安森美助力电气化迈上新台阶

垂直 GaN 简介

© onsemi 2025 | 公开信息

垂直架构：
功率技术新高度

垂直 GaN 创新
vGaN 支持高电压和高频率运行，效率优于硅芯片

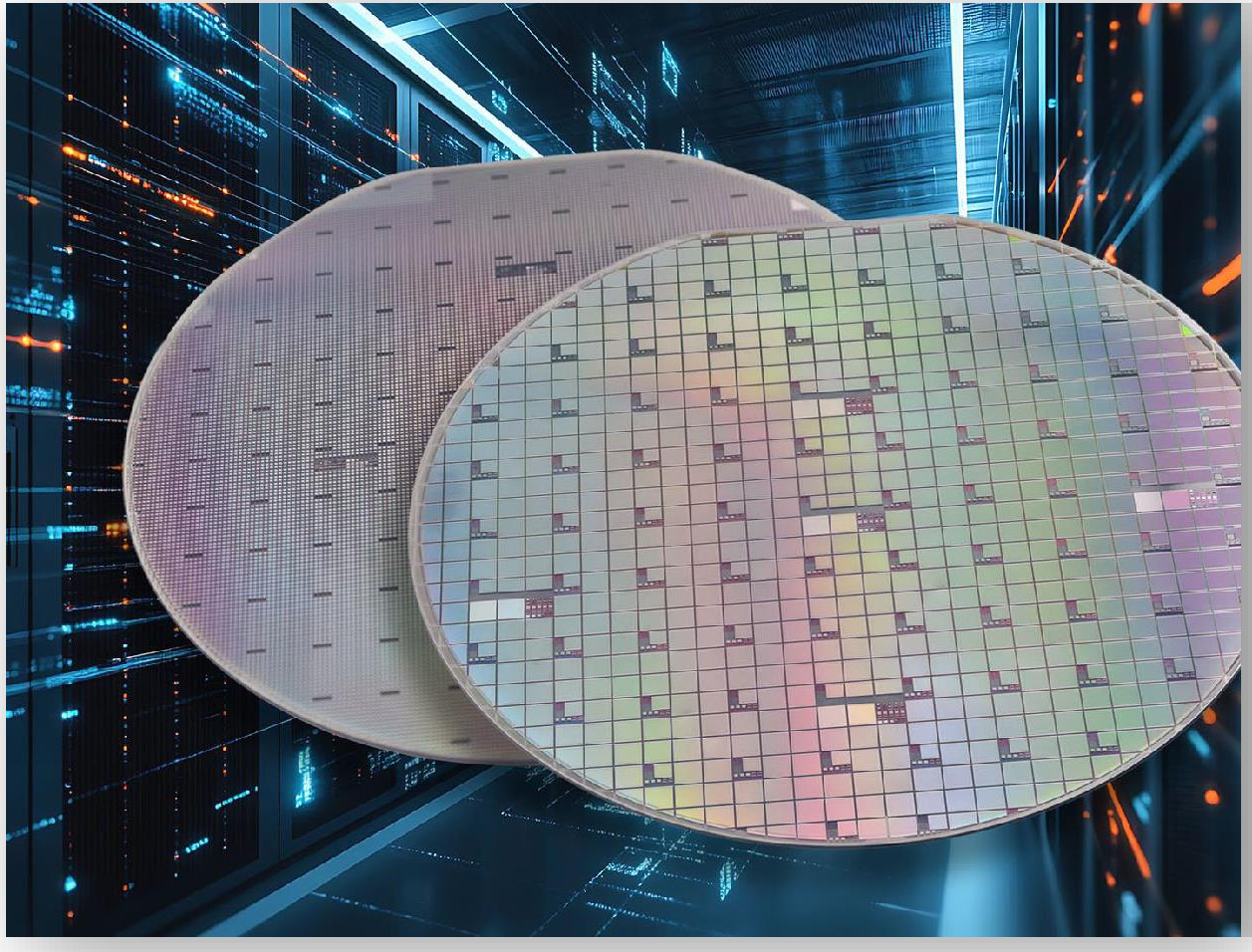
先进制造工厂
GaN 研发工作在占地 66,000 平方英尺、配备 GaN 生产专用工具的洁净室设施中进行

专有 GaN 生长工艺
工程师借助**安森美 (onsemi)** 独特的专有技术，直接在 GaN 晶圆上生长 GaN 层

市场领先与发展进度
安森美率先实现 vGaN 技术规模化生产，目前已向早期客户提供 700V 和 1,200V 器件样品

公开信息

什么是垂直 GaN?



垂直 GaN 结构

GaN 层生长在 GaN 衬底上，电流可以垂直流过芯片

更高性能

与横向 GaN 器件相比，可实现更高的电流密度和电压

出色的开关速度

支持的开关频率超越硅和碳化硅技术的能力范围

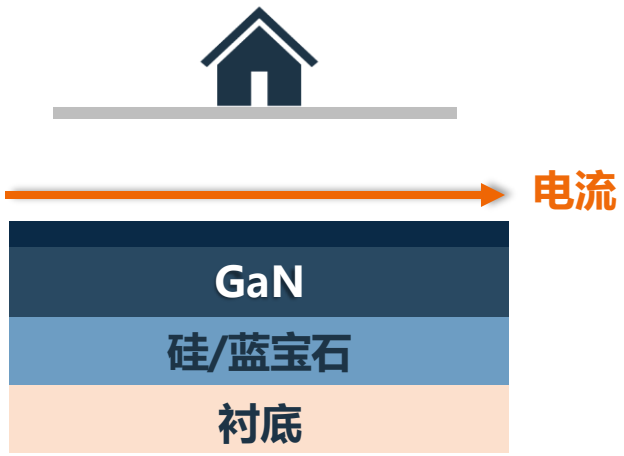
先进应用

非常适合用于人工智能数据中心、电动汽车充电桩与主驱逆变器，以及可再生能源系统

垂直 GaN 与横向 GaN

功率性能比较

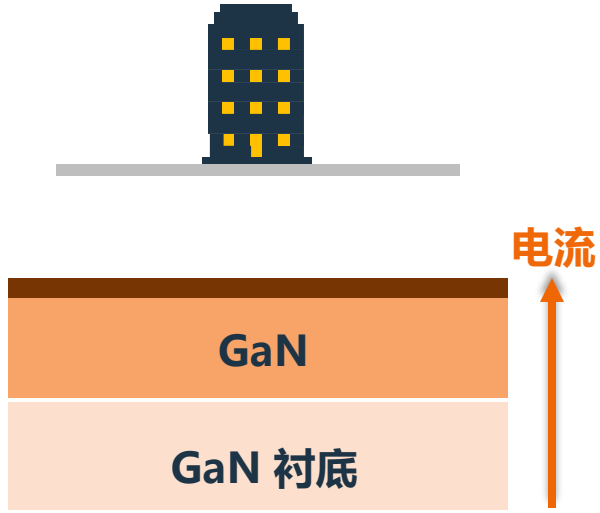
横向 GaN



主要区别

- 衬底材料
- 电流方向
- 电压能力
- 效率（能量损耗更低，产生的热量更少）

垂直 GaN



	横向 GaN		垂直 GaN
衬底区别	硅基氮化镓或蓝宝石基氮化镓	→	GaN-on-GaN
电流路径	水平（流经表面）	→	垂直（流过芯片）
电压等级	最高可达 1,700V	→	超过 1,200V（最高可达 3,300V）
电流密度	一般	→	高
尺寸	较小	→	最小巧紧凑
应用领域	消费电子产品、数据中心和汽车 OBC（不包括高功率和加固型应用）	→	人工智能数据中心、汽车 OBC、主驱逆变器、工业，可再生能源、航空航天

公开信息

vGaN 正推动众多关键领域的创新和效率提升

人工智能数据中心

降低系统 BOM 成本，提高效率，助力减少数据中心能耗

EV

为电动汽车提供更小巧、更高效的逆变器，助力延长续航里程并加快充电速度

可再生能源

提高太阳能逆变器和风能转换系统的效率

航空航天

为高性能系统提供紧凑、坚固、可靠的电力电子解决方案

公开信息

安森美的垂直 GaN
赋能未来

人工智能数据中心

通过减小 800V 电源转换器的尺寸，提高计算密度

电动汽车

电动汽车充电速度更快，相关设备尺寸更小、效率更高

可再生能源

高效的太阳能逆变器和风能系统，减少能源浪费

航空航天

紧凑、坚固、可靠的高性能电源系统

安森美成功驾驭复杂技术，助力实现规模化创新

制造突破

垂直 GaN 技术的重要进展

研究人员对这项技术的探索已逾 15 年。**安森美**实现垂直 GaN 的商业化，是制造领域的重要里程碑。

先进制造工艺

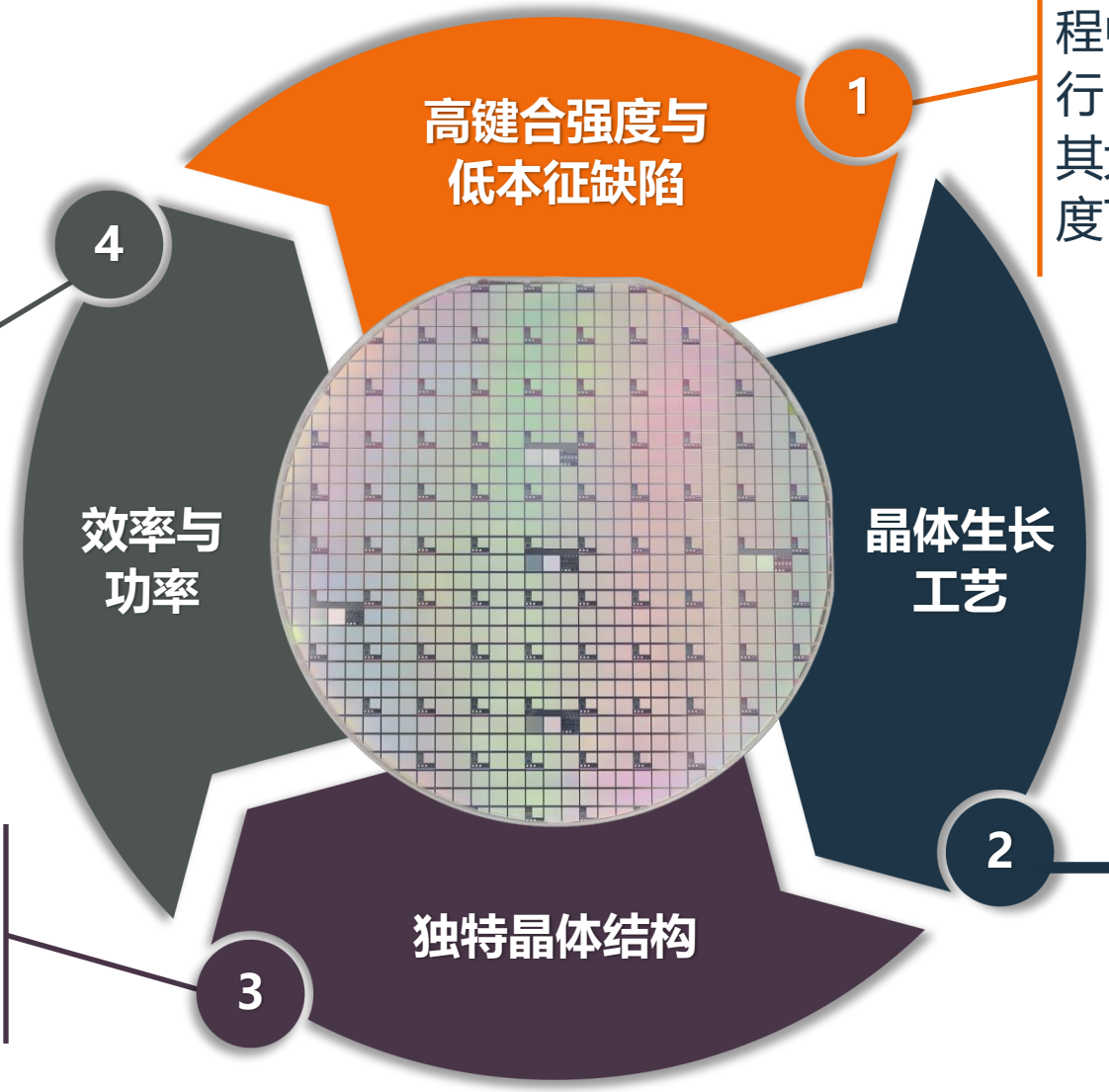
垂直 GaN 制造需要在块状衬底上生长厚实且无缺陷的 GaN 层，这一过程依赖精密外延生长技术和新型制造方法

创新与专利组合

安森美拥有 130 多项相关专利，涵盖器件架构和加工工艺，展现其强大的创新能力和知识产权保护水平

公开信息

你知道吗?



GaN 中的掺杂必须在外延生长过程中原位进行。在图案化表面上进行 P 型 GaN 再生长，技术难度尤其大。离子注入工艺需要在极高温度下进行。

pGaN 和 nGaN 均采用外延生长法制备。**安森美**已掌握在图案化表面上重新生长 pGaN 的技术，并拥有多项相关专利。

垂直 GaN 呈六方纤锌矿晶体结构，展现出独特的电子和光学特性。

垂直架构使电流能够直接垂直流过器件，助力电源转换器压缩到平装书大小。

公开信息

GaN 的科学原理

纤锌矿结构 - 六方晶系的优势

高键合强度与低本征缺陷

垂直 GaN 晶体的生长和掺杂过程旨在提升其性能和可靠性，同时简化制造工艺。

这一特性使垂直 GaN 有别于硅和碳化硅，成为未来高能效电子产品的战略材料。

六方晶系的优势：纤锌矿晶体结构提升性能

垂直 GaN 的六方纤锌矿晶体结构是其优异性能的基础。这一结构赋予其独特的电子特性，显著增强其耐高压能力，并有助于电源系统微型化。

这种晶系优势与 pGaN 和 nGaN 的制备方法使垂直 GaN 有别于传统材料，成为推动下一代电子产品性能提升的关键因素。

高精准度：垂直 GaN 在高温环境中表现稳定

垂直 GaN 通过高温生长工艺获得出色的稳定性和性能，为高能效、高可靠性电力电子技术的发展提供支撑。

垂直 GaN 器件能够承受超过 1,200 V 的电压。利用该技术，已经研制出额定电压达 3,300V 的器件。

公开信息

Si、SiC 和 GaN 材料参数

GaN 在高频应用中表现出色

高电压运行、显著提高的频率和极低的损耗带来如下优势：

- 效率提升
- 更高频率下，无源元件尺寸得以缩减
- 电源转换系统整体尺寸减小、重量减轻、成本降低

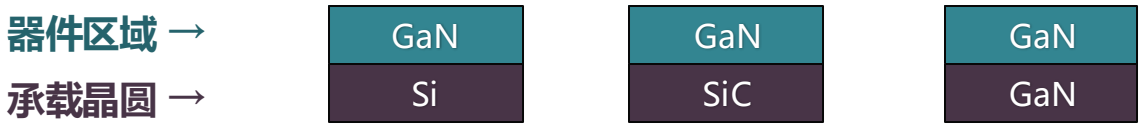
参数		Si	SiC	GaN	GaN 优势
带隙	(eV)	1.1	3.2	**3.4**	**更高击穿电压、更高耐温性**
电子迁移率	(cm^2/V.s)	1500	700	**2000**	**更高开关频率**
峰值电子速度	10^7 cm/s	1	2	**2.5**	
临界电场	MV/cm	0.3	3.0	**3.3**	**更高击穿电压**
BFOM[1]	W/cm^2	1	392[2]	**993[2]**	**更高开关频率、更高击穿电压**

[1] Baliga 品质因数 = $\varepsilon\mu E_c^3$。其中 ε = 介电常数，μ = 迁移率，E_c = 临界电场。
[2] 数值已归一化至 Si 性能水平

公开信息

GaN-on-GaN 具备高耐用性

与 GaN-on-Si/GaN-on-SiC 等横向器件相比，垂直结构的 GaN-on-GaN 器件因其同质外延结构，天然具备更强的稳健性



特性		GaN-on-Si	GaN-on-SiC	GaN-on-GaN	影响
缺陷密度	(cm^{-2})	10^9	5 x 10^8	**10^3 至 10^5**	**提升良率，提高可靠性**
晶格失配	(%)	17	3.5	**0**	**消除外延生长高应力，避免导致位错 → 提高可靠性**
CTE 失配	%	54	25	**0**	**无晶圆变形（开裂、翘曲）**
层厚度	µm	1-2	2-6	**>40**	**更高击穿电压 → 更高电压应用**

公开信息

垂直 GaN：简单的 GaN-on-GaN 三维结构

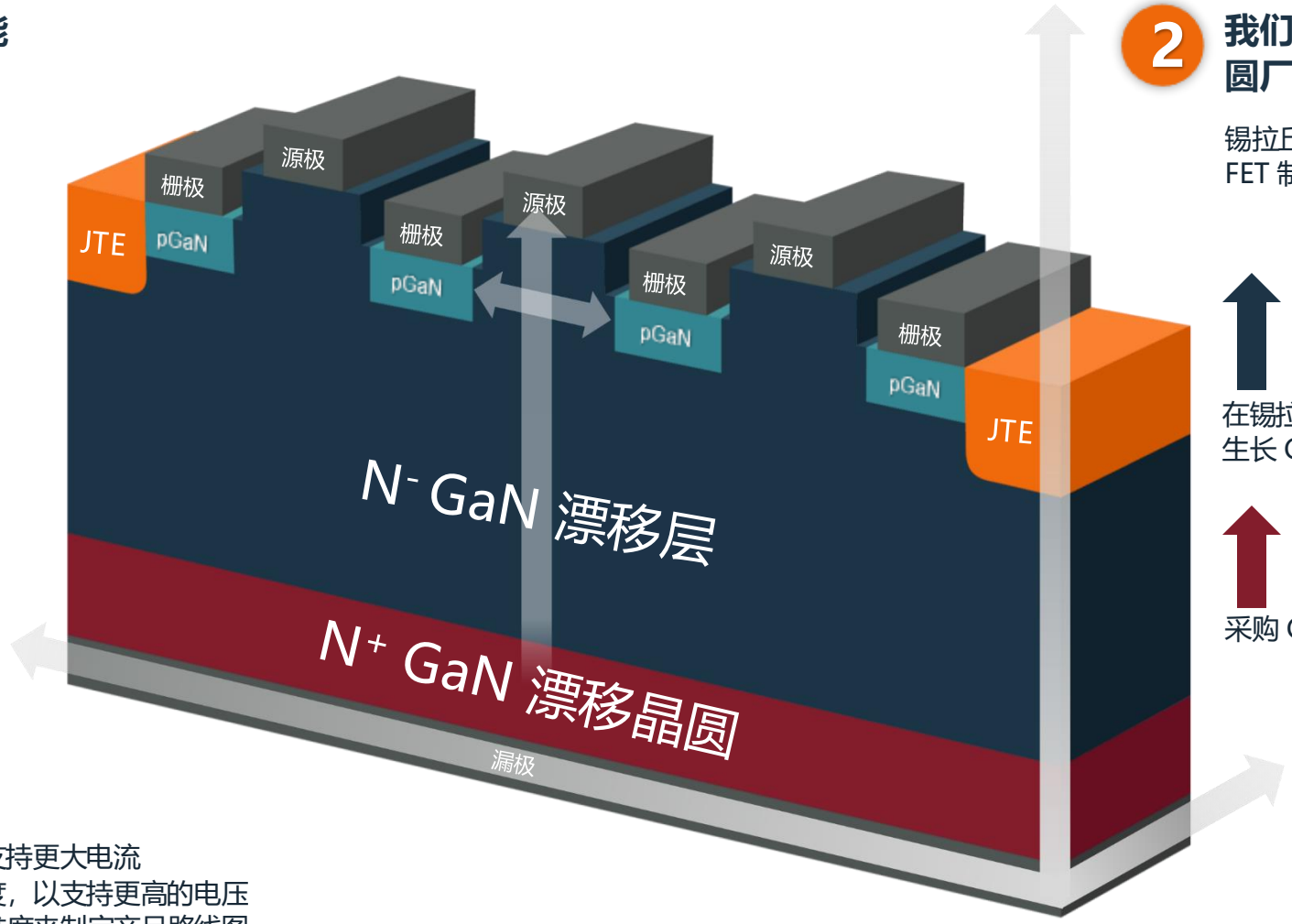
1 开关的基本功能

通过控制**栅极**实现开关切换

关
栅极*关闭，*
无电流

开
栅极*打开，*
有电流

电流从**漏极**流向**源极**



2 我们如何在晶圆厂制备 FET

锡拉丘兹晶圆厂的 FET 制备步骤

在锡拉丘兹晶圆厂生长 GaN 漂移层

采购 GaN 晶圆

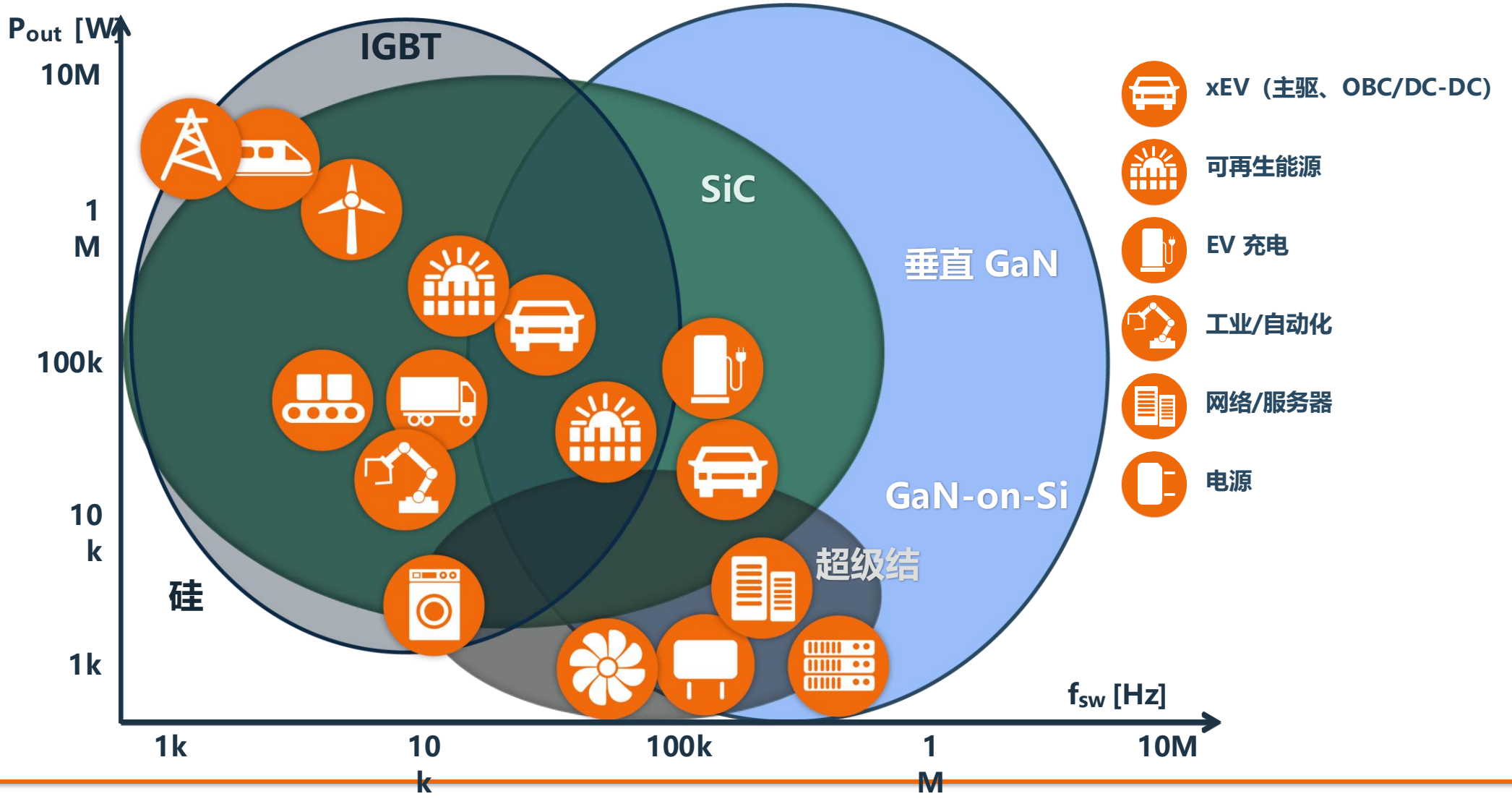
3 3D 路线图

- 增大面积，以支持更大电流
- 增加生长层厚度，以支持更高的电压
- 利用所有三个维度来制定产品路线图

- 垂直 GaN-on-GaN e-JFET 提供了一种可扩展的高导电性功率开关
- JFET 沟道利用 GaN 的高体迁移率，实现较低的整体 $R_{DS(ON)}$
- 器件结构具备稳健的边缘端接设计，可实现完整的雪崩防护能力

公开信息

适用于各种应用的功率开关技术



公开信息

安森美的垂直 GaN 技术不仅是一项技术突破。对于那些寻求在能效、电气化和先进制造领域占据领先地位的企业和国家而言，它更是一项战略资产。

能源需求

以高效率、高性能的电力电子器件满足 AI 和电动汽车市场日益增长的能源需求

性能和效率

相比传统解决方案，更小巧、更轻便、更高效；支持先进的产品设计

行业投资

为高能效电子产品提供竞争优势，同时具备技术前瞻性，能够满足未来市场需求

公开信息

onsemi™

Intelligent Technology. Better Future.

关注我们 @onsemi

www.onsemi.cn

© onsemi 2025 | 公开信息