

电子工程专辑

2009年2月

EE Times-China

GaN功率器件应运而生，将开创电源应用新纪元

Graham Robertson
全球市场资讯副总裁
国际整流器公司

对新型半导体材料的研发一直是半导体行业追求突破的重要环节之一。上世纪70年代末，IR(国际整流器公司)的HEXFET——其首款基于硅的MOSFET的商用拉开了使用开关电源的新篇章。自此，开关电源应用市场不断扩大，而双极型线性电源的市场则不断缩小。在过去30年间，基于硅的MOSFET获得了超过两个数量级的性能改善，但如今，也已到达其性能平稳期，其性能提升往往需要显著增加成本，而诸多新兴应用需要功率器件具备更高的转换效率。因此，需要采用新型材料和晶体管结构来解决不断涌现的功率挑战。新材料应用的初期所遭遇的瓶颈主要是制造成本和质量稳定性。譬如，基于SiC的FET在过去10年间也被寄予解决该问题。不幸的是，无论是其材料、构造尺寸、外延生长技术等因素都限制了其发展。而采用GaN(氮化镓)技术的功率器件应运而生，IR公司在经历了5年的研发后推出了基于GaN的GaNpowIR功率器件。本刊就这种具革命性的新型功率器件的技术问题和未来市场趋势对IR公司的全球市场资讯副总裁Graham Robertson进行了专访。

Graham介绍，IR的GaNpowIR功率技术可显著提升性能和减少诸如计算、通信、消费和汽车电子应用的能耗，它包括了诸如AC/DC功率转换、DC/DC功率转换、电机驱动、照明、高清音频和汽车系统等相关IP。GaNpowIR功率器件以硅为衬底，基于IR专有的GaN-on-Si异质外延技术，制造过



程与CMOS工艺兼容。GaNpowIR功率器件在初期采用低成本高品质的150mm晶圆衬底，具有大批量生产的条件，而即将商用的GaNpowIR HEMT(高电子移动性晶体管)会引领功率转换方案进入一个更高频、高密度和更高效的新纪元。

给出了IR GaN器件与硅和SiC等材料功率器件的Ron(导通电阻)的比较。如图所示的单极器件的材料限制曲线上，在特定的击穿电压上，GaN的高电子迁移率和更高的带隙特性使其具有比基于硅或SiC等材料小得多的导通电阻。而基于硅或基于SiC等材料的功率器件的性能已经达到理论值，基于GaN的功率器件则依然有数个量级的提升空间。

因此，相对于SiC材料，GaN功率器件成本更低，而相对于硅器件，其温度更低和尺寸更小。最初的GaNpowIR产品也包括

宽广的输入/输出电压范围的POL(负载点)方案。例如，对于低压的POL DC/DC转换应用，GaNpowIR技术可以使1MHz的两相器件的封装只有540mm²和3mm高度，从而只有传统的300kHz低频方案占位面积的1/3。另外，相对于1MHz/10A、15×15mm²的基于硅的POL，1.1代的GaNpowIR产品就可以提供6MHz/10A性能，而占位面积只有6×9mm²。

同时，Graham透露，第一代的GaNpowIR HEMT将于2009年底面市，它比目前最先进的硅MOSFET的器件价值降低33%。同时按IR的预计，到2014年，GaNpowIR的器件价值有望少于5mΩ·nC，比目前最先进的硅MOSFET足足少一个数量级，即拥有10倍的性能改善(图2详见本刊网站)。IR也确信这种新材料能够满足硅器件已经树立起来的行业质量规范，并可实现在工作10年后仍保持性能稳定。

“未来3~5年内，预计在电源领域1~2%的应用将采用GaN技术，之后将实现高密度的集成并提高功率转换效率。”Graham指出。目前，IR基于GaN的功率器件原型的开关频率可达4~5MHz，而今后几年的商用产品可达60MHz。现在IR也已开始进入GaNpowIR器件的生产。采用这种新材料的器件可以有效地降低控制板的尺寸，并去掉大量的外围器件。

Graham另外强调，对于任何一个电子产品，仅关注能效是不够的，必须综合考虑用户的运作成本(如电费)、购买成本和用户体验。洗衣机的演进就是一个很好的例子，通过采用IR的解决方案成功地去掉了齿轮、传送带等，实现了洗衣机整体的节能，性能的提高和更优的用户体验。