全部内容所进行的一切活动负责并承担该等活动所导致的任何损失或伤害。



头豹研究院简介

- ◆ 头豹是中国领先的原创行企研究内容平台和新型企业服务提供商。围绕“协助企业加速资本价值的挖掘、提升、传播”这一核心目标，头豹打造了一系列产品及解决方案，包括：**报告/数据库服务、行企研报服务、微估值及微尽调自动化产品、财务顾问服务、PR及IR服务**，以及其他以企业为基础，利用大数据、区块链和人工智能等技术，围绕产业焦点、热点问题，基于丰富案例和海量数据，通过开放合作的增长咨询服务等
- ◆ 头豹致力于以优质商业资源共享研究平台，汇集各界智慧，推动产业健康、有序、可持续发展



备注：数据截止2022.6

四大核心服务

研究咨询服务

为企业提供定制化报告服务、管理咨询、战略调整等服务

企业价值增长服务

为处于不同发展阶段的企业，提供与之推广需求相对应的“内容+渠道投放”一站式服务

行业排名、展会宣传

行业峰会策划、奖项评选、行业白皮书等服务

园区规划、产业规划

地方产业规划，园区企业孵化服务



研报阅读渠道

◆ 头豹官网：登录 www.leadleo.com 阅读更多研报

◆ 头豹小程序/微信小程序：搜索“头豹”，手机可便捷阅读研报

◆ 头豹交流群：可添加企业微信13080197867，身份认证后邀您进群

详情咨询



客服电话

400-072-5588



上海

王先生： 13611634866

李女士： 13061967127



深圳

李先生： 18916233114

李女士： 18049912451



南京

杨先生： 13120628075

唐先生： 18014813521

