

高功率氮化镓场效应晶体管

高性能、高效率、高可靠性



nexperia

EFFICIENCY WINS.



基于成熟的 工艺

从产品概念和设计到制造和销售，把握好最小的细节才能助力全球最严苛的行业实现质量和效率双赢。Nexperia成功的关键是，我们始终致力于满足甚至超越客户所期望的严格质量标准，这种要求严格的质量标准同样会应用到我们功率氮化镓场效应晶体管的研发中。

安世半导体的产品基于久经考验的零缺陷、六希格玛和安全量产流程，满足国际公认的质量标准(ISO 9000)、环境标准(ISO 14001)、健康和安全管理标准(ISO 45001 / OHSAS 18001)或特定行业标准(IATF 16949)要求，从而我们所有客户都能从中受益。我们拥有自有化的晶圆加工和封装工厂，可严格控制每一个生产环节，我们的氮化镓场效应晶体管也将提供与Nexperia其它产品相同水平的服务和支持。

任何新技术都需要提高可信度，因此我们在研发氮化镓场效应晶体管时，也做了应用和技术方面特有的质量和可靠性测试。

车规级

作为一家汽车行业的知名供应商，我们对细节的严格把控和对车规品质的承诺，使我们现有的分立器件、MOSFET和模拟逻辑集成电路的失效率均低于百万分之一（低于1ppm）。我们也将AEC-Q101质量标准扩展到我们的氮化镓场效应晶体管研发中。

硅基氮化镓(GaN-on-Si): 用一种封装实现高功率和高效率

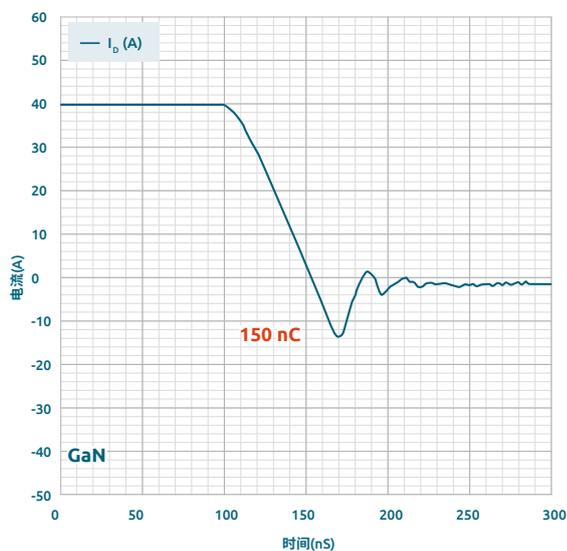
电源转换效率是推动电力电子发展的重要因素,但功率密度和效率之间通常需要权衡。

对于高效率和功率密度的要求,650V的硅基氮化镓场效应晶体管是理想的解决方案。它允许在高电压和大电流下进行高频开关操作。极低的开关品质因数($R_{DS(on)} \times Q_{GD}$)和反向恢复电荷(Q_{rr})可使器件工作在高频以降低系统功耗,实现高效率的功率转换。

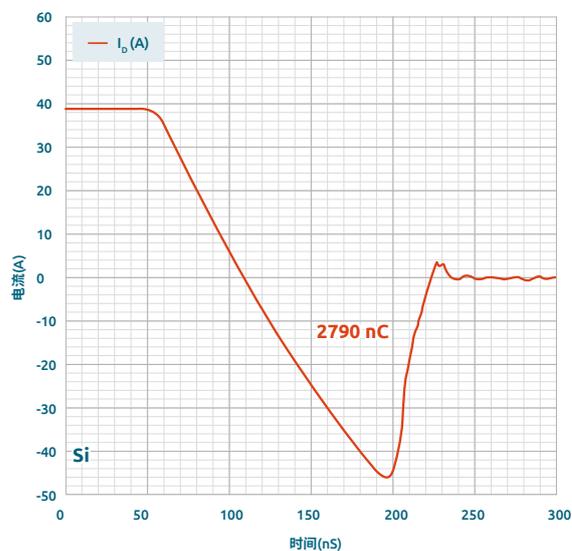
封装特性和优势

- > 超低反向恢复损耗
- > 简单易用的栅极驱动 (0 V至+10 V或12 V)
- > 可靠的栅氧化层质量(+20 V)
- > 高栅极阈值电压(+4 V),优秀的栅极抗干扰能力
- > 体二极管的导通压降 V_f 非常低。无需外部并联反向导通的二极管
- > 双向拓扑。反向导通能力
- > 容易控制开关时电压电流变化斜率
- > 高瞬态耐压能力 (725 V)

在相同的测试电路中,与硅器件相比,反向恢复损耗低。



GAN041-650WSB
反向关断, 41 mΩ
400 V, 40 A, 800 A/μs, Q_{rr} = 150 nC



硅MOSFET
反向关断, 41 mΩ
400 V, 40 A, 800 A/μs, Q_{rr} = 2790 nC

硅基氮化镓: 颠覆性工艺

与硅(Si)相比, III-V化合物半导体, 比如GaN, 通常具有性能优势。例如, GaN物理性能稳定, 带隙宽, 具有耐高温性和相当的导热性。但是, III-V半导体的加工成本往往更高。在大尺寸的硅基片上生成较厚的GaN外延层是近期才取得的一项技术突破。它可以在现有的8寸晶圆厂加工制造, 在功率应用中将晶圆成本降低到具有竞争力的水平。



性能优势

提高效率既是行业的关键性挑战，也是创新驱动动力。社会需求的压力和相关法规都在要求提高电源转换和控制的效率。对于一些应用来说，电源转换效率和功率密度是赢得市场的关键。主要例子包括汽车电气化趋势、高压的通信和工业基础设施等领域。氮化镓场效应晶体管能够以较低的系统成本，实现更小、更快、散热性能更优、更轻便的系统。

助力物联网基础设施

云端保持互连、处理和存储能量都需要消耗大量电力。因此，需要非常高效的高端电力供应，降低工业自动化、数据中心和电信基础设施的功率损耗。这也是硅基氮化镓场效应晶体管关键优势所在，能够提高功率密度和电源转换效率。



动力系统电气化

现代汽车排放的任何CO₂都至关重要，因此车辆电气化是大势所趋。从混合动力到纯电动汽车，动力系统电气化预计将主导未来20年功率半导体市场的增长。在这一领域，硅基氮化镓场效应晶体管的高功率密度和效率的优势将发挥主导作用，尤其对于车载充电器（EV充电）、DC/DC转换器和电机驱动牵引逆变器（xEV牵引逆变器）而言。



与Ricardo合作开发设计基于GaN的EV牵引逆变器

GaN FET技术带来了效率更高、成本更低的系统。更好的热性能和更简单的开关拓扑为电动汽车带来更长的续航能力。现在，GaN即将取代硅基IGBT和SiC，成为插电式混合动力汽车或全电池电动汽车中牵引逆变器的首选技术。

因此我们与著名的汽车工程咨询公司Ricardo建立合作伙伴关系，研究验证基于我们的GaN技术的电动汽车牵引逆变器。



解决方案

高功率GaN FET在各种方案中展现出出色性能:

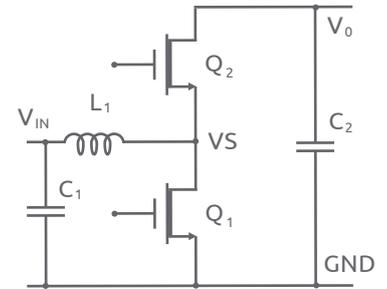
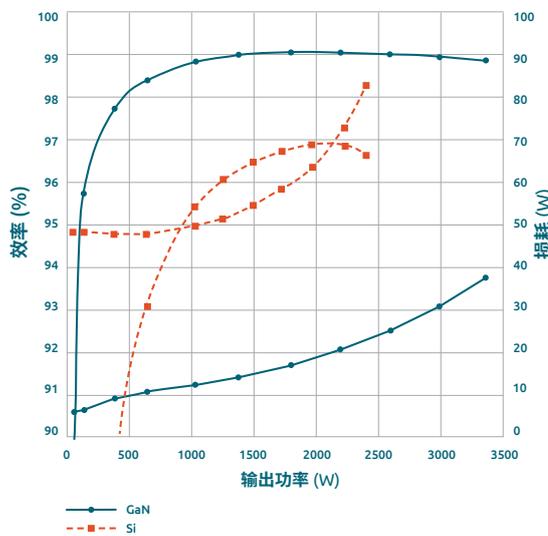
- > AC/DC图腾柱无桥PFC硬开关应用
- > LLC和移相全桥软开关应用 (谐振或固定频率)
- > 所有DC/AC逆变器拓扑
- > 使用双向开关的AC/AC矩阵转换器



氮化镓场效应晶体管半桥电路

氮化镓场效应晶体管半桥电路

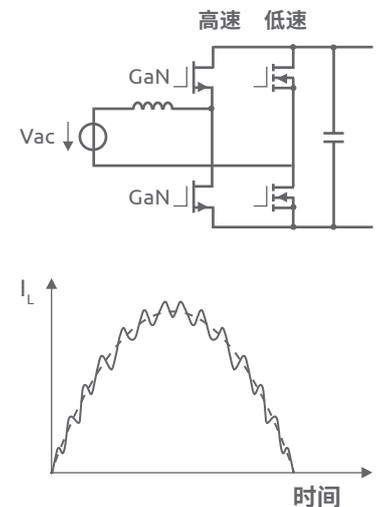
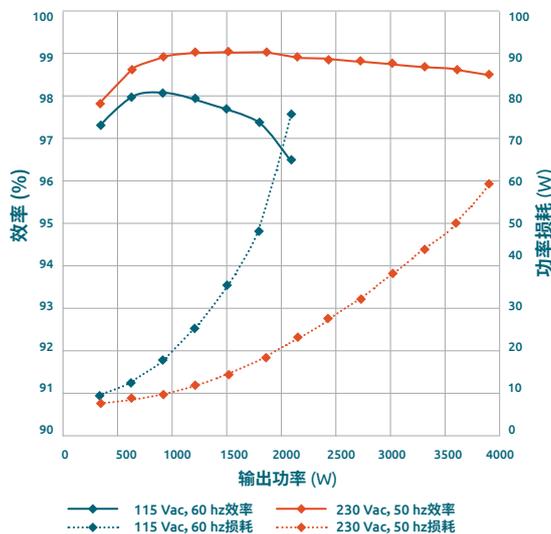
功率氮化镓场效应晶体管具备极低的 Q_{rr} 和非常快速的开关转换,可减少开关损耗,实现最高效率。包含半桥电路的方案,无论是AC/DC、DC/DC还是多相DC/AC逆变器,都能受益于氮化镓场效应晶体管的应用。



图腾柱PFC

氮化镓场效应晶体管图腾柱无桥PFC

在硬开关应用中,功率氮化镓场效应晶体管明显优于所有其他功率器件,当使用图腾柱拓扑时,不但提高了性能,而且减少了50%器件数量。较少的器件数量可以降低系统成本,提高功率密度,同时提升整个系统的可靠性。提高了整个系统的效率,也有助于减少昂贵的散热冷却系统和在密闭环境中的相关操作成本。



产品

Nexperia目前的氮化镓场效应晶体管产品和新产品的发展规划主要是针对汽车和物联网基础设施应用, 提供合适的高可靠性产品。我们的氮化镓工艺技术基于成熟可靠的量产工艺, 是目前行业领先的功率氮化镓场效应晶体管技术。

特性和优势:

- > 栅极驱动简单, 低 $R_{DS(on)}$, 快速开关
- > 出色的体二极管 (低 V_f), 低反向恢复电荷 Q_{rr}
- > 高耐久性
- > 低动态 $R_{DS(on)}$
- > 开关性能稳定
- > 栅极驱动抗干扰性强($V_{th} \sim 4V$)

GAN063-650WSA — 功率GaN FET 650V		
	V_{DS}	650 V
	V_{TDS}	800 V
	$R_{DS(on)}$ 最大值	60 m Ω
	$R_{DS(on)}$ 典型值	50 m Ω
	封装	TO-247 (SOT429)
	E_{OSS}	400 V时15 μ J
	Q_{rr}	400 V、-1000 A/ μ S时125 nC

GAN041-650WSB — 功率GaN FET 650 V		
	V_{DS}	650 V
	V_{TDS}	725 V
	$R_{DS(on)}$ 最大值	41 m Ω
	$R_{DS(on)}$ 典型值	35 m Ω
	封装	TO-247 (SOT429)
	E_{OSS}	400 V时17 μ J
	Q_{rr}	400 V、-1000 A/ μ S时150 nC

两款产品均已量产

请访问www.nexperia.com/gan-fets获取数据手册、样品和设计支持工具

未来规划:

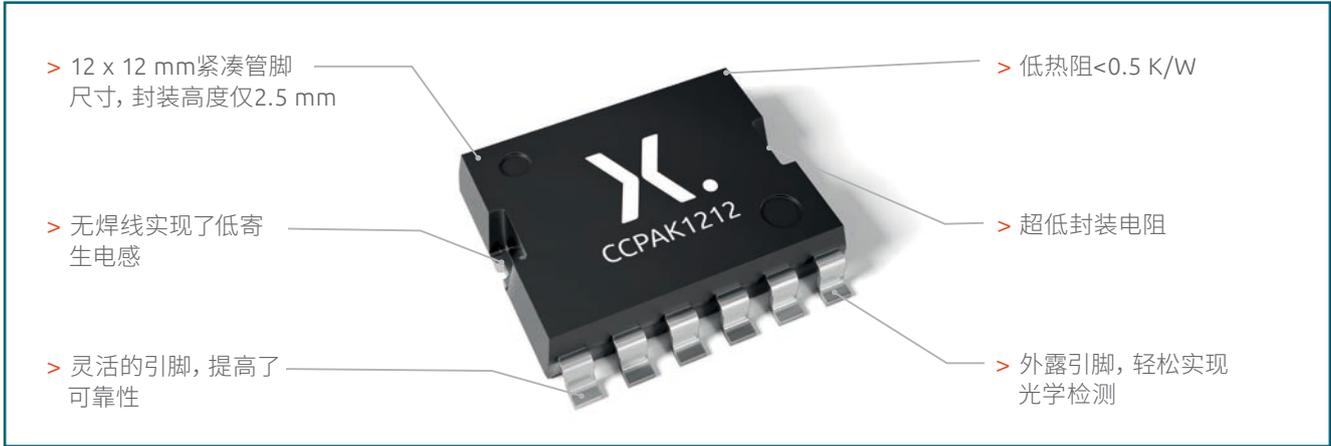
我们将继续专注于研发高可靠性和高质量的功率氮化镓场效应晶体管, 研发方向有:

- 车规质量标准
- 900 V及更高
- 半桥封装集成方案
- 铜夹片封装(CCPAK)
- 裸片



CCPAK

作为铜夹片封装技术的发明者，Nexperia将接近20年的高质量、高鲁棒性SMD封装生产经验融入GaN FET系列产品。CCPAK采用久经考验的封装技术，以真正创新的封装提供了业界领先的性能。无焊线设计优化了热性能和电气性能；级联结构，可以使用现有的MOSFET驱动器，易于控制。



封装特性和优势

创新的铜夹片技术

- > 寄生电感比行业标准封装低3倍, 实现了更低的开关损耗和更好的EMI性能
- > 可靠性高于焊线方案

可制造性和鲁棒性

- > 灵活的引脚, 高低温循环变化时可靠性高
- > 灵活的鸥翼引脚, 实现稳健的板级可靠性
- > 兼容SMD焊接和AOI

散热性能

- > 低 $R_{th(j-mb)}$ 典型值(<0.5 K/W)带来出色散热效果
- > 最高 T_j 为175 °C

两种散热选项

- > 底部散热(CCPAK1212)
- > 顶部散热(CCPAK1212i)

质量标准计划

- > AEC-Q101
- > MSL1
- > 无卤

目标应用

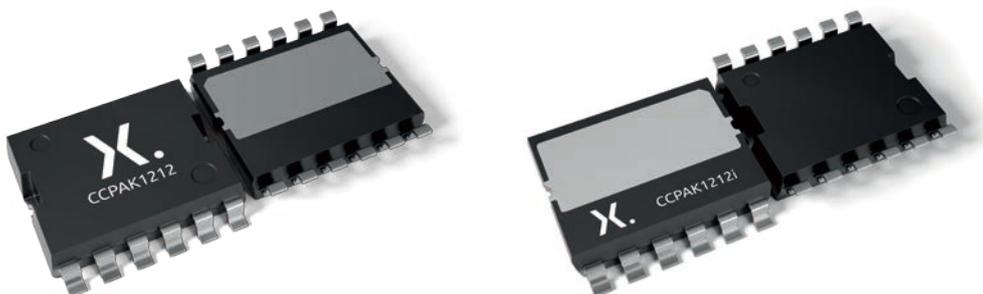
工业

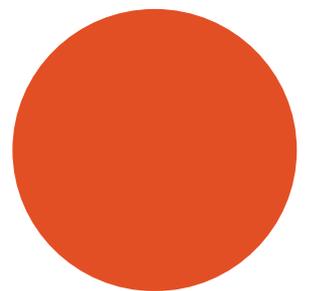
- > 机架安装的钛金级高效率通信电源
- > 5G和数据中心的电源
- > 工业车辆充电桩
- > 太阳能(PV)逆变器
- > 交流伺服电机驱动器/变频器

电动汽车

- > 车载充电器
- > DC/DC转换器
- > 牵引逆变器

为了增加设计灵活性并进一步提高散热能力，CCPAK同时提供顶部散热和传统的底部散热设计。氮化镓SMD封装产品的首推两款是CCPAK1212和CCPAK1212i，采用12 x 12 mm紧凑的管脚尺寸和仅2.5 mm的封装高度。





© 2021 Nexperia B.V.

保留所有权利。未经版权所有者优先书面同意，禁止复制本文全部或部分內容。本檔中所提供的信息不构成任何報價或合同的一部分，且被認為是準確可靠的，如有變更，恕不另行通知。對於使用本文檔所產生的任何後果，出版方概不承擔任何責任。出版內容既不傳達也不暗示專利或者其他工業或知識產權下的任何許可。

发布日期：
2021年3月

印刷：
荷兰