

破解 SiC、GaN 栅极动态测试难题的魔法棒 —— 光隔离探头

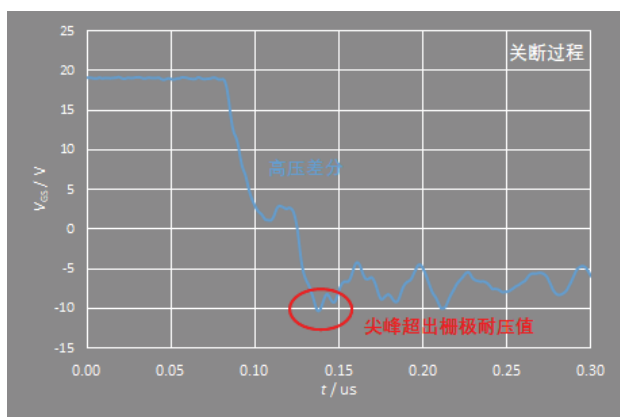
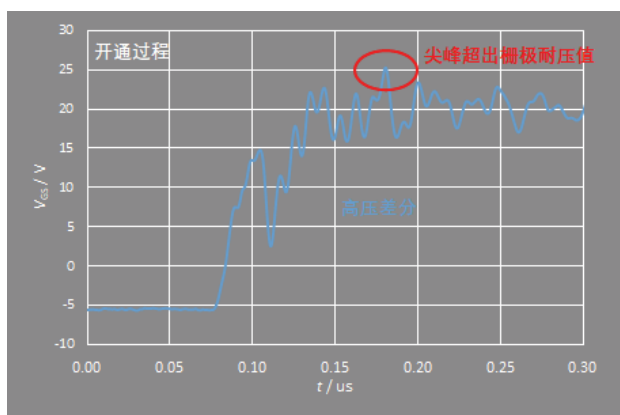
SiC、GaN 作为最新一代功率半导体器件具有远优于传统 Si 器件的特性，能够使得功率变换器获得更高的效率、更高的功率密度和更低的系统成本。但同时，SiC、GaN 极快的开关速度也给工程师带来了使用和测量的挑战，稍有不慎就无法获得正确的波形，从而严重影响到器件评估的准确、电路设计的性能和安全、项目完成的速度。

SiC、GaN 动态特性测量中，最难的部分就是对半桥电路中上桥臂器件驱动电压 V_{GS} 的测量，包括两个部分：开关过程和 Crosstalk。此时是无法使用无源探头进行测量的，这会导致设备和人员危险，同时还会由于跳变的共模电压而无法获得准确的结果。通常情况下，我们会选择高压差分探头来进行测量。

我们来使用测试界的魔法棒——光隔离探头，一起破解 SiC、GaN 栅极动态测试难题。

高压差分探头的不足

使用高压差分探头对上桥臂器件开关过程 V_{GS} 进行测量，其结果如下：



破解 SiC、GaN 栅极动态测试难题的魔法棒 — 光隔离探头

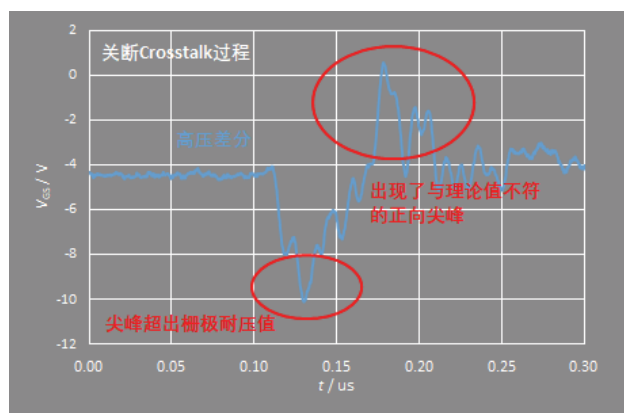
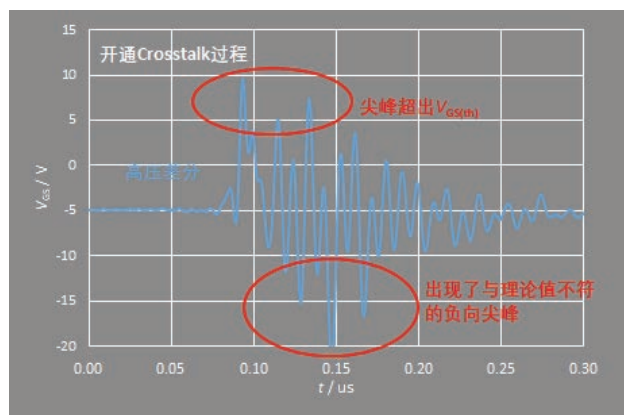
从上边的 V_{GS} 波形可以发现测量结果存在以下几个问题：

1. V_{GS} 波形的震荡比较严重，震荡尖峰超过了器件栅极耐压值，会对器件的栅极寿命和安全造成负面影响。
2. V_{GS} 波形的噪声很大显得很粗。

看到这样波形会产生以下困惑：

1. 这样的 V_{GS} 波形震荡在电路应用中不可接受的，那么测得的震荡是否测量正确？是器件自身的问题还是电路设计的有误？
2. V_{GS} 波形显得很粗，是驱动供电电源的输出纹波过大导致的么？

使用高压差分探头对上桥臂器件 Crosstalk 过程 V_{GS} 进行测量，其结果如下：



从上边的 V_{GS} 波形可以发现测量结果存在以下几个问题：

1. 在正向 Crosstalk 过程中， V_{GS} 波形的正向尖峰显著超过了器件的 $V_{GS(th)}$ ，理应造成器件误导通进而导致桥臂短路，但测试中并未发生。
2. 在正向 Crosstalk 过程中， V_{GS} 波形出现了很大的负向尖峰并且也显著超过了器件栅极耐压值，这与 Crosstalk 的原理是不相符的。
3. 在负向 Crosstalk 过程中， V_{GS} 波形的负向尖峰显著超过了器件栅极耐压值，会影响器件栅极寿命或导致其直接击穿。
4. 在负向 Crosstalk 过程中， V_{GS} 波形出现了很大的正向尖峰，这与 Crosstalk 的原理是不相符的。
5. V_{GS} 波形的噪声很大显得很粗。

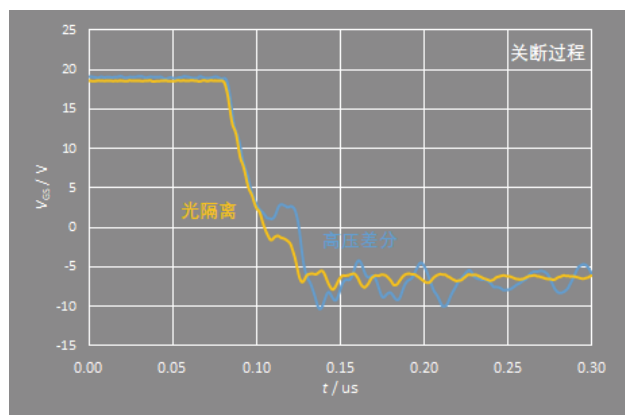
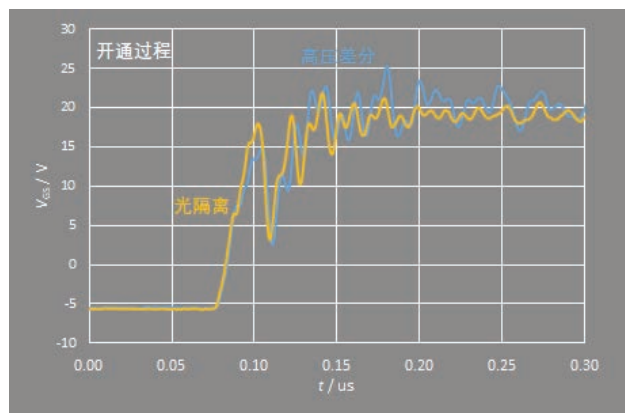
看到这样波形会产生以下困惑：

1. 根据测量结果，正向 Crosstalk 时应该发生桥臂短路，但实际并未发生，这是为什么？这样的结果是应该继续改进电路设计还是能够被变换器接受？
2. 正向 Crosstalk 出现了与理论不符的负向尖峰，负向 Crosstalk 出现了与理论不符的正向尖峰，这是怎么回事？是器件自身的问题还是电路设计的有误？
3. V_{GS} 波形显得很粗，是驱动供电电源的输出纹波过大导致的么？

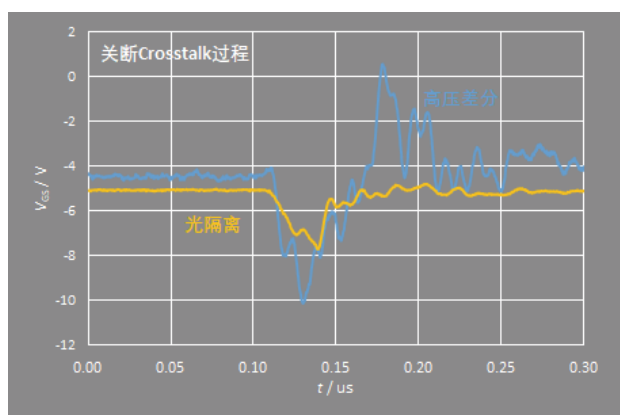
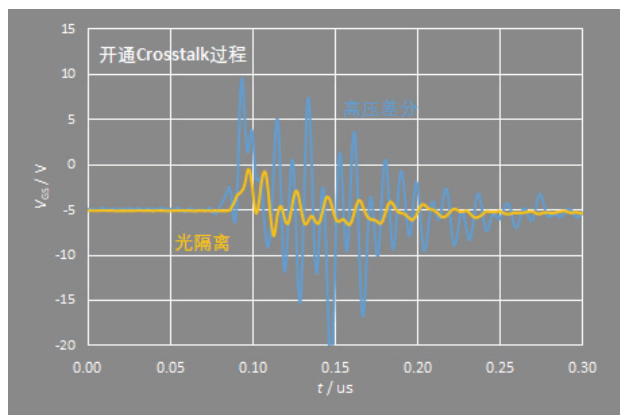
破解 SiC、GaN 栅极动态测试难题的魔法棒 —— 光隔离探头

测试魔法棒 ---- 光隔离探头

我们将上边的困惑放在一边，换一根光隔离探头测测看。



从上图就可以看到，采用光隔离探头后的开关过程 V_{GS} 波形的震荡明显减轻了，都在器件栅极耐压范围之内，同时波形也变细了。



从上图就可以看到，采用光隔离探头后的Crosstalk过程 V_{GS} 波形的震荡明显减轻了，正向和负向减分也都在可接受范围之内，没有出现与理论不相符的情况。

可见如果我们继续纠结之前使用高压差分探头的测试结果，就是在用错误的波形自寻烦恼，最终只能是白白浪费了时间和精力，在使用光隔离探头后所有问题就都迎刃而解了。那么光隔离探头究竟是施展了什么魔法呢？

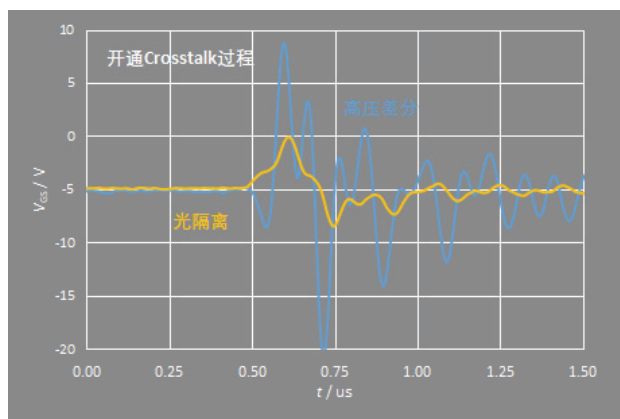
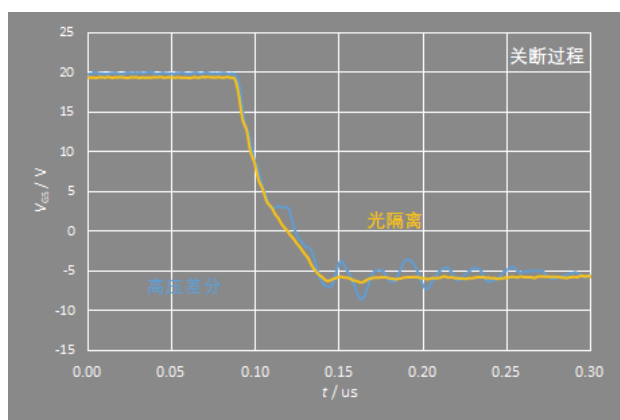
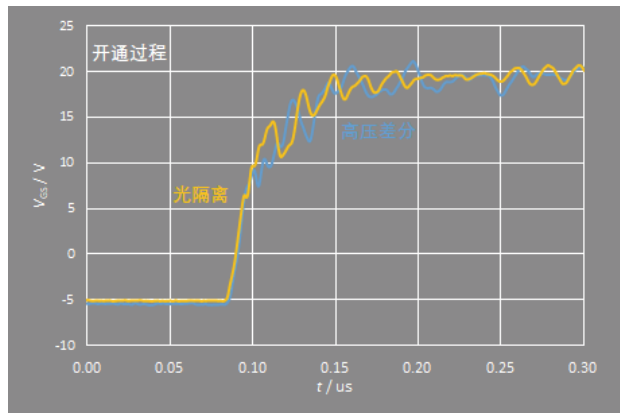
破解 SiC、GaN 栅极动态测试难题的魔法棒 — 光隔离探头

1. 高共模抑制比

共模抑制比 (CMRR) 是表征探头不受共模信号影响的能力，单位为 dB，数值越小，共模抑制能力越强。高压差分探头也是具有共模抑制能力的，只是会随着被测信号频率的升高急剧下降。典型的高压差分探头在 1MHz 下 CMRR 有 -50dB，但到了 1GHz 下 CMRR 降低到了 -20dB。而 SiC、GaN 极快的开关速度就导致共模电压跳变速度极快，这就需要探头在高频下也具有很高的 CMRR。光隔离探头能够在很宽的频率范围内具有很高的 CMRR，1MHz 下有 -160dB，1GHz 下有 -90dB。这就使得光隔离探头不会受到高速跳变的共模电压的影响而产生不存在的波形震荡。

2. 最小测量环路

高压差分探头的前端是两根十几 cm 的接线，这将导致两个问题：一是长接线在测量回路中可以看作为电感，会引起被测电流中不存在的震荡；二是长接线围成的回路可以看作是一个天线，会接收器件在开关过程中快速变化的电流产生的磁场，导致测量结果错误。光隔离探头端部具有一系列可提供高性能和可及性的连接件和附件，可以尽量使得测量接线距离更短、测量接线围成的面积更小，从而避免上述问题导致的测量结果错误。

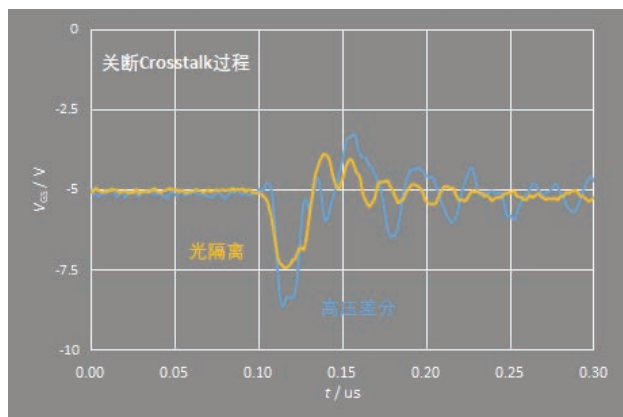


破解 SiC、GaN 栅极动态测试难题的魔法棒 — 光隔离探头

3. 高共模范围低衰减倍数

在使用高压差分探头时，为了应对 SiC、GaN 的高母线电压，就需要设置探头为高衰减比，而高衰减比就会导致测量量化误差增大、测量系统噪声增大，这就导致使用高压差分探头测得的波形显得很粗。而光隔离探头的共模范围与衰减比之间是独立的，即在能够承受高共模电压时，也可以通过选择小衰减比的探头前端来提高测量的精度，测得的波形显得更细。

通过以上内容可以看到光隔离探头在对半桥电路中上桥臂器件驱动电压 V_{GS} 的测量中具有优异的表现，其实，对于下桥臂器件驱动电压 V_{GS} 的测量也是非常给力的。通过下图可以看出，即使是没有快速跳变的共模电压，光隔离探头测得的波形也明显优于高压差分探头，真不愧是 SiC、GaN 的测试魔法棒。



文章来源:

公众号: 功率器件显微镜



泰克官方微信

如需所有最新配套资料，请立即与泰克本地代表联系！

或登录泰克公司中文网站：www.tek.com.cn

泰克中国客户服务中心全国热线：400-820-5835

服务时间：9:00am - 5:00pm，周一至周五

泰克科技(中国)有限公司
泰克中国客户服务中心
免费热线: 400-820-5835
泰克销售分公司及办事处

泰克科技(中国)有限公司
北京分公司
北京市朝阳区酒仙桥路6号院
电子城·国际电子总部二期
七号楼2层203单元
邮编: 100015
电话: (86 10) 5795 0700
传真: (86 10) 6235 1236
E-mail: china.mktg@tektronix.com

泰克上海办事处
上海市长宁区福泉北路518号
9座5楼
邮编: 200335
电话: (86 21) 3397 0800
传真: (86 21) 5031 6910
(86 21) 6289 7267
E-mail: china.mktg@tektronix.com

泰克深圳办事处
广东省深圳市深南东路5002号
信兴广场地王商业大厦3001-3002室
邮编: 518008
电话: (86 755) 8246 0909
传真: (86 755) 8246 1539
E-mail: china.mktg@tektronix.com

泰克成都办事处
四川省成都市锦江区三色路38号
博瑞创意成都B座1604
邮编: 610063
电话: (86 28) 6530 4900
传真: (86 28) 8527 0053
E-mail: china.mktg@tektronix.com

泰克西安办事处
陕西省西安市二环南路西段88号
老三届世纪星大厦26层L座
邮编: 710065
电话: (86 29) 8723 1794
传真: (86 29) 8721 8549
E-mail: china.mktg@tektronix.com

泰克武汉办事处
武汉市洪山区珞喻路726号
华美达大酒店702室
邮编: 430074
电话: (86 27) 8781 2760
E-mail: china.mktg@tektronix.com

如需进一步信息

泰克维护着一套完善的不断扩大的应用指南、技术简介和其它资源，帮助工程师处理尖端技术。请访问www.tek.com.cn



© 2022年泰克公司版权所有，保留所有权利。泰克产品受到美国国外已经签发和正在申请的专利保护。本文中的信息代替以前出版的所有材料中的信息。技术数据和价格如有变更，恕不另行通告。TEKTRONIX和TEK是泰克公司的注册商标。本文提到的所有其它商品均为各自公事的服务标志、商标或注册商标。
2022年6月

Tektronix®