

“氮化镓功率器件高频动态特性测量与建模关键技术研究” 成果登记公示信息

成果名称:	氮化镓功率器件高频动态特性测量与建模关键技术研究
完成单位:	电子科技大学广东电子信息工程研究院
完成人员:	孙敏
研究起止日期:	2021-10-01 至 2024-09-30
成果应用行业:	信息传输、软件和信息技术服务业
高新技术领域:	电子信息
评价单位:	广东省科学技术厅
评价日期:	2025-01-26
成果简介:	作为第三代半导体材料的典型代表,氮化镓(GaN)具有许多硅材料所不具备的优异性能,是高频、高压、高温和大功率应用的优良半导体材料,在民用和军事领域具有广阔的应用前景。目前在氮化镓功率器件的结构和制备工艺等方面已经取得了很大的进展,但是在电力电子系统中大规模使用还有许多关键问题需要解决。本项目旨在研究氮化镓功率器件表征、建模与系统应用中的核心问题,为氮化镓功率器件在电力电子系统中的大规模应用奠定基础。 项目主要研究内容是: 1. 针对不同开关状态,设计了针对硬开关工作条件与软开关工作条件的 GaN 器件动态电阻测试方案,搭建了对应的测试平台。测试了兆赫兹级开关频率下 GaN 器件在不同开关应力条件下的动态电阻。研究不同电压、不同频率、不同开关状态对 p-GaN 结构及 cascode 结构 GaN 器件的影响。测得在 1MHz 工作频率下,p-GaN 型 GaN 在软开关工作条件下动态电阻为其静态电阻的 2.5 倍以上,而 cascode 型 GaN 的动态电阻则在静态电阻的 1.5 倍以下,前者的动态电阻退化现象比后者更为严重。 2. 提出了一种包含 GaN 器件动态电阻的 SPICE 仿真模型,利用所测试的 GaN 器件动态电阻的数据,对不同工作状态下的模型参数进行优化。通过仿真计算使用原有模型与使用优化模型的仿真电路的损耗,将两者的损耗与实际测试数据得到的损耗进行对比分析,前者的误差比后者小一半以上,更加贴近实际工作状态,为 SPICE 中 GaN 器件动态电阻的仿真提供了参考。 项目成果主要包括: 1. 提出了一种基于 MOSFET 的钳位电路,在 1MHz 的工作频率下,响应延迟小于 50ns,电压偏移极小;搭建了可以工作在硬开关工作条件与软开关工作条件下的 GaN 器件动态电阻测试平台,可测试 1MHz 的动态开关过程。 2. 建立了包含 GaN 器件动态电阻的 SPICE 仿真模型。 项目技术成熟度为 4 级,欢迎相关企业进行合作研发。