

珠海镓未来科技有限公司

# 氮化镓成就绿色能源未来

GaN Inspires Future

May 2022





## 公司介绍

核心团队、发展历程、公司愿景



## 半导体技术发展和 GaN 器件

功率半导体材料特性、SiC MOSFET vs GaN HEMT、GaN HEMT 对比分析、Cascode GaN 技术和优点、产品线路图



## GaN 系统应用

社会经济价值、丰富的应用场景、PD 快充、算力电源、ICT 电源、双向逆变器、双向 DC-DC、车载双向 DC-DC



## 运营优势

汇聚顶尖技术和制造、可靠性测试实验室、合作伙伴



## 吴毅锋博士：创始人、首席技术官、国际知名 GaN 器件专家

- IEEE Fellow, GaN 微波射频和功率器件原创性和拓展性贡献人
- 历任 Cree 公司 Lead Scientist 以及 Transphorm 公司 Sr. VP
- GaN 射频功率密度的世界记录至今仍无人突破，112项原始专利的发明人，论文他引超17,000次
- 攻克了 GaN 功率器件设计和制造难题，全球首批开发并量产650V和900V商用 GaN 功率器件
- 清华大学学士，UCSB机械工程硕士和电子工程博士
- IEEE Electron Device Letter 编辑

### 技术团队

- 吴毅锋博士领衔，27年行业经验
- 研发和应用人员35人，500+年 GaN 器件研发/应用经验
- 博士和博士后共6人，150+年知名公司行业经验
- 10年以上设计经验人员占比80%
- Cree/Transphorm/TI 等丰富的从业经验

### 市场和营销

- 蔡学江 总经理。前华为海思市场总监领衔，22年半导体化合物本地化市场和营销经验
- ST/AOS 等市场和营销高管加盟，赋能 GaN 器件市场推广
- 快速响应的本地化售前售后支持
- 小功率至中大功率全系列应用的领先优势

### 运营优势

- 与 Transphorm 深度合作，获取IP授权，加快 GaN 器件研发
- 与 AFSW/GaNovation 深度合作，实现 GaN 器件快速生产和交付
- 封测本地化，持续优化成本
- Intel/Littlefuse/士兰微等运营高管加盟，丰富的从业经验



三款650V产品  
上市

接收产品订单300万颗；中  
标国家电网“900V高耐压开  
关器件”项目，拓展智能电  
表应用场景

启用深圳新一代产  
业园办公室，组建  
大功率应用团队

公司成立，与全球 GaN 顶  
尖厂商 Transphorm 建立  
深度合作关系，实现快速商  
业化落地

团队组建完毕，启用珠海横  
琴办公室和研发实验室

与 AFSW/GaNovation  
建立深度合作关系；获  
得ISO 9001 资质

2021营收近  
2,000万，团队  
近60人

2020-10

2021-03

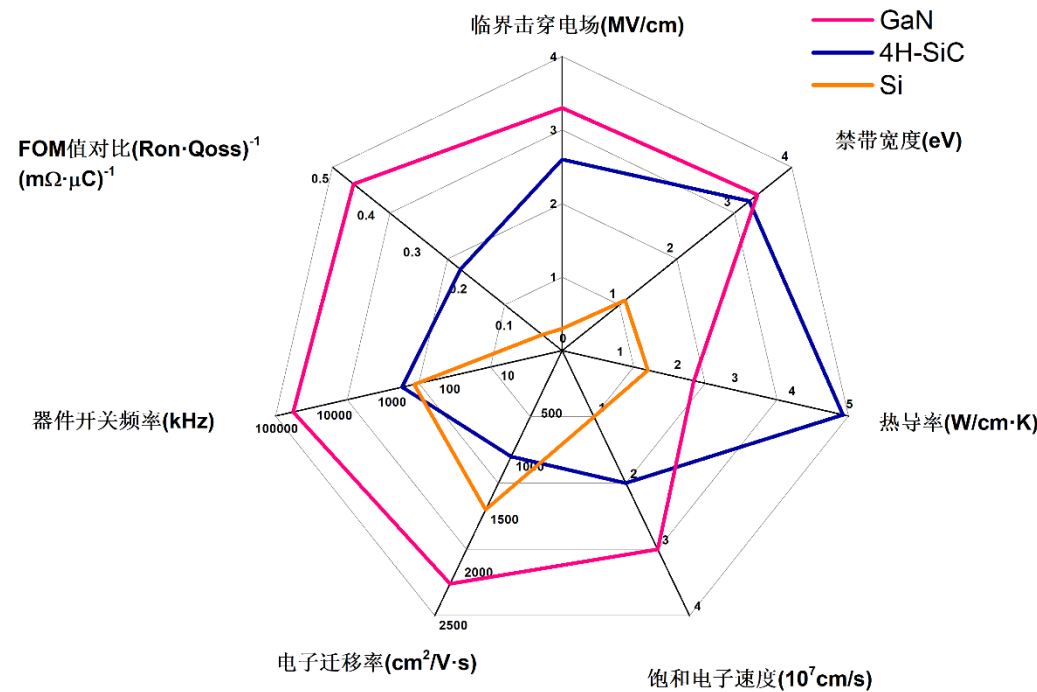
2021-05

2021-07

2021-09

2021-10

2022-



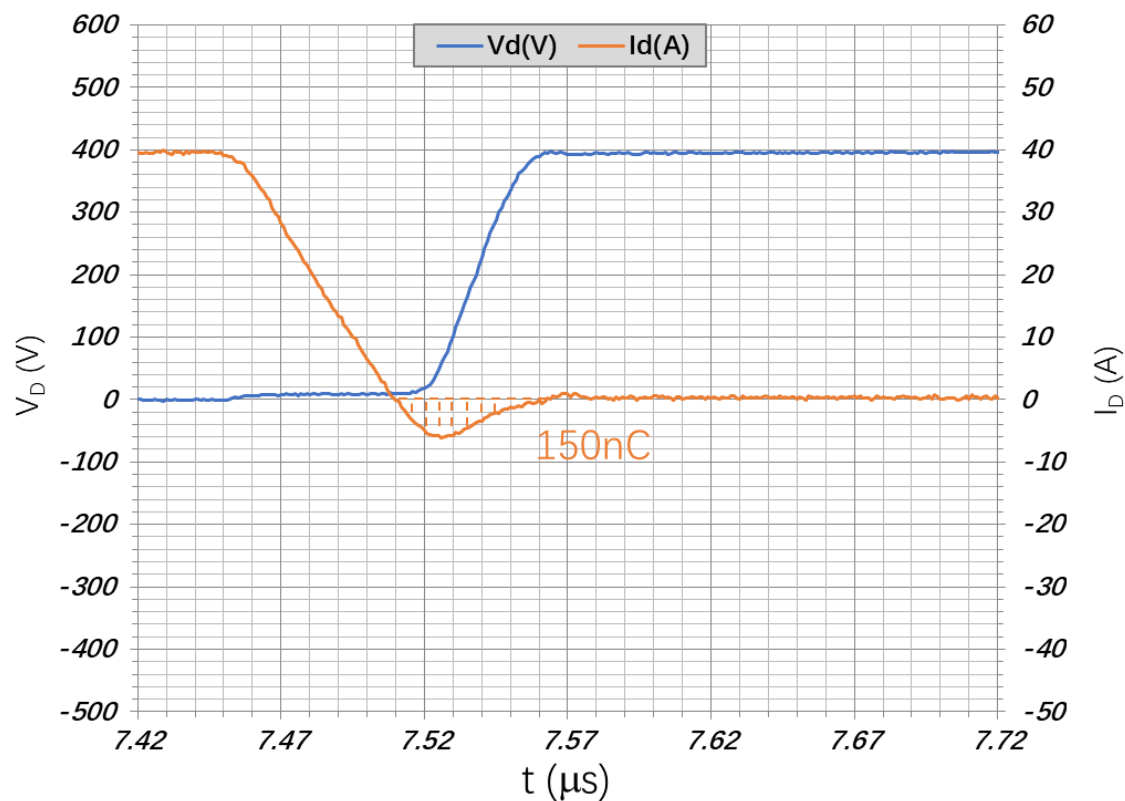
特性指标	单位	Si	4H-SiC	GaN	备注
禁带宽度 $E_g$	eV	1.1	3.3	3.4	
临界击穿电场 $E_c$	MV/cm	0.3	2.6	3.3	耐压优势
饱和电子速率 $V_s$	$10^7\text{cm/s}$	1	2	3	射频优势
电子迁移率 $\mu_n$	$\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$	1,500	1,000	2,200*	内阻和工作频率
热导率	$\text{W}/\text{cm}\cdot\text{K}$	1.5	4.9	2.3	散热优势
开关频率	kHz	400	650	50,000	小尺寸
$\text{Ron}\cdot\text{Qoss}$	$\text{m}\Omega\cdot\mu\text{C}$	22.6	4.5	2.2	效率优势

\* 2DEG

J. Phys. D Appl. Phys. 51, 163001 (2018)  
Appl. Phys. Lett. 106, 251601(2015)  
Wide-bandgap semiconductors: Performance and benefits of GaN versus SiC, Analog Design Journal(2020)  
Wide Bandgap (WBG) Power Devices and Their Impacts On Power Delivery Systems, IDEM(2016)  
<http://www.ioffe.ru/SVA/NSM/Semicond/GaN/index.html>

- Si 适用于低压和低频应用，且**制造成本低**
- GaN 和 SiC 适用于高频率高效率应用，其中 **GaN** 比 SiC **频率更高**
- SiC **过电流能力和散热能力强**于 GaN，但是材料制造成本很高
- GaN 基于硅衬底，能以较低的成本实现高效率；目前成本高于Si 器件，但由于效率的明显提升，能够**降低**系统的**使用成本**。



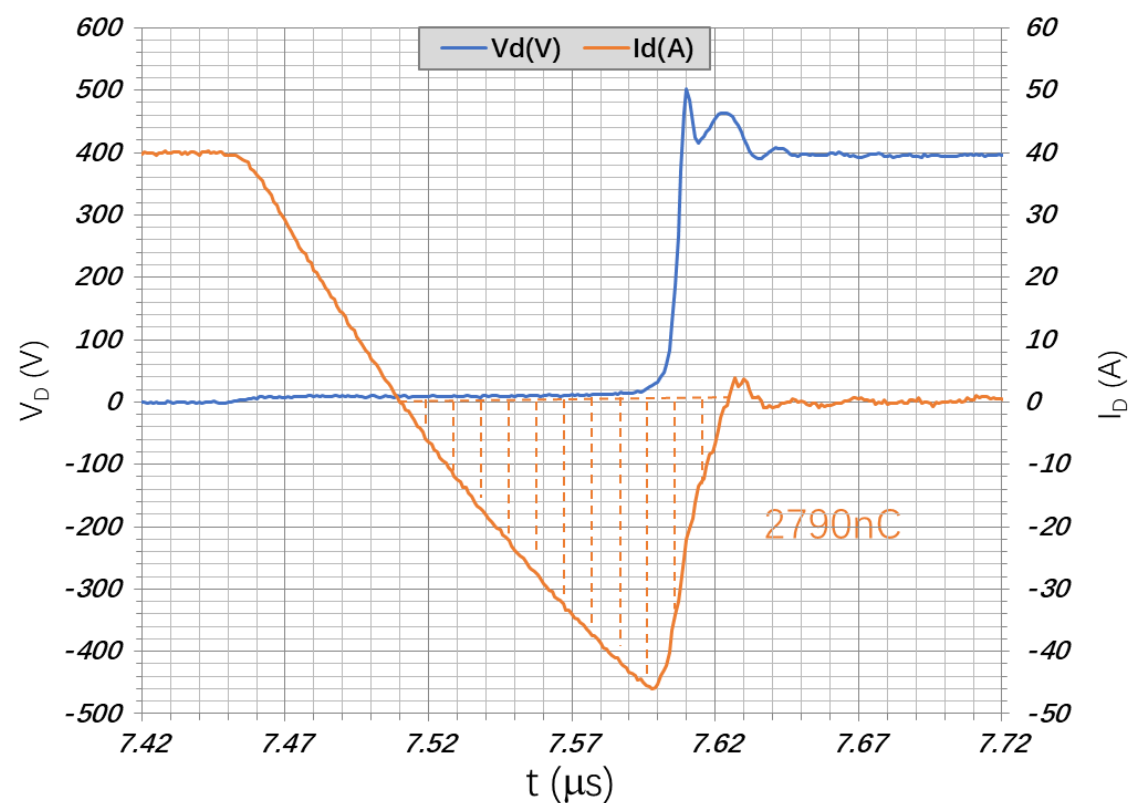


G1N65R035TB-N

Reverse turn-off, 41m $\Omega$

V400V, 40A,  $di/dt=800\text{A}/\mu\text{s}$ ,  $Q_{rr}=150\text{nC}$

1 : 18.6



Si MOSFET

Reverse turn-off, 41m $\Omega$

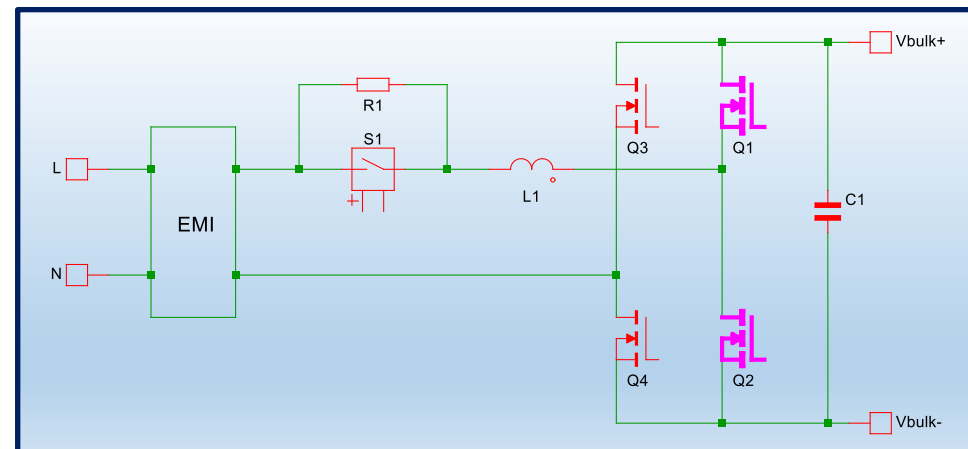
400V, 40A,  $di/dt=800\text{A}/\mu\text{s}$ ,  $Q_{rr}=2790\text{nC}$

## 650V GaN HEMT 的兼具性能和价格优势

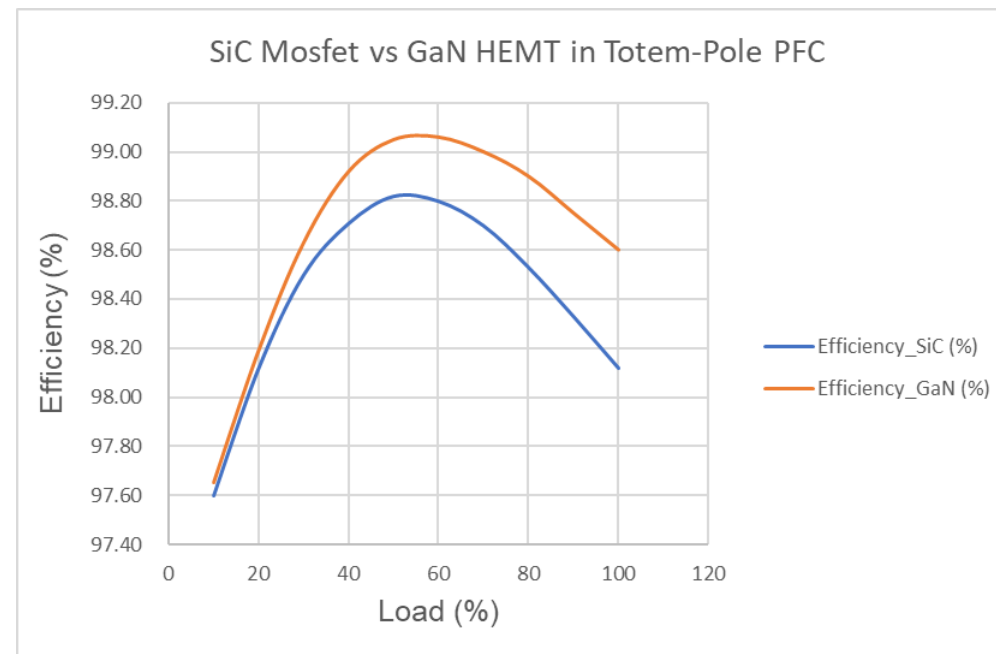
### 对比 SiC MOSFET, GaN HEMT 有下列优势:

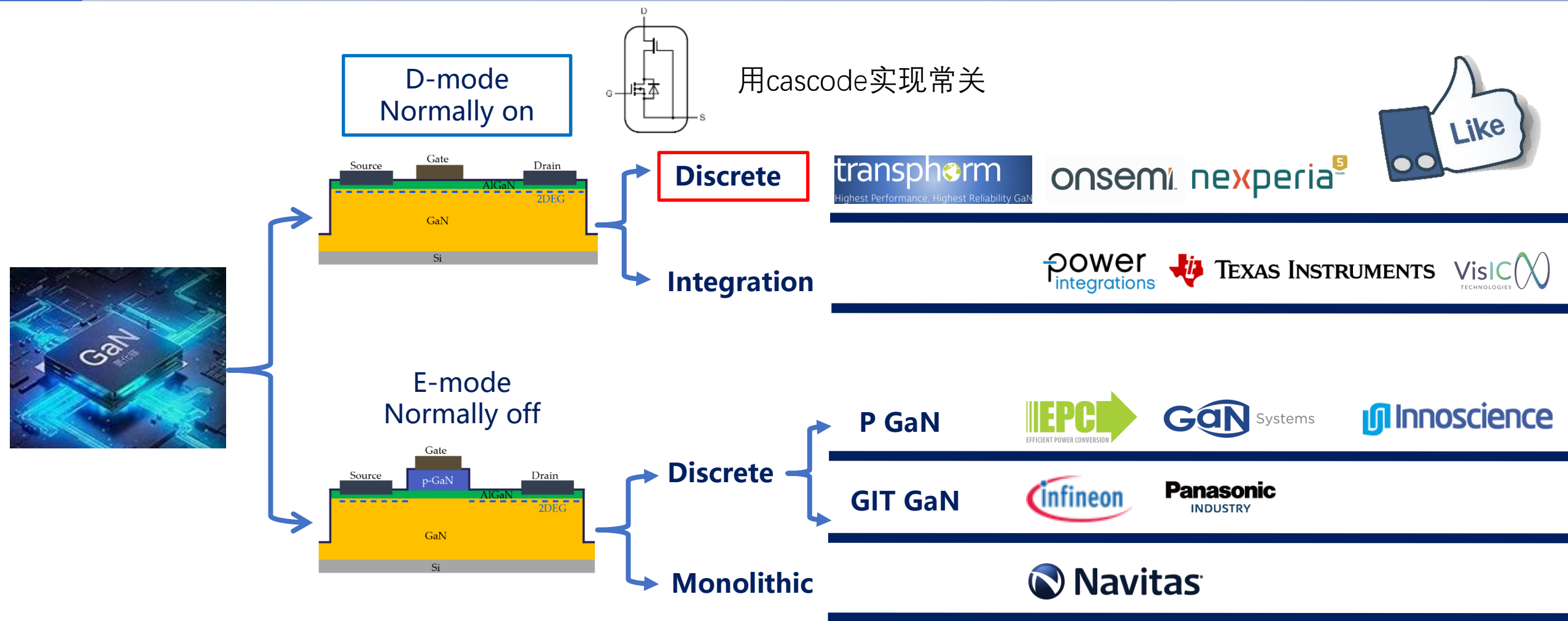
- 中低压 (900V以内) 优良的开关性能, 频率更高, 寄生参数更小
- 中低压 (900V以内) 的成本优势
- 电压范围: 650V ~ 900V
- 功率范围: 500W~10000W

### 图腾柱无桥PFC拓扑, 输入230Vac, 输出400V/8A, 开关频率65kHz



参数	SiC MOSFET	GaN HEMT
Rdson (mΩ)	30	35
Rg (Ω)	10	30
峰值效率 (%)	<b>98.85</b>	<b>99.05</b>
驱动	通常需要负压关断	无需负压关断
栅极磁珠	无需磁珠	SMT 磁珠





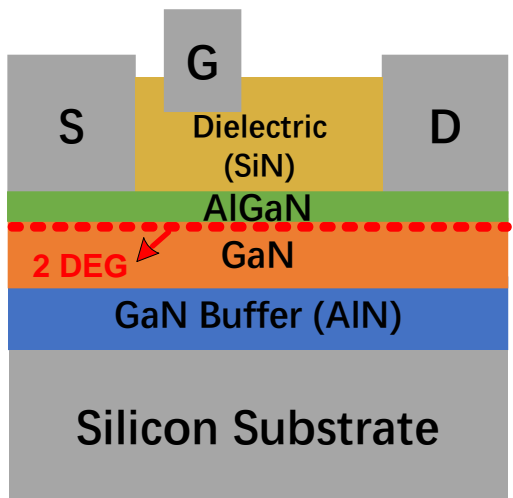
镓未来CTO：每一种技术路线都不完美，但是我们解决了Cascode已知的绝大部分设计、生产和应用问题！



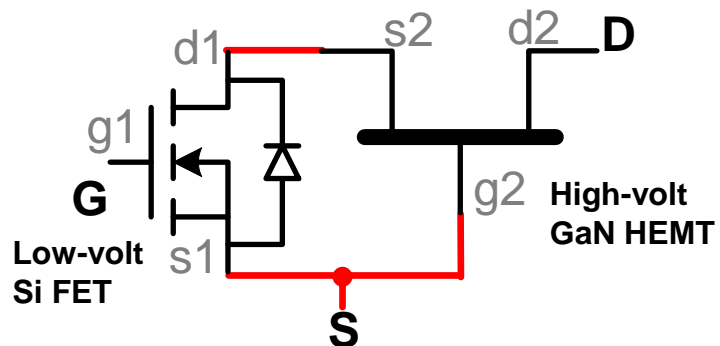
厂商	设计	$V_{GS(th)}$	$V_{gs}$	驱动要求	功率范围 (W)
<b>GaNNext</b>	<b>Cascode GaN</b>	<b>理想 (4V Typ)</b>	<b>高 (20V)</b>	<b>简单, 不需要负压</b>	<b>40-10,000</b>
N公司	E-mode GaN IC	NA	NA	驱动集成	40-1,000
P公司	Cascode GaN IC	NA	NA	驱动集成	40-500
INN公司	E-mode GaN	低 (1.7V Typ)	低 (7V)	7V钳位 (负压关断)	40-500
G公司	E-mode GaN	低 (1.7V Typ)	低 (7V)	7V钳位 (负压关断)	40-2,000
I公司	E-mode GaN	低 (1.2V @ 2.6mA)	NA	需 $I_G$ (2.6mA Typ)	300-2,000

## 概述:

- Integration IC 合封: 使用相对容易, 但是功率较小;
- E-mode GaN 分立器件: 驱动困难, 功率范围相对于合封有所提升, 但是大功率驱动容易受干扰;
- **Cascode GaN 分立器件: 驱动简单, 和Si MOSFET 完全一致, 功率范围宽, 涵盖所有应用场景。**

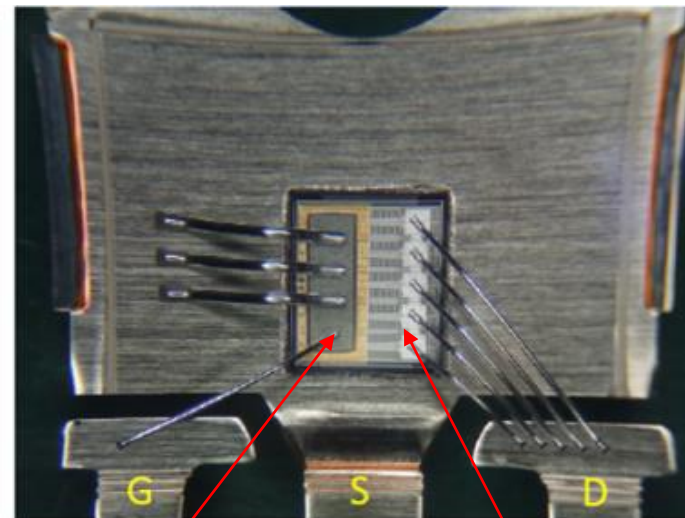


Normally On

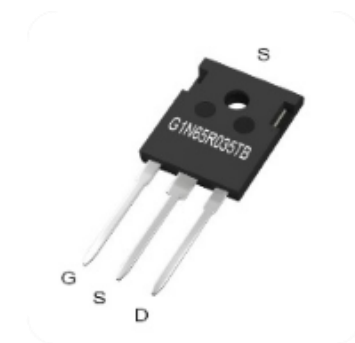


Normally Off

GIN65R035TB



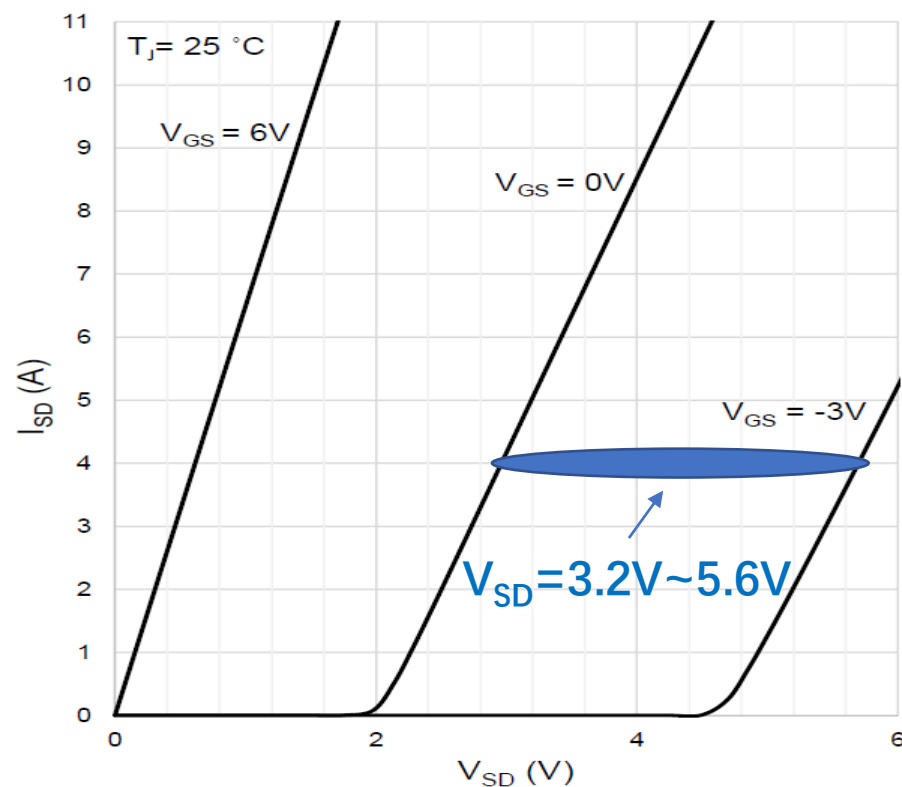
LV E-mode Si & HV D-mode GaN



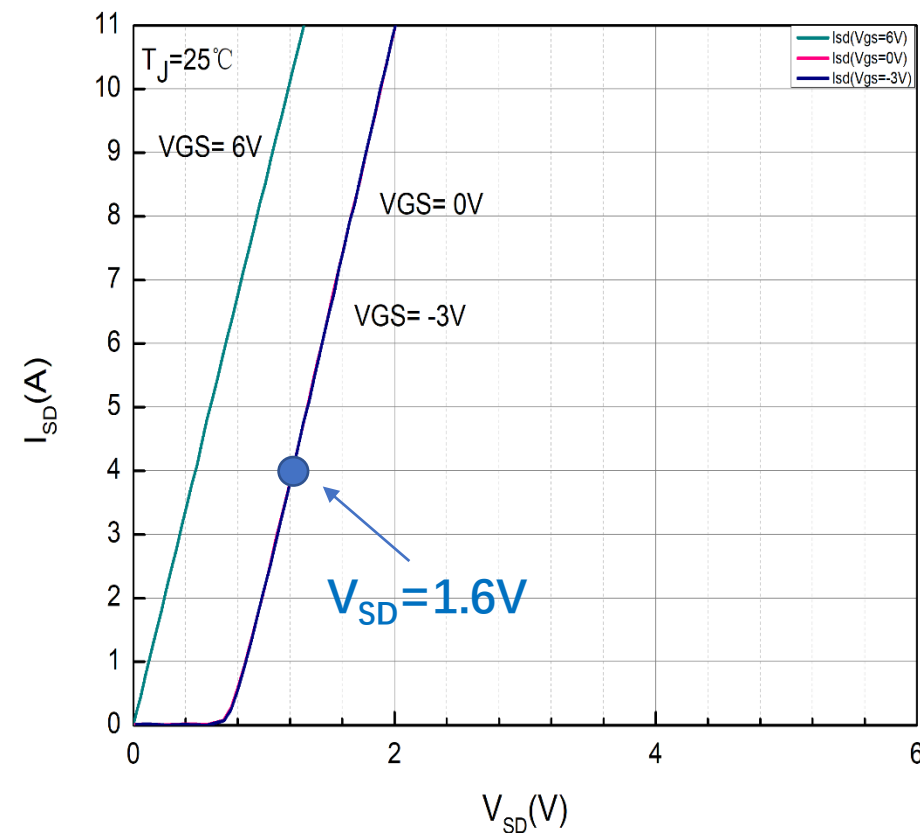
- Low-V Si + high-V GaN integration
- 1-chip-like simplicity (least stray inductance)
- Robust gate characteristics
- Superior performance
- High-volume manufacturability

## E-mode GaN, 150mΩ/650V at 25C

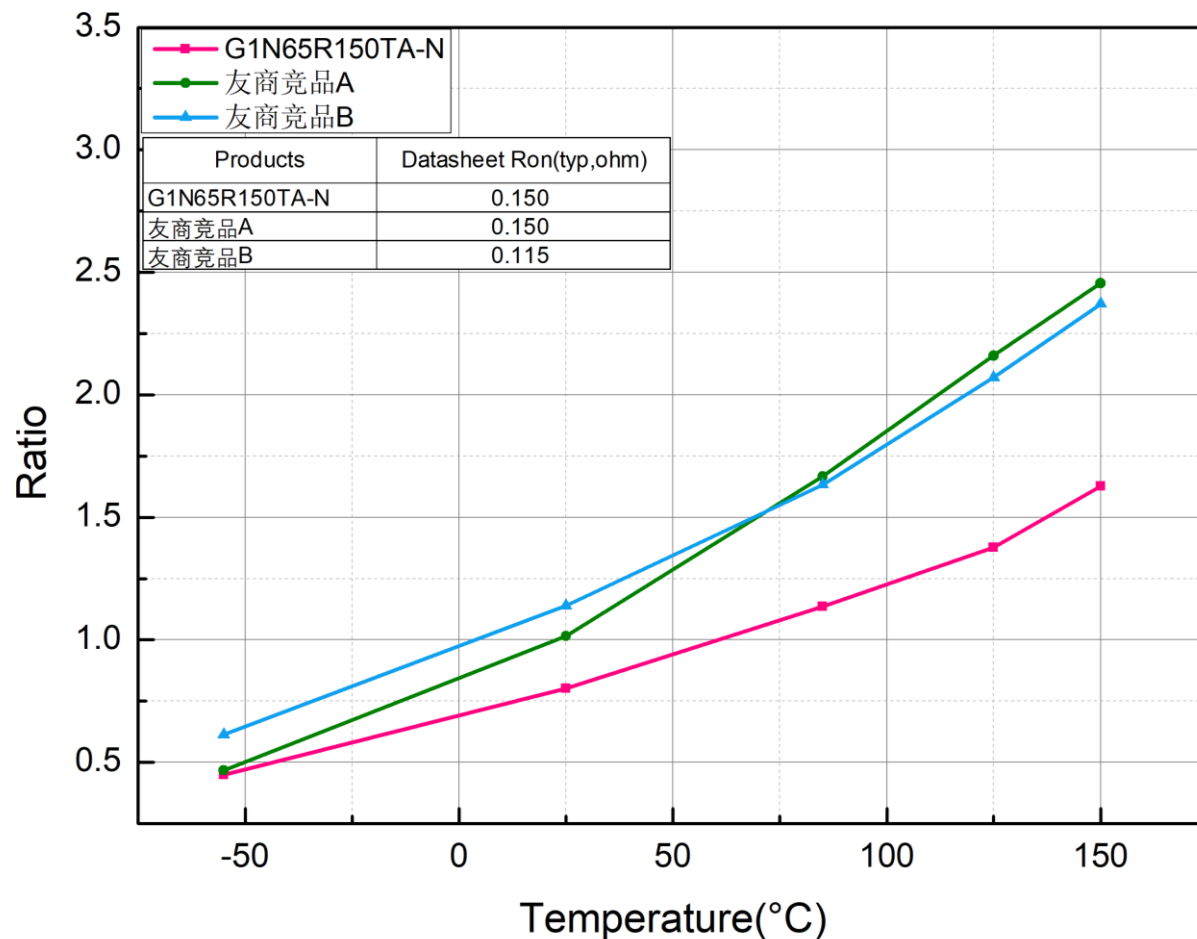
### Reverse Conduction Characteristics



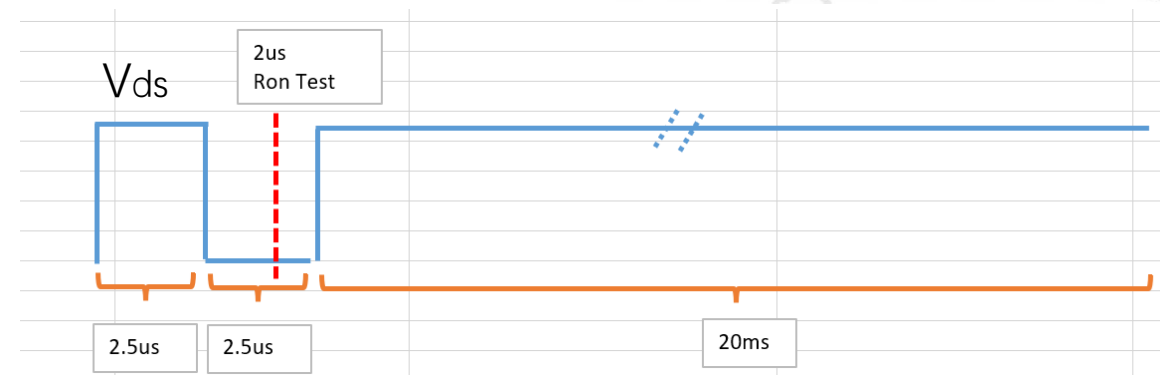
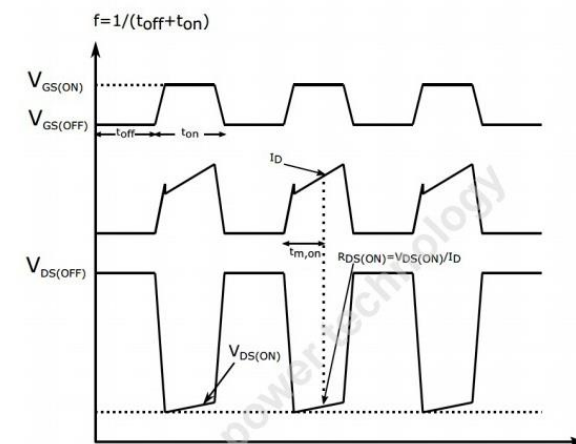
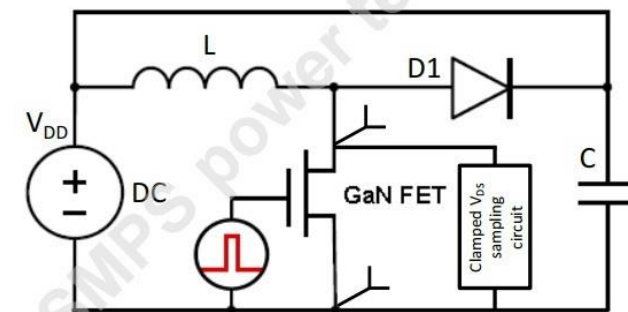
## GaNNext Cascode GaN, 150mΩ/650V at 25C

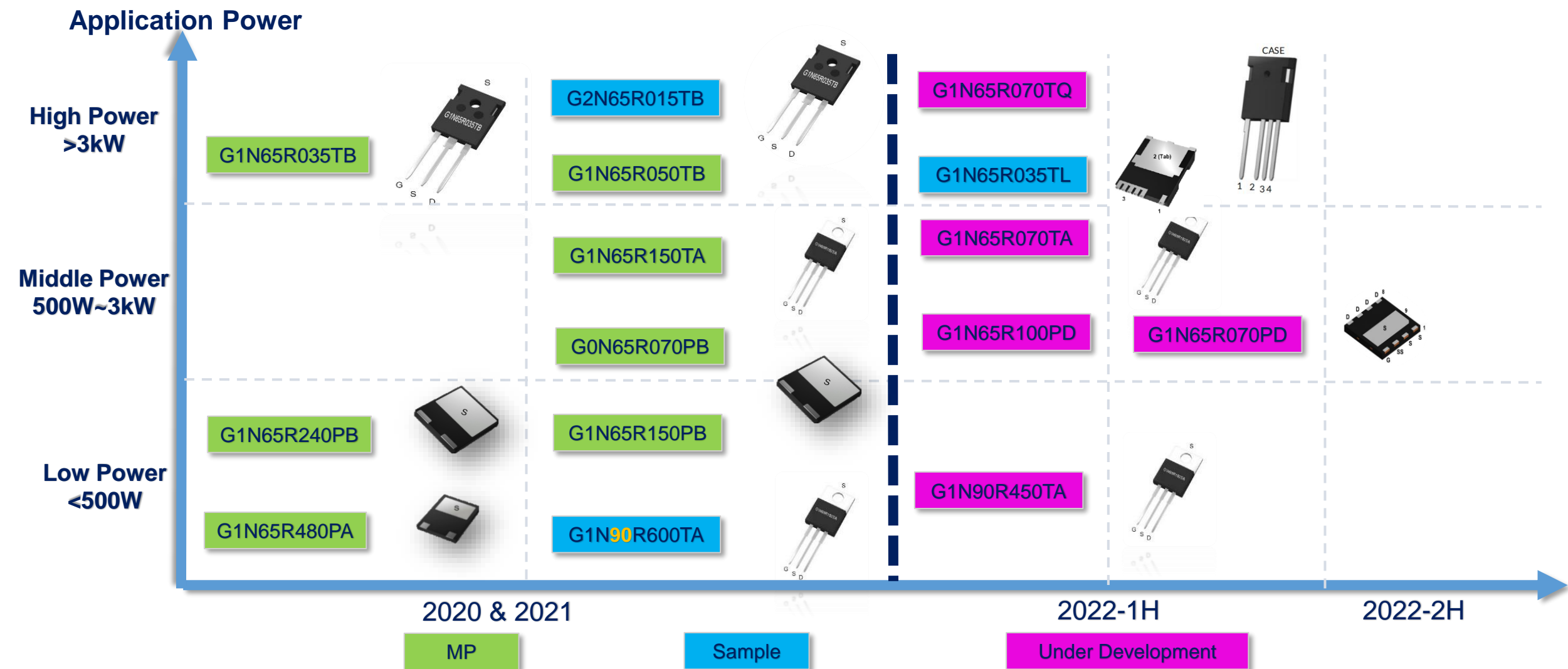


Normalized Dynamic Ron to Ron(datasheet) at 25°C of each



## 动态电阻测试方法





GaNNext PN	RDSOn (mΩ)	VDSS (V)	Package	Sample date
G1N65R480PA	480	650	PQFN 5x6	MP
G1N65R240PB	240		PQFN 8x8	MP
G1N65R240TA			TO-220	Jul. 22
G1N65R150PB	150		PQFN 8x8	MP
G1N65R150TA			TO-220	MP
G0N65R070PB	70		PQFN 8x8	MP
G1N65R070PD	70		DFN8x8	Aug,22
G1N65R070TA			TO-220	Aug,22
G1N65R100PD	100		DFN8x8	Nov,22
G1N65R050TB	50		TO-247	MP
G1N65R050TL			TOLL	Sample
G1N65R050TD			TO-263	Sample
G1N65R035TB	35		TO-247	MP
G1N65R035TL			TOLL	Sample
G2N65R015TB	15		TO-247	Sample
G1N90R600TA	600	900	TO-220	Sample

GaNNext GaN HEMT

1: 1<sup>st</sup> generation  
2: 2<sup>nd</sup> generation

On-resistance

035 = 35mΩ

LV Si MOSFET  
version

## G1N65R035TB-N

Voltage Rating

65 = 650V  
90 = 900V

Package

TA = TO-220  
TB = TO-247  
TQ = TO-247-4  
PA = PQFN 5x6  
PB = PQFN 8x8 -3  
PD = DFN 8x8 -8  
TL = TOLL

VDSS(PK) is 800V for 650V or 1500V for 900V under the operation conditions of duty<1%, spike duration <1us and none repetitive.



氮化镓进入十四五规划!

3月13日, 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, 特别提出碳化硅、氮化镓等宽禁带半导体也是行业人士关注的第三代半导体要取得发展。

全国人民代表大会关于国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要的决议

表决通过

第十三届全国人大四次会议

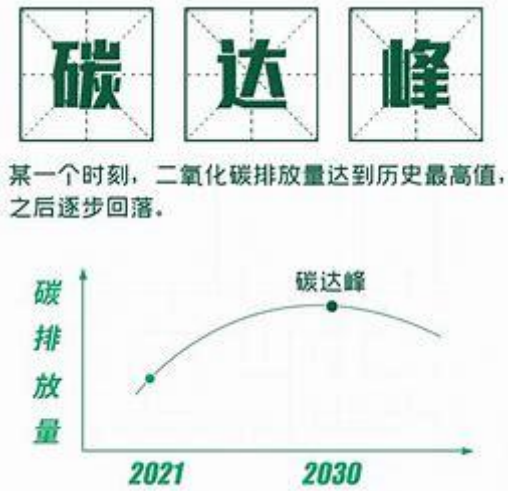
专栏2 绿色低碳领域成果

01 新一代人工智能  
推进智能感知、智能决策、智能学习、智能交互等关键技术突破, 推动人工智能与实体经济深度融合, 提升社会治理水平。

02 量子信息  
推进量子通信、量子计算、量子精密测量等技术研发, 推动量子信息科技与经济社会深度融合。

03 集成电路  
推进集成电路设计工具、重点装备和材料器件等关键技术研发, 推动集成电路工艺和封装测试技术提升, 提升集成电路产业竞争力。

04 新材料与高端制造  
推进新材料研发、制造、应用, 提升新材料产业竞争力。



PSU Requirements

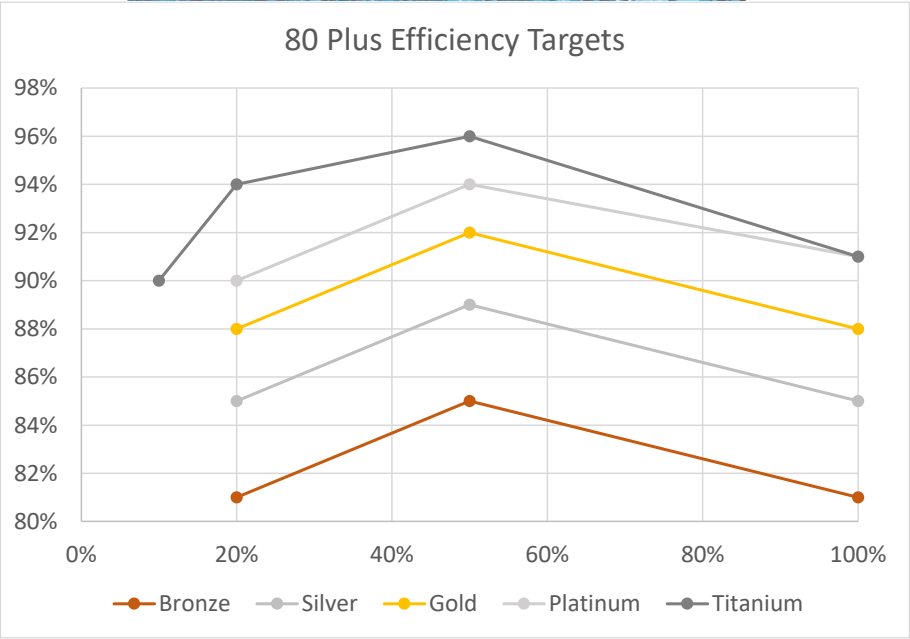


Table 1 Minimum PSU efficiency and power factor requirements from 1 March 2020

% of rated load	Minimum PSU efficiency				Minimum power factor
	10%	20%	50%	100%	
Multi output (Gold)	-	88%	92%	88%	0.90
Single output (Platinum)	-	90%	94%	91%	0.95

Table 2 Minimum PSU efficiency and power factor requirements from 1 January 2023

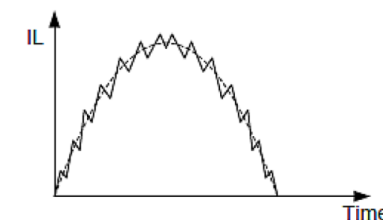
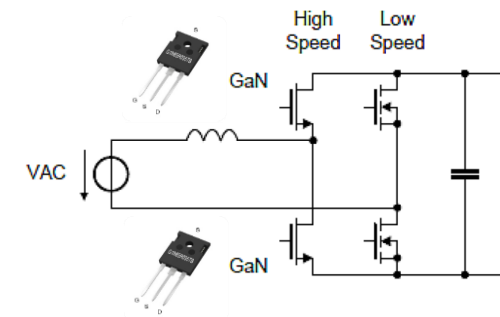
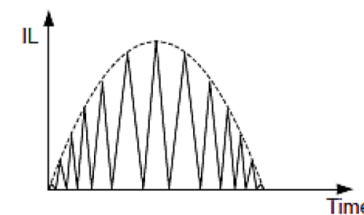
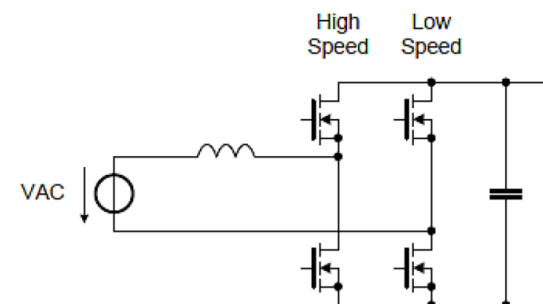
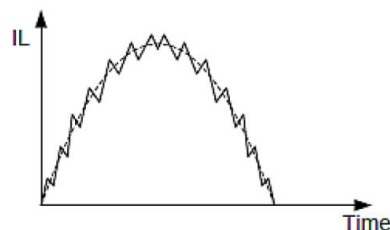
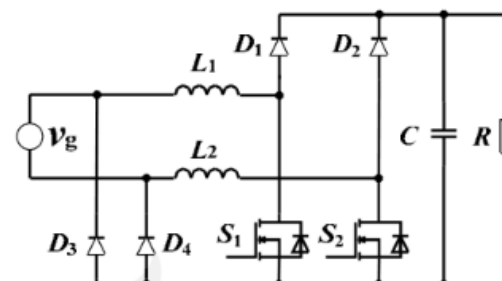
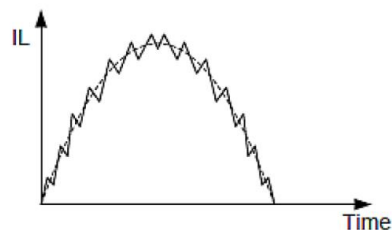
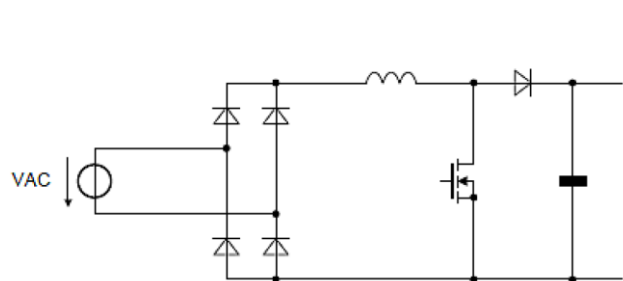
% of rated load	Minimum PSU efficiency				Minimum power factor
	10%	20%	50%	100%	
Multi output (Platinum)	-	90%	94%	91%	0.95
Single output (Titanium)	90%	94%	96%	91%	0.95





Si

GaN

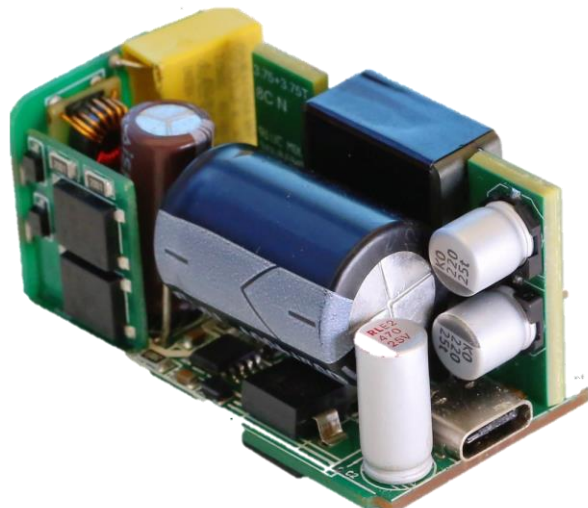


Topology	Bridge PFC	Bridgeless PFC	Bridgeless CRM PFC	GaN based Totem-pole Bridgeless PFC	
Efficiency	97.9%	98.7%	99.0%	99.1%	
Constrains	Higher loss	Low surge tolerance	Much reduced power level and power density	Null	支持整流和逆变双向工作
No of components	Medium with bridge rectifier	Very high with two inductor	Low	Low	

# 系统应用 – PD 快充（以万瓦功底，打造百瓦精品）

## 65W快充, G1N65R240PB

拓扑和控制	QR Flyback + SR SC3023 + MP6908A
输入电压	90~264Vac
输出电压/电流	20V/3.25A、15V/3A、12V/3A、 9V/3A、5V/3A
开关频率	250KHz
尺寸 (L x W x H)	49 x 28 x 26 in mm
功率密度 (W/cm <sup>3</sup> )	1.82 (PCB only)



飞毛腿



悦米



日辉达



飞利浦



绿巨能



唯沃丰





## 330W Adapter: G0N65R070PB + G1N65R150PB

拓扑和控制 图腾柱PFC (NCP1680)+LLC

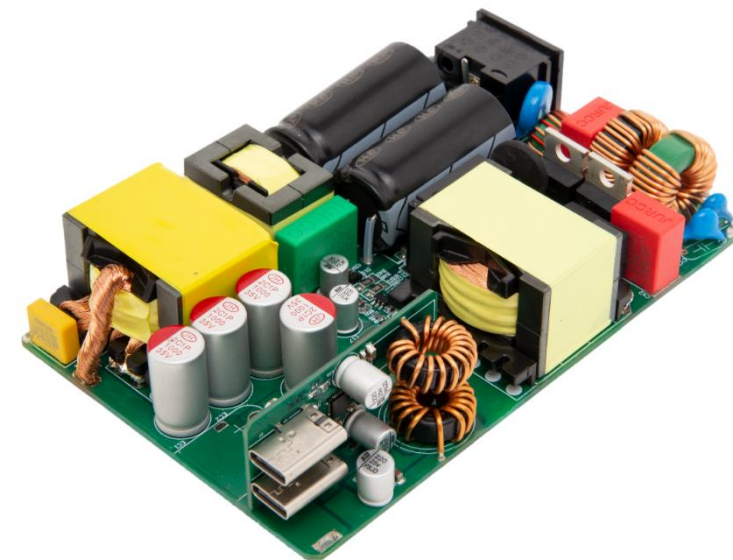
输入电压范围 90~264Vac

输出 21V/15.7A

峰值效率 96.5%

尺寸 120mm X 78mm X 25mm

功率密度 1.41W/cm<sup>3</sup> (PCB)



## 210W Adapter: G1N65R150PB + G1N65R240PB

拓扑和控制 PFC + LLC

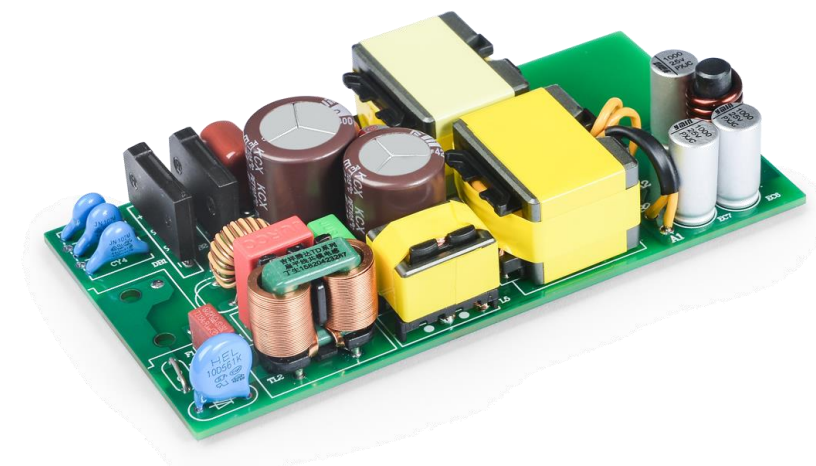
输入电压范围 90~264Vac

输出 21V/10A

峰值效率 95.8%

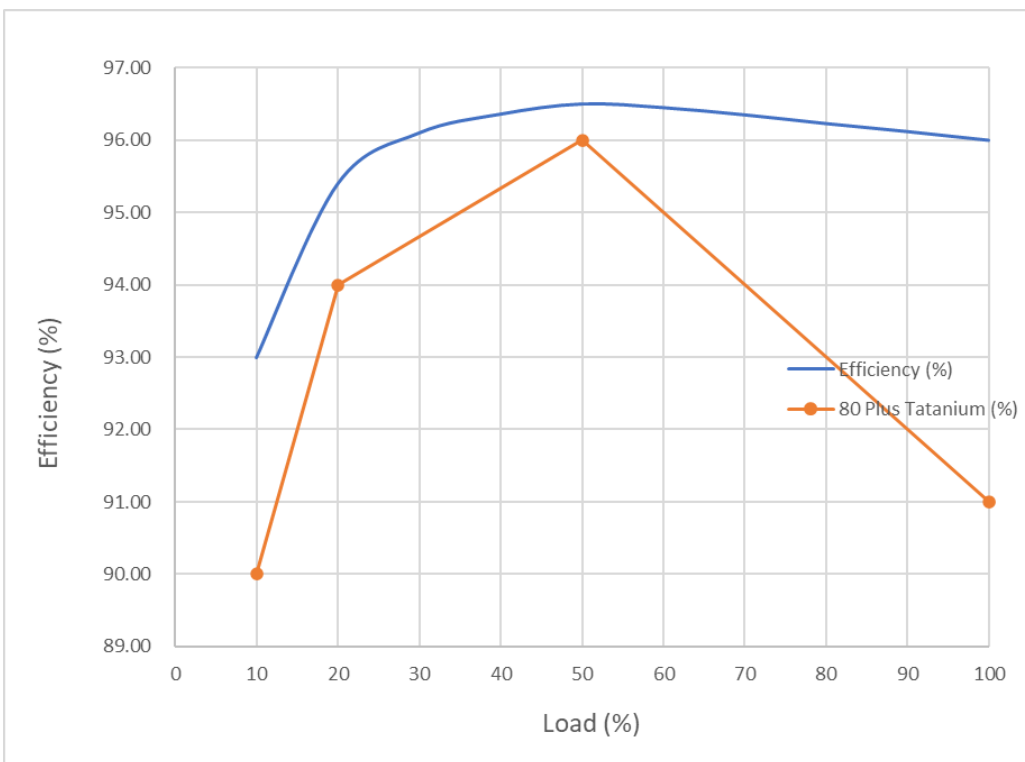
尺寸 113mm x 59mm x 23mm

功率密度 1.3W/cm<sup>3</sup> (PCB)



## 图腾柱无桥 PFC 拓扑 + LLC 软开关拓扑 + SR 同步整流

- 输入：180Vac~300Vac
- 输出：11.5V-15.5V/240A, 3.6kW
- PFC 开关频率：65kHz (**2 x G1N65R035TB**)
- LLC 谐振频率：100kHz
- 尺寸：300 (L) x 131 (W) x 71 (H) in mm

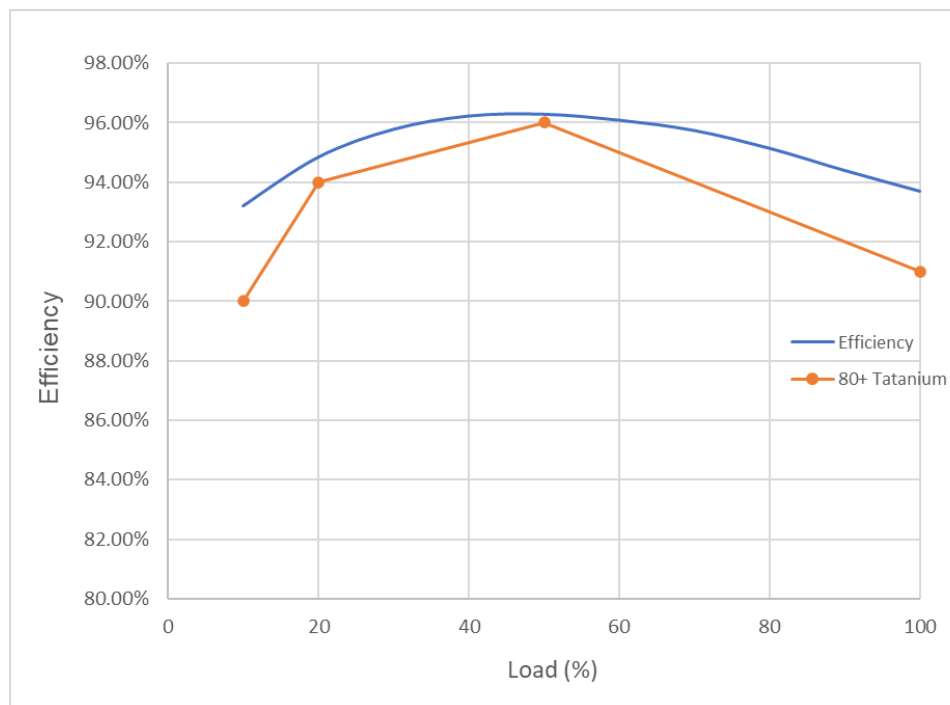


效率 2: 220Vac 输入, 主输出效率 (风扇为负载, 辅助电源不带载) 25℃			
输入电压	输出负载	效率	PF
220V	11.5V/260A	95.1%	0.99
	12V/260A	95.6%	0.99
	13V/260A	95.7%	0.99
	14V/240A	96.1%	0.99
	15V/220A	96.0%	0.99
	15.5/100A	—	0.99
效率 3: 230Vac 输入, 主输出效率 (风扇为负载, 辅助电源不带载) 25℃			
输入电压	输出负载	效率	PF
230V	11.5V/260A	95.2%	0.99
	12V/260A	95.7%	0.99
	13V/260A	95.8%	0.99
	14V/240A	96.1%	0.99
	15V/220A	96.0%	0.99
	15.5V/100A	—	0.99



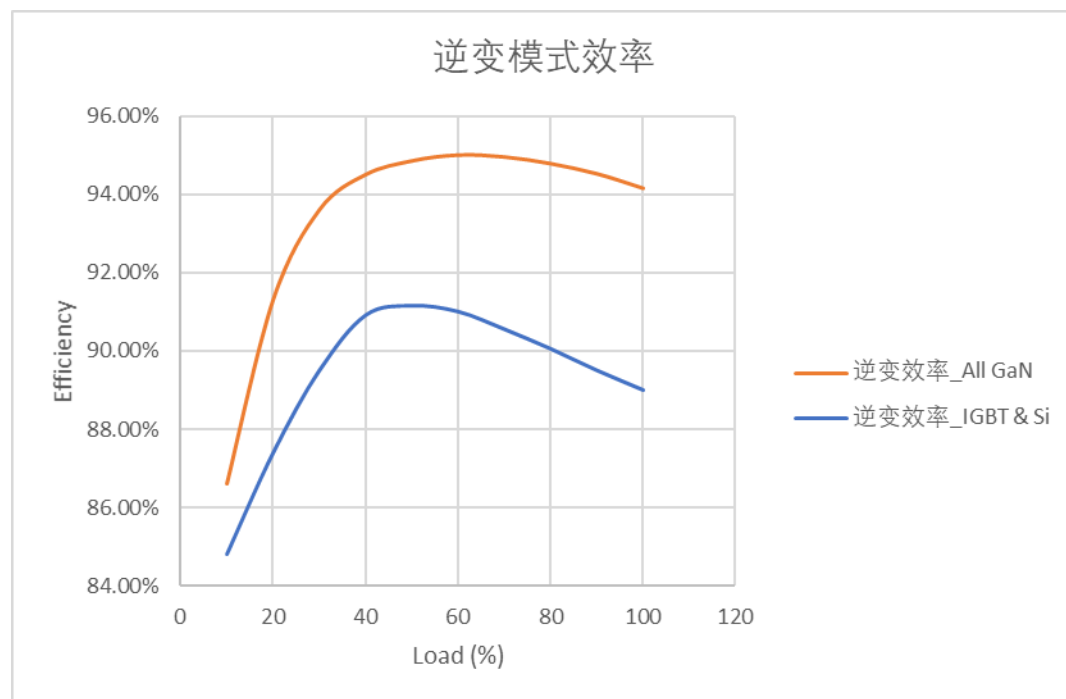
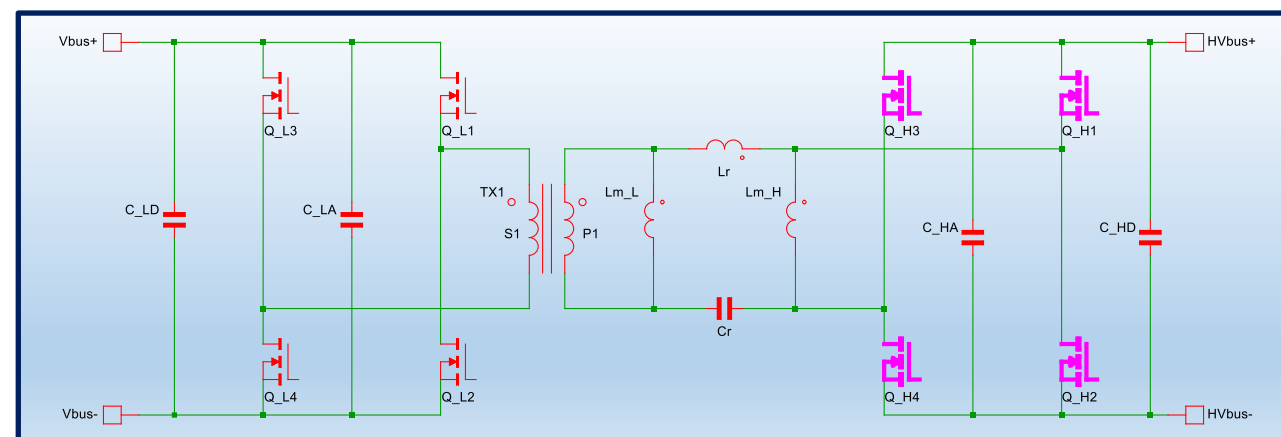
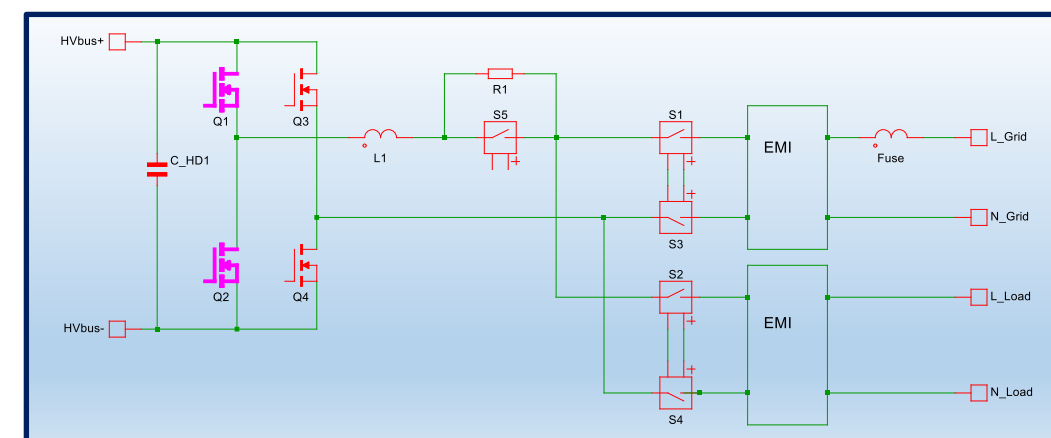
## 图腾柱无桥 PFC 拓扑 + Interleaved LLC 软开关拓扑 + SR 同步整流 + Oring FET

- 输入: 180Vac~264Vac
- 输出: 12.2V/205A, 2.5kW
- PFC 开关频率: 65kHz (**2 x G1N65R035TB**)
- LLC 谐振频率: 125kHz
- 尺寸: 210 (L) x 86 (W) x 40 (H) in mm



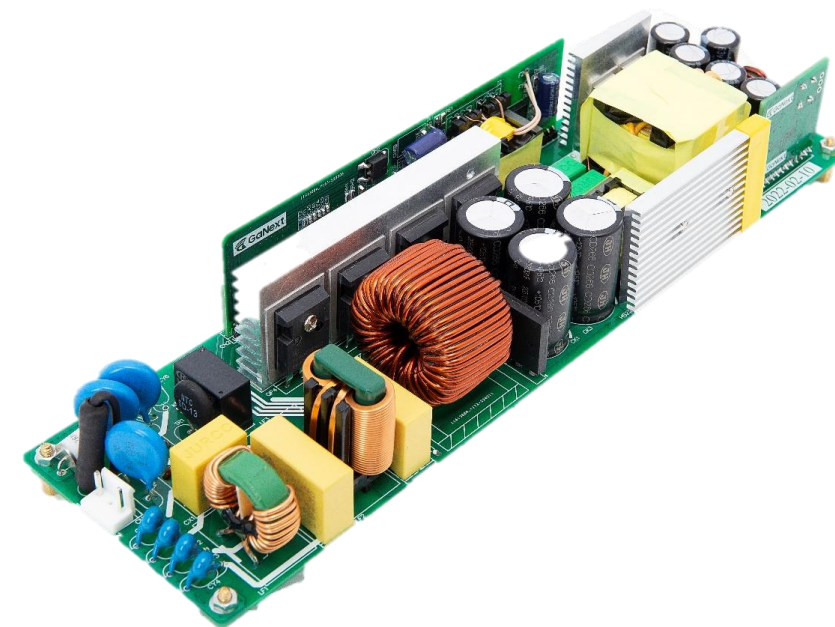
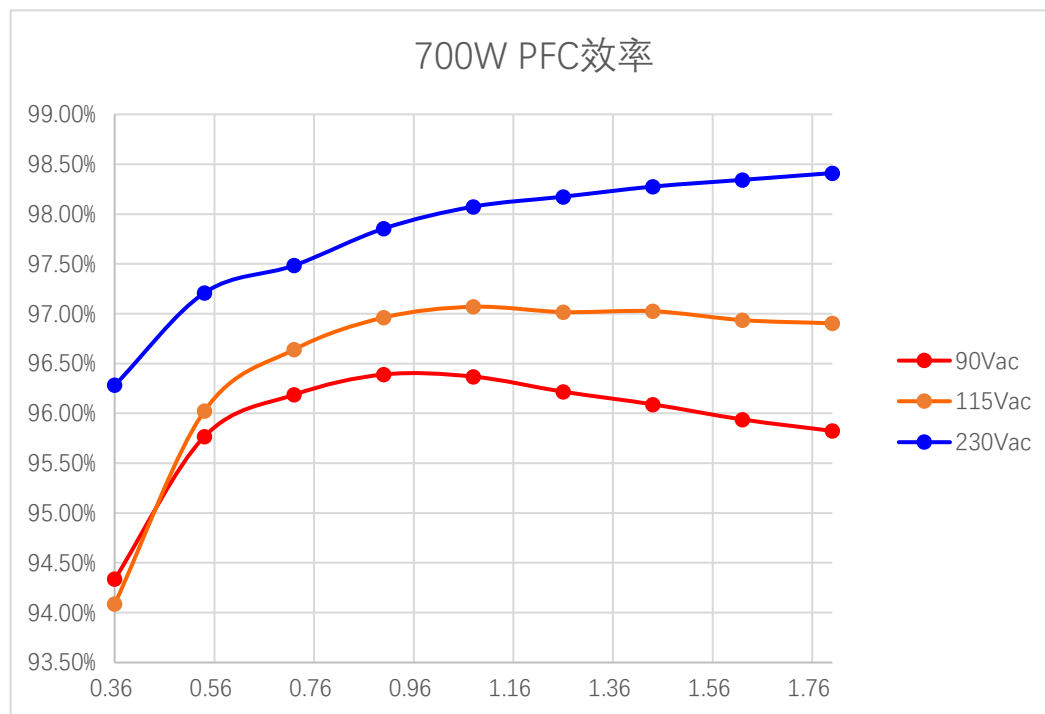
## 图腾柱无桥 PFC 拓扑 + 全桥 LLC 软开关拓扑 + SR 同步整流

- AC侧: 90Vac~264Vac
- DC侧: 42V~58V, 2kW
- PFC 开关频率: 65kHz (**2 x G1N65R035TB**)
- LLC 谐振频率: 110kHz (**4 x G1N65R150TA**)
- 尺寸: 330 (L) x 114 (W) x 40 (H) in mm



拓扑：无桥图腾柱PFC+LLC 700W

GaN: G1N65R150TA\*2+G1N65R050TB\*2



- 输入：90~264Vac 输出：56V/12.5A
- 开关频率：PFC：55kHz, LLC 谐振频率：70kHz
- 峰值效率：96.72%
- PCBA尺寸：260 (L) x 75 (W) x 40 (H) mm
- 功率密度：0.90W/cm<sup>3</sup>



- AFSW 工厂从事硅晶产品和氮化镓器件的生产，具备消费级标准和车用标准认证，具有 ISO 9001 / IATF 16949 资质
- 产品良率可达95%，失效率低于20ppm，生产工艺全球领先
- 目前 GaN 产能为1,200片/月，通过产线改造2024年满产可达6,000片/月

## GaN-on-Si:

- 批量生产650V功率器件
- 900V、1,200V的超高电压功率器件达到量产水平

## GaN-on-Si 低阻抗工艺:

- 无金、无损坏的溅射/蚀刻工艺
- 较低的电流崩塌概率，较高的击穿电压
- 高可靠性
- 近硅晶工艺良品率和缺陷密度



**已与国内上下游开展合作开发，将逐步实现供应链的国产化替代，实现国内封测**



珠海可靠性实验室拥有测试设备70+台，能够实现HTRB、HTGB、H3TRB、HTSL、HTOL、LTSL、LTRB、LTGB、TC等测试，保障产品品质。

- 高温高湿反偏老化测试系统
- 高温反偏老化测试系统
- 高温试验箱
- 高低温湿热试验箱
- 快速温变试验箱

## 2. Electrical Stress Test Results

Test Description	Abbr.	Condition	Duration	Sample	Fail/Total	Result
High Temperature Reverse Bias	HTRB	$T_J=150^{\circ}\text{C}$ $V_{DS}=520\text{V}$	1000 hrs	3 lots×77 (parts/lot)	0 Fails /231	PASS
High Temperature Gate Bias	HTGB	$T_J=150^{\circ}\text{C}$ $V_{GS}=18\text{V}$	1000 hrs	3 lots×77 (parts/lot)	0 Fails /231	PASS

## 3. Environmental Stress Test Results

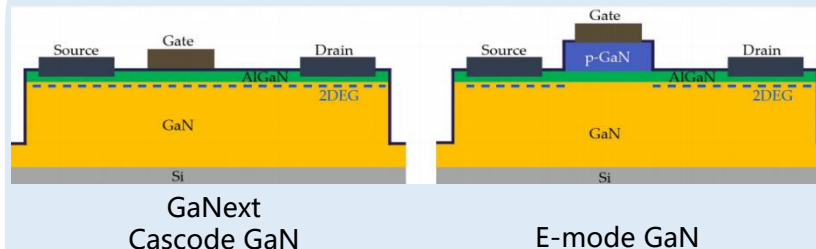
Test Description	Abbr.	Condition	Duration	Sample	Fail/Total	Result
Moisture / Reflow Sensitivity	MSL3	MSL3 Pb-free $T_c=260^{\circ}\text{C}$	NA	9 lots×25 (units/lot)	0 Fails /225	PASS
Highly-Accelerated Stress Test	HAST	$130^{\circ}\text{C}$ , 85% RH 33.3 PSI Bias=100V MSL Pre-Con	96 hrs	3 lots×77 (parts/lot)	0 Fails /231	PASS
Temperature Cycling	TC	$-40^{\circ}\text{C}$ / $125^{\circ}\text{C}$ 2 Cycles /HR MSL Pre-Con	500 Cycles	3 lots×77 (parts/lot)	0 Fails /231	PASS
Power Cycling	PC	$25^{\circ}\text{C}$ / $125^{\circ}\text{C}$ $\Delta T_J=100^{\circ}\text{C}$	7500 Cycles	3 lots×77 (parts/lot)	0 Fails /231	PASS
Unbiased Highly-Accelerated Stress Test	uHAST	$100^{\circ}\text{C}$ 85% RH 33.3 PSI MSL Pre-Con	96 hrs	3 lots×77 (parts/lot)	0 Fails /231	PASS



## 团队优势



## 技术优势



## 运营优势



	GaNNext
器件研发	GaN 射频微波和功率器件27年国际级专家吴毅锋博士率领来自TI、Transphorm等的7位博士团队
系统开发	原Emerson、ABB、bel和华为技术等电力电子资深专家团队
市场和营销	原华为海思、ST、AOS等高管加盟的市场营销团队
供应链和品质	原华为供应链和品质专家领衔

	GaNNext GaN	E-mode GaN	GaNNext 优势体现
良率	接近95%	30%~70%	一致性好、成本低
驱动可靠性	20V	7V	电路简单易设计
抗干扰	4V Typ	1.7V Typ	抗干扰强
封装	贴片、插件 30-10kW	贴片 < 2,000W	覆盖功率范围广
动态电阻	< 10%	> 30%	损耗低、可靠性高

	GaNNext	友商	GaNNext 优势体现
Foundry	与 AFSW/GaNovation 深度合作, 月6,000片6寸产能	良率低 无晶圆设计公司	自主可供供应链、良率高、产能大、技术护城河宽
国际化	与 Transphorm 深度合作, 联合开发	IP壁垒	
本地化	封测本地化	本地或海外	持续降本



## PC快充

Lenovo 联想



Salcomp



欧陆通  
HONOTO



## 智能电表



## 户外电源

电小二 | 户外电源

MANGO POWER



CARKU 卡儿酷®  
搭电 就用 卡儿酷

## 算力电源



## ICT电源



## LED电源

INVENTRONICS  
英飞特电子

MOSO® 茂硕电源  
股票代码：002660



镓未来成立于2020年10月，致力于提供从30W到10KW的氮化镓器件及系统设计解决方案。核心团队由IEEE Fellow吴毅锋博士领衔，前华为海思化合物半导体创始成员组成，具有丰富的产业化研发和市场运营经验。

业务联系: [sales@ganext.com](mailto:sales@ganext.com)

官方网站: [www.ganext.com](http://www.ganext.com)

珠海总部:

珠海市横琴新区环岛东路ICC横琴国际商务中心1座23楼

深圳应用和营销中心:

深圳市福田区中康路136号新一代产业园1栋1604、1606、1607



官网二维码



公众号二维码