

氮化镓(GaN)

GaN 材料具有禁带宽度大、击穿电场高、电子迁移率高等特性，使得 GaN 功率器件具备高频、高效、低导通损耗、高功率密度等显著优势，是研制微电子器件、光电子器件的新型半导体材料，与 SiC、金刚石等半导体材料一起，被誉为是继第一代 Ge、Si 半导体材料、第二代 GaAs、InP 化合物半导体材料之后的第三代半导体材料。它具有宽的直接带隙、强的原子键、高的热导率、化学稳定性好（几乎不被任何酸腐蚀）等性质和强的抗辐照能力。

性能参数 Specifications			
分子式	GaN		
晶体结构	纤锌矿型六方晶系 P6 ₃ mc		
晶胞参数	a ≈ 3.19 Å, c ≈ 5.19 Å		
熔点	1700°C		
密度	6.1 g/cm ³		
生长方法	HPVE（氢化物气相外延）		
莫氏硬度	8-9		
禁带宽度	3.4eV		
热导率	130W/(m·K)		
导电类型	N-type（掺 Si）	非掺	Semi-Insulating（掺 Fe）
电阻率	< 0.02 Ω·cm	< 0.5·cm	> 10 ⁶ Ω·cm
电子迁移率	2000cm ² /(V·s)		
饱和漂移速度	2.2×10 ⁷ cm/s		
晶向及公差	<0001>±0.5°		
参考边晶向及公差	<1-100>±1°		
尺寸	5*5mm, 10*10mm, 20*20mm, Ø50.8, Ø100		
厚度	0.3mm, 0.65mm		
位错密度	≤ 5×10 ⁶ cm ⁻²		
有效面积	≥90%		

GaN 在光电子、高温大功率器件和高频微波器件应用方面有着广阔的前景。

1. 功率电子器件

垂直结构功率器件：GaN 单晶衬底支持垂直型 GaN HEMT、JFET 和 MOSFET 等结构，适用于高电压（如 650V–1200V）、大电流场景，如：新能源汽车主驱逆变器（尤其 800V 平台）、车载充电器（OBC）与 DC-DC 转换器、工业电机驱动与光伏逆变器。

优势：相比异质衬底（如硅、碳化硅）外延薄膜，GaN 单晶衬底位错密度低（可低至 10⁴ cm⁻²），显著提升器件击穿电压、导通效率与热稳定性。

2. 射频与微波通信

5G/6G 基站射频功率放大器：GaN 单晶衬底的高电子迁移率（可达 2000 cm²/V·s）和高饱和漂移速度，使其在毫米波频段具备低损耗、高增益特性。

雷达与卫星通信：用于军用相控阵雷达、商用卫星系统，提升信号处理效率与系统可靠性。

3. 光电子器件

高效 LED 与激光二极管：GaN 单晶作为同质外延衬底，可大幅降低 LED 结温，提升单位面积亮度达 10 倍以上，广泛用于紫光/蓝光激光器（如激光显示、投影）、高亮度照明与

Micro-LED 显示屏。

紫外探测与杀菌：利用 GaN 直接带隙特性，开发高灵敏度紫外光电探测器与水/空气杀菌设备。

4. 光伏与能源转换

高效太阳能逆变器：GaN 单晶器件支持更高开关频率，减小电感/电容体积，提升逆变器功率密度 610。

数据中心电源：在 AI 服务器等高密度供电场景中，GaN 单晶垂直器件可实现 97.5% 以上转换效率，缓解电力瓶颈 7。

5. 军事与航天

高可靠电子系统：GaN 单晶抗辐射、耐高温特性，适用于卫星、导弹、无人机等极端环境下的电源与通信模块 611。

定向能武器：作为高功率微波源的核心材料