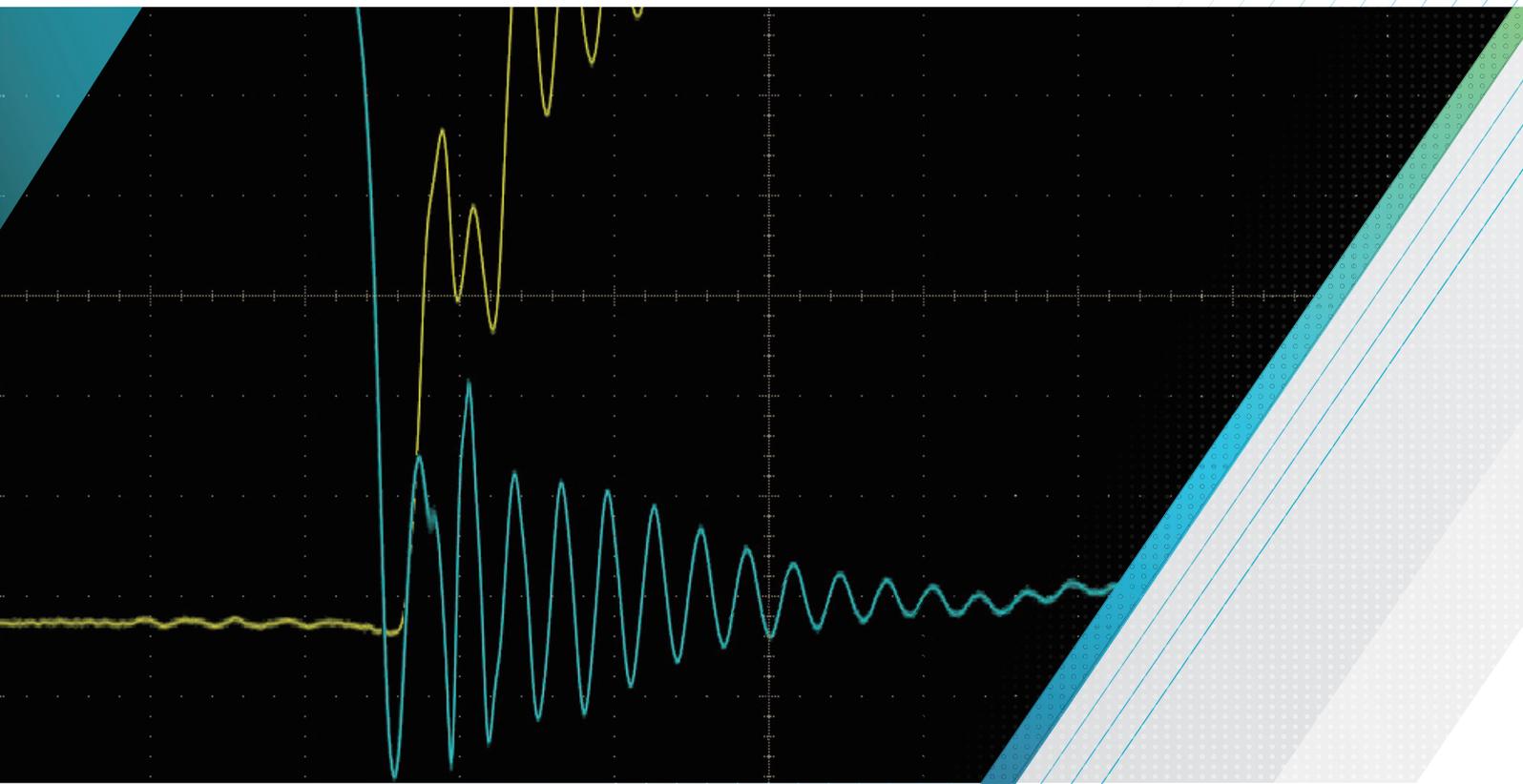


测量宽禁带半导体上的 V_{gs}

应用指南



本文章主要介绍使用 IsoVu 测量系统进行精确的高侧 V_{GS} 测量。文章中描述的测量是在半桥结构进行的，高侧和低侧开关两边都有 eGaN FETs。虽然高侧栅极测量是本应用说明的重点，但低侧栅极也将被提及。

本应用文章涉及以下事件中的测量。

- 1. 高侧导通
- 2. 高侧关断 / 低侧导通。

介绍

半桥等拓扑结构中使用的元件迅速发展，伴随而来的是效率、功率密度和可靠性的要求不断提高。图 1 所示是一个半桥结构的例子。

功率转换元件的进步和更严格的设计要求，已经远远超过了人们的能力来准确测量和表征这些设计。目前，

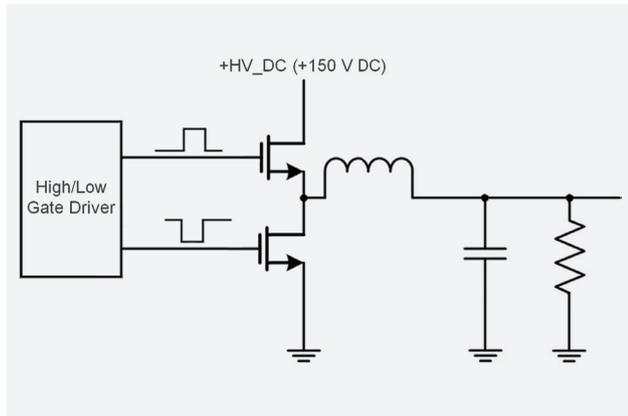


图 1: 半桥结构

还没有能够准确地进行高侧 V_{GS} 电压等测量的测试和测量设备。事实上，在当今较高频率的共模电压存在的条件下，大多数差分信号都无法准确测量。为了弄清这些环境中发生的事情，用户不得已使用其他方法，如大量的仿真，测量低端（“地”参考）开关特性，并将结果推导到高端开关，检查热特性，EMI 近场探测或试错等方法。

只有当半桥电路、栅极驱动电路、布局都设计好、优化好的时候，才能发挥半桥电路这种设计的优势。如果不能测量，就不可能对这个电路进行调整和优化。

完成这一设计要求需要对图 2 中理想情况下的波形进行表征。

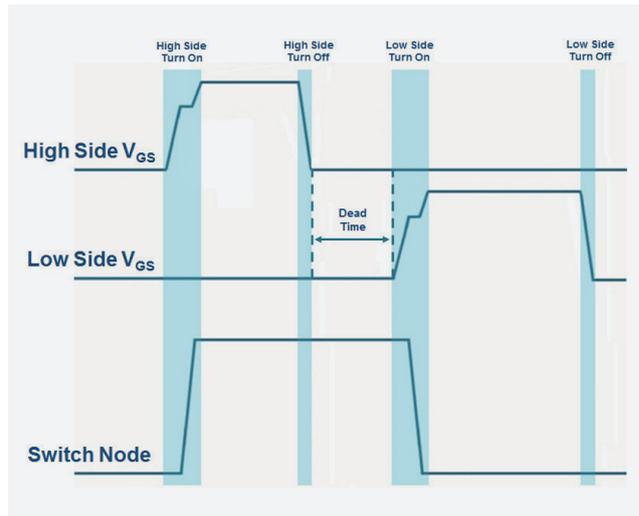


图 2: 理想的半桥开关架构波形

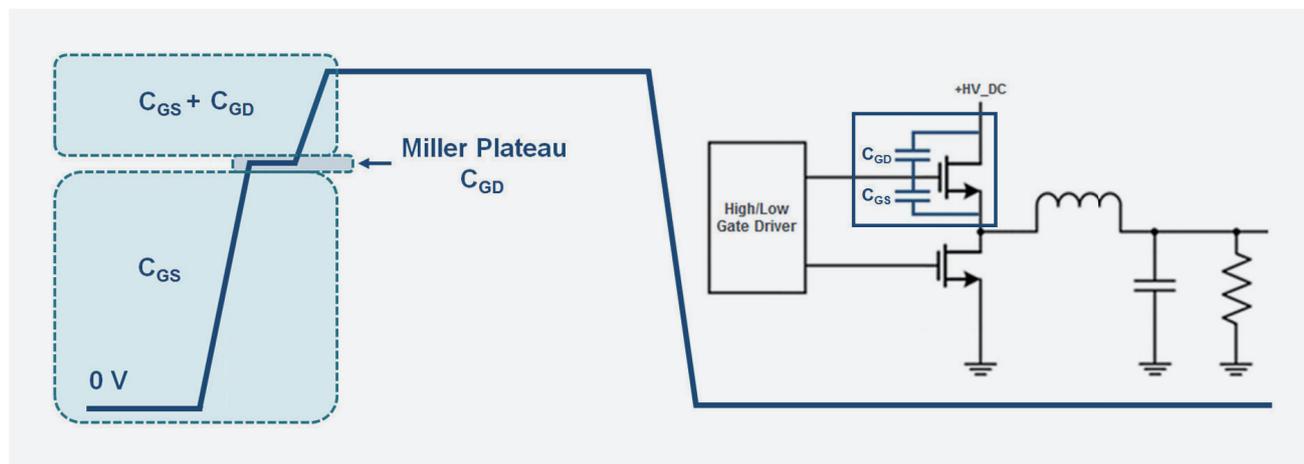


图 3. 高侧导通表征

高测导通特性

一般来说，导通波形有三个特征区域值得关注。第一个区域是 C_{GS} 充电时间。其次是米勒平台，这是栅极 - 漏极 - 米勒电容 (C_{GD}) 充电所需的时间，与 V_{DS} 有关。该充电时间随着 V_{DS} 的增加而增加。

一旦通道处于导通状态，栅极将充电到最终值。这些区域的理想波形表示如图 3 所示。

高侧 V_{GS} 位于在开关节点电压之上，开关节点电压在 "地" 和输入电源电压之间切换。由于这种快速变化的共模电压，如果没有足够的共模抑制能力，就无法测量栅极 - 源极电压。



图 4: Comparison of LeCroy's DA1855A High-Side V_{GS} Output to Ideal.

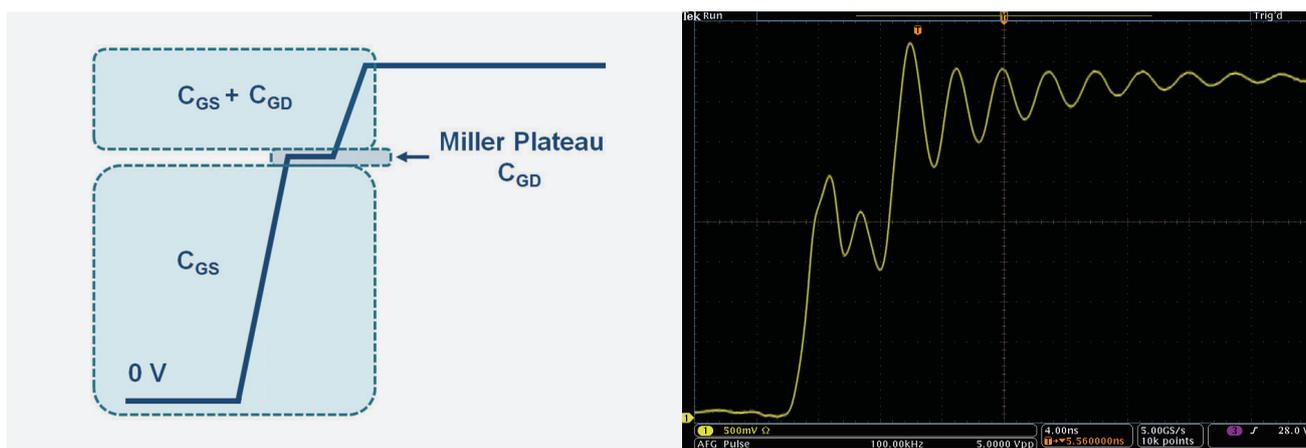


图 5: Comparison of the Tektronix IsoVu High-Side V_{GS} Output to Ideal.

您可能已经尝试过进行高侧 V_{GS} 测量，得到的波形类似于图 4 所示的 LeCroy 示波器 DA1855A 的测试效果。将这个实际测量与理想的标准进行比较，很难提取出任何有关上述每个区域发生的有意义的细节，并根据这个测量结果做出设计决策。值得注意的是，下图所示的波形会根据探头输入引线的位置而发生巨大变化，因此无法进行重复测量。

然而，IsoVu 测量系统可以显示出设计中发生的细节，而且测量结果稳定且可重复。这个波形清晰地显示出以前被隐藏的共振和信号细节。

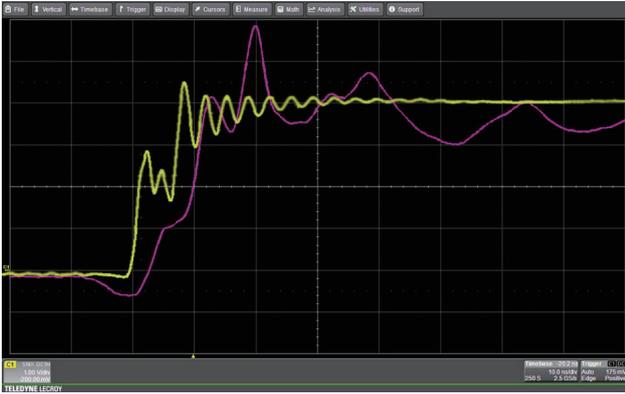


图 6: Comparison of Waveforms on a LeCroy Oscilloscope with IsoVu Waveform Overlaid.

到目前为止，带有 12 位示波器的 LeCroy DA1855A 为这类测量提供了深入解析结果。

用了这套测量系统，用户可能会受到迷惑，根据波形信息来优化自己的设计。毕竟，它似乎确实显示了一些预期的特性。然而，IsoVu 系统讲述了一个非常不同的故事。图 6 显示了这两种测量系统的比较，并揭示了基于 CMRR 和带宽有限的测量系统进行优化是如何导致用户严重错误的设计调整。

IsoVu 为用户提供优化设计性能所需的分辨率和可重复性。从图 7 中可以看出，米勒平台和开关节点转换之间有明显的相关性。

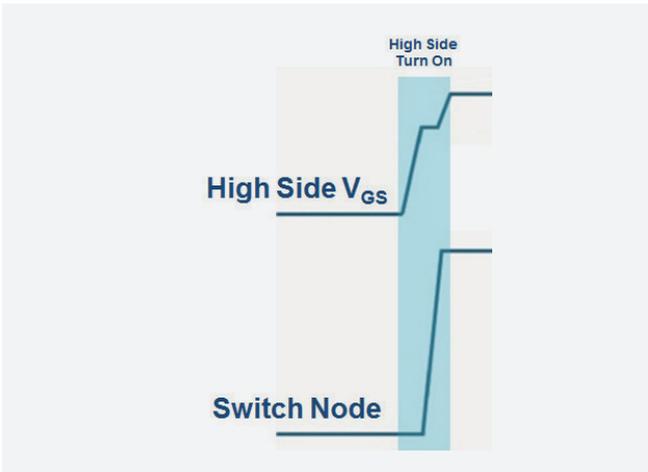


图 7: High-Side V_{GS} Turn On and Switch Node Compared to Ideal.

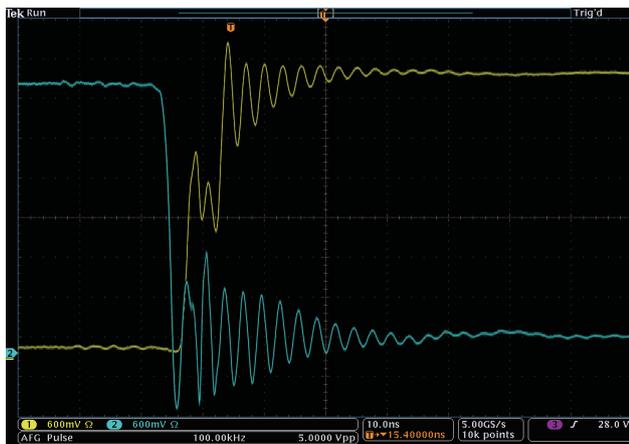


图 8: Interaction of the High-Side and Low-side Switches.

虽然低侧开关应该是以“地”为参考的，但看看实际的波形，以及它可能对高侧性能的影响是很有意思的。图 8 显示，低侧开关由于在低侧开关、高侧门和开关节点之间寄生耦合而产生了振铃。

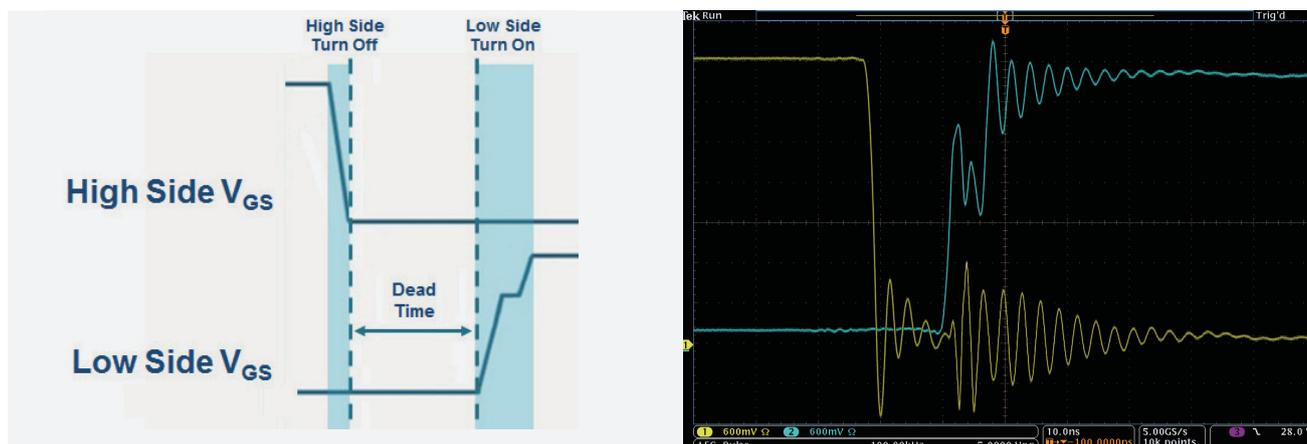


图 9: High-Side Turn Off, Low-Side Turn On, and Dead Time.

高侧关断 / 低边导通的特点

在高侧关断 / 低侧导通的转换过程中，许多相同的特性也很明显。如图 9，低侧 V_{GS} 的米勒平台清晰可见。

开关节点与高侧和低侧 FET 之间由于寄生导致的耦合是明显的，IsoVu 测量系统有足够的带宽来测量死区时间。

准确测量时间一致的高侧和低侧事件是至关重要的，以避免两个 FET 同时导通，从而导致多余的开关损耗、效率损失和器件退化。

结论

为了准确地进行高难度的测量，如高侧 V_{GS} 测量，您需要一个集高带宽、高共模电压和高共模抑制于一身的测量系统。除了完全的电隔离，泰克 IsoVu 系统还提供高达 1 GHz 带宽、2500 V 差模电压和 100 万比 1 (120 dB) 的共模抑制比，使得这种类型困难的测量成为可能。



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

泰克科技(中国)有限公司

上海市浦东新区川桥路1227号
邮编：201206
电话：(86 21) 5031 2000
传真：(86 21) 5899 3156

泰克北京办事处

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

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) 6289 7267

泰克深圳办事处

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

泰克成都办事处

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

泰克西安办事处

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

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

泰克香港办事处

香港九龙尖沙咀弥敦道132号
美丽华大厦808-809室
电话：(852) 3168 6695
传真：(852) 2598 6260

更多宝贵资源，尽在 WWW.TEK.COM.CN

© 泰克科技公司版权所有，侵权必究。泰克产品受到已经签发及正在申请的美国专利和国外专利保护。本文中的信息代替所有以前出版的材料中的信息。技术数据和价格如有变更，恕不另行通告。TEKTRONIX 和泰克徽标是泰克公司的注册商标。本文提到的所有其他商号均为各自公司的服务标志、商标或注册商标。

07.16 EA 53C-60779-0

