

利用SMFA系列非对称TVS二极管实现高效SiC MOSFET栅极保护

简介

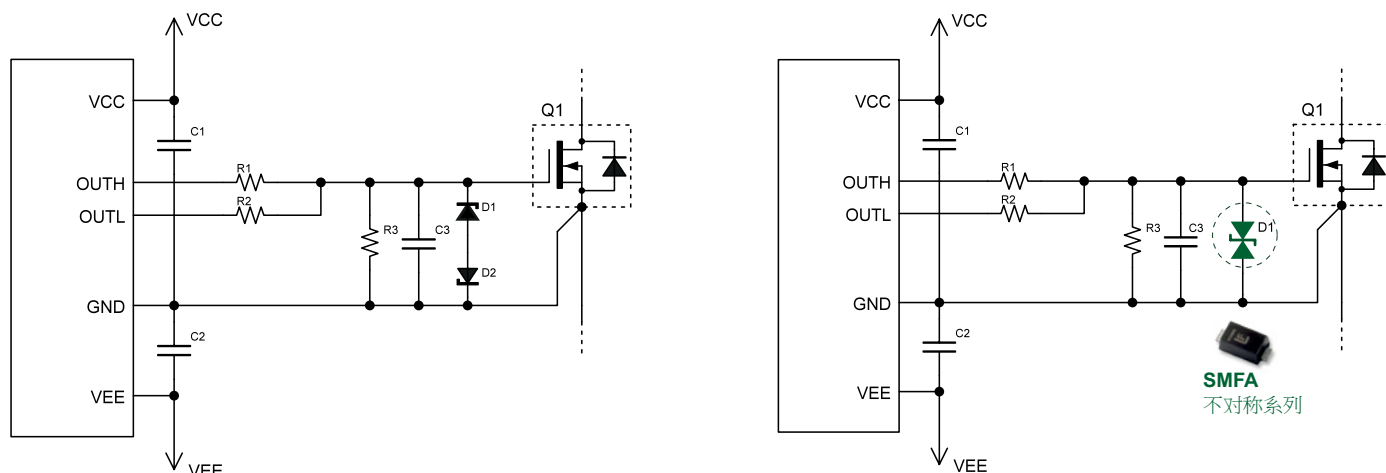
碳化硅（SiC）MOSFET在电源和电力电子领域的应用越来越广泛。随着功率半导体领域的发展，开关损耗也在不断降低。随着开关速度的不断提高，设计人员应更加关注MOSFET的栅极驱动电路，确保对MOSFET的安全控制，防止寄生导通，避免损坏功率半导体。必须保护敏感的MOSFET栅极结构免受过高电压的影响。Littelfuse提供高效的保护解决方案，有助于最大限度地延长电源的使用寿命、可靠性和鲁棒性。

栅极驱动器设计措施

关于SiC-MOSFET驱动器电路的稳健性，有几个问题值得考虑。除了驱动器安全切换半导体的主要任务外，各种驱动器还提供短路保护功能。此外，采用适当的设计措施（如在关断状态下施加负栅极电压）来防止寄生开关是至关重要的。负栅极电压可确保增加MOSFET栅极阈值电压的偏移量，并提高开关单元对电压斜坡的抗扰度。另一项强制性措施是保护MOSFET的栅极，防止静电放电 (ESD)事件或电路中的寄生效应造成过压浪涌。

硅基功率半导体，如Si-IGBT和Si-MOSFET通常具有对称的栅极额定电压。这种额定值允许使用对称TVS二极管进行栅极保护，但这是不必要的，因为硅栅极电压的最大额定值足以高于应用的驱动电压。与硅器件不同，SiC-MOSFET的负栅极电压额定值通常明显低于正栅极电压额定值。因此，使用两个独立的TVS二极管（如图1所示）进行非对称保护是很常见的。Littelfuse现在提供SMFA型集成式非对称双向TVS二极管。这种解决方案有助于有效减少寄生效应和PCB面积，尤其是在快速开关SiC应用中。

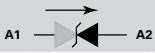
图 1. 使用两个独立TVS二极管的标准栅极保护与一个集成非对称SMFA型TVS二极管的对比



产品选择

Littelfuse SMFA非对称系列TVS二极管可保护SiC-MOSFET栅极免受正向和负向过电压浪涌的影响。根据所需的SiC-MOSFET最大栅极额定电压，SMFA封装可从17.6至23.4 V的正击穿电压中选择，同时负向击穿电压被设置在7.15V。有关元件的详细信息，请参见表1。SMFA非对称TVS根据IEC 61000-4-2标准进行测试，采用SOD-123FL扁平封装。

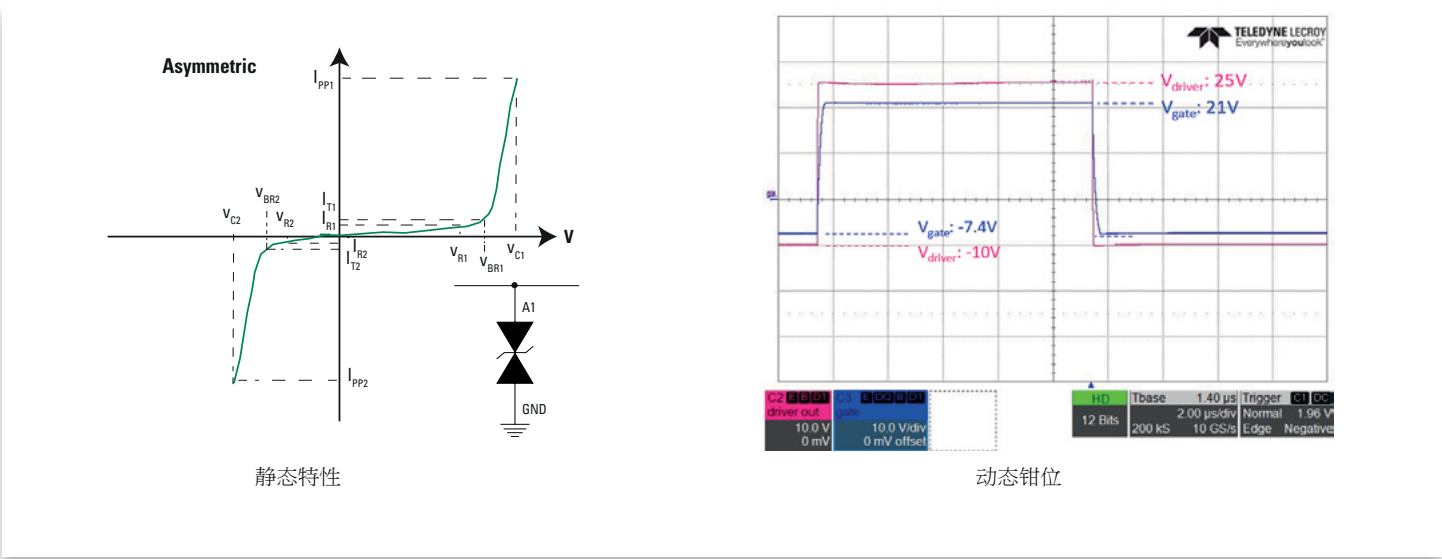
表 1. SMFA系列产品组合

元件编号	标记											
		最大反向漏 电流 I_{R1} @ V_{R1} (μ A)	关断电压 V_{R1} (V)	击穿电压 V_{BR} (Volts) @ I_{T1}			典型钳位电压 V_{C3} @ I_{PP3} (V)	典型峰值脉 冲电流 I_{PP3} (A)	最大钳位电压 V_{C1} @ I_{PP1} (V)	最大峰值脉冲 电流 I_{PP1} (A)	测试电流 I_{T1} (mA)	结电容 Typ @ 1 MHz, 0V Bias (pF)
				Min.	Nom.	Max.						
SMFA1505CA	FM	1	15	16.7	17.6	18.5	18.57	2	24.05	16.63	1	565
SMFA1805CA	FT	1	18	20.0	21.1	22.1	24.47	2	28.73	13.92	1	515
SMFA1905CA	FU	1	19	21.1	22.2	23.3	25.55	2	30.29	13.21	1	485
SMFA2005CA	FV	1	20	22.2	23.4	24.5	26.40	2	31.85	12.56	1	440

元件编号	标记											
		最大反向漏 电流 I_{R2} @ V_{R2} (μ A)	关断电压 V_{R2} (V)	击穿电压 V_{BR} (Volts) @ I_{T2}			典型钳位电压 V_{C4} @ I_{PP4} (V)	典型峰值脉 冲电流 I_{PP4} (A)	最大钳位电压 V_{C2} @ I_{PP2} (V)	最大峰值脉冲 电流 I_{PP2} (A)	测试电流 I_{T2} (mA)	结电容 Typ @ 1 MHz, 0V Bias (pF)
				Min.	Nom.	Max.						
SMFA1505CA	FM	400	5.5	6.82	7.15	7.48	7.85	2	10.5	33.0	10	565
SMFA1805CA	FT	400	5.5	6.82	7.15	7.48	7.85	2	10.5	33.0	10	515
SMFA1905CA	FU	400	5.5	6.82	7.15	7.48	7.85	2	10.5	33.0	10	485
SMFA2005CA	FV	400	5.5	6.82	7.15	7.48	7.85	2	10.5	33.0	10	440

图 2 显示了SMFA型非对称TVS二极管的静态和动态钳位性能。出于测试目的，提高了驱动器电压以显示TVS二极管的动态钳位。SMFA TVS二极管不适合永久限制过高的驱动器电压。

图 2. SMFA型集成非对称TVS二极管的钳位特性



结论

凭借新型集成非对称TVS SMFA系列，Littelfuse提供了一种创新的解决方案，可最大限度地提高SiC MOSFET栅极驱动器电路的稳健性，同时实现具有成本效益、所需PCB空间更小、寄生效应最小的设计。

参考文献

Littelfuse SMFA不对称系列:

<https://www.littelfuse.com/products/tvs-diodes/surface-mount/smfa-asymmetric.aspx>