

GaN晶体管启程商用之路

新型eGaN FET技术可以在一个芯片上实现整个电源系统，从而帮助系统设计师设计出更高效、更小尺寸和更低成本的产品。

■ 谭庆华

自2004年GaN HEMT(高电迁移率晶体管)问世以来，基于GaN材料的新技术不断涌现，但由于成本偏高和耗尽型操作的不方便，GaN晶体管市场接受度一直受限，不过这一局面有望得到改观。美国宜普公司最近推出首款增强型硅基GaN功率晶体管(简称eGaN FET)，可专门用于替代MOSFET，而且使用标准硅制造技术和设备，可以低成本大批量生产。

GaN是近十几年来迅速发展起来的第三代宽禁带半导体材料之一，其化学性质稳定，耐高温、耐腐蚀，这些性质很好地弥补了前两代Si和GaAs等半导体材料本身固有的缺点，成为飞速发展的研究前沿。GaN器件能在更小的面积内传导更大的电流，体积更小，电容也比沟道型MOSFET小得多，且支持非常高的开关速度，能在纳秒时间内开关数百伏的电压，工作频率可达几兆赫兹。

据宜普公司介绍，其推出的eGaN FET可以设计在高电压下工作，对RDS(ON)的影响远小于硅，更不存在二极管反向恢复问题。同时工艺上以硅晶圆上建立GaN晶体

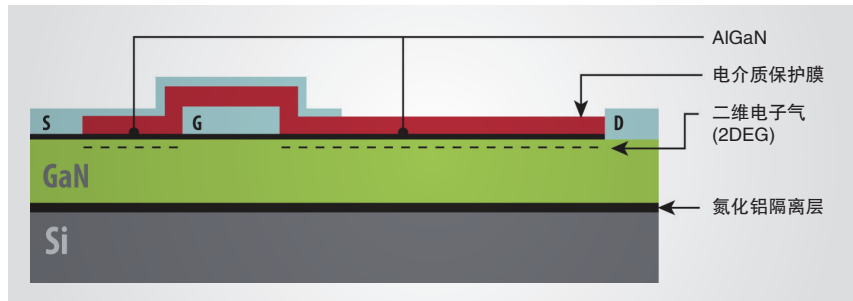


图1: eGaN FET结构图

技术为基础开发出了兼容标准CMOS代工设备的制造工艺，可以用与标准硅功率MOSFET相似的成本结构来构建GaN。由于硅上的GaN具有自我隔离的优点，可轻松地将多个器件集成到单个芯片上，进而和信号级器件整合在芯片上形成完整的电源体系。宜普公司认为eGaN FET这种年轻技术的发展潜力要比硅高出好几个数量级，而硅的发展速度很慢、成本高，且正在快速接近理论极限。

一种新技术要代替旧技术并能成为商用，在性能、成本、可靠性和易用性等方面都要能接受市场的检验。

1. 性能。宜普公司声称第一代eGaN FET在同样尺寸下的导通电阻性能比任何硅都要好，且其品质因

数比硅MOSFET领先10倍左右，可以将DC/DC电源的输入输出电压转换比提高到超过50:1，能够为用户特别是在以太网供电设备的应用中消除整整一级的转换电路以及相应的成本、体积和功率损失。

2. 体积和成本。采用eGaN FET后，器件尺寸大大减小，节省空间。相比一个使用硅设计的48V/8A的电压转换器，采用eGaN FET的相同电路面积只有原来的七分之一。另外，eGaN FET晶圆制造成本也有明显的降低，从流程上我们将它和MOSFET制造成本进行对比，这个流程分别包括初始材料、生长外延层、从晶圆到晶体管、测试和封装五个阶段，对比结果如表所示。宜普公司深信约五年后，eGaN FET技术成本将低于成熟的MOSFET技术。

3. 可靠性。试验证明，eGaN FET在几千小时后性能仍然稳定，可作一般性商用使用。图2显示了eGaN在不同环境和条件下的可靠性。

初始材料	生长外延层	从晶圆到晶体管	测试成本	封装成本
都是硅，成本一样	成本差异最大的地方。GaN外延反应器会往晶圆直径优化，缩短待机时间的趋势发展。五年后成本相当。	eGaN 工艺步骤只有沟道型功率MOSFET的60%左右	一样	尺寸更小带来更低的成本

eGaN FET和MOSFET在各阶段的成本比较。

(下接19页)

(上接17页)

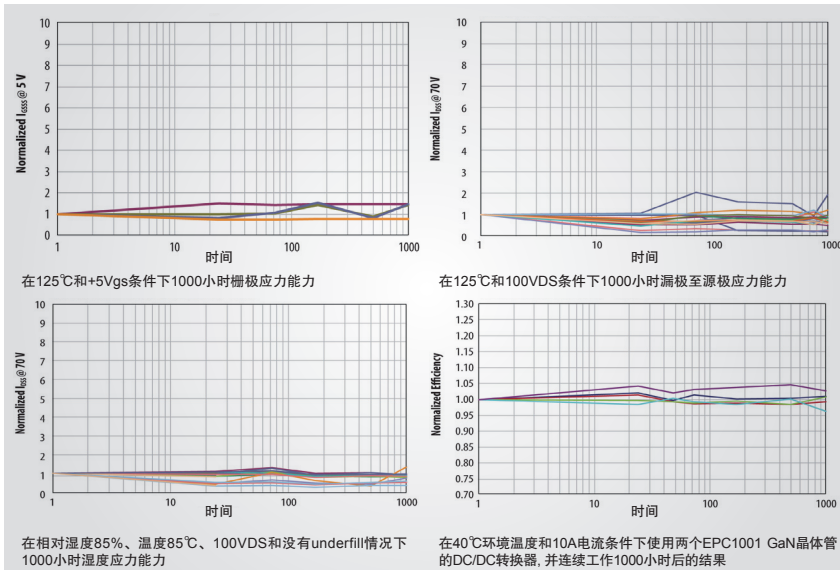


图2: eGaN FET在不同环境和条件下的可靠性表现。

当然, eGaN FET在可靠性方面还需要做很多工作, 但就目前的结果来看, 已满足一般的商用要求。

4. 易用性。eGaN FET的高频性能要求电路的杂散电感尽可能小,

因为杂散电感可能导致意外的过冲和震荡, 从而降低效率, 甚至损坏器件。eGaN FET栅极对开裂问题要比MOSFET更敏感, 这是因为eGaN FET具有非常低的输入电容和相对较

低的6V栅极最大电压。因此设计师必须十分小心采取所有可能的ESD预防措施, 并确保电路中使用的驱动器不会产生超过6V的过冲。

宜普公司首席执行官Alex Lidow对eGaN FET技术非常乐观, 他表示, 因为硅基GaN具有自我隔离功能, 因此将多个器件集成到一个芯片上相对比较简单。eGaN FET技术能帮助今天的电源系统设计师设计更高效、更小尺寸和更低成本的产品, 将在着重性能的现有应用潮流中迅速普及。随着今后几年具有更高额定电压的eGaN FET推出, IGBT和SiC晶体管也将逐步被取代。

“由于可以将信号级器件和多个功率晶体管集成到单个芯片上, 因此整个电源系统在单个芯片上也将可实现。这些系统能够达到最新的性能水平, 而成本之低是今天的硅技术所无法达到的。硅技术已经走到尽头。” Lidow总结道。■