英飞凌基于绝缘体上硅（SOI）技术的高压栅极驱动器集成电路（HVIC）具备的优势

关于本文档

范围和目的

栅极驱动器是任何功率转换或电机控制应用的必备器件，它们能够使微控制器或数字信号处理器（DSP）有效地接通和断开像 IGBT 或 MOSFET 这样的半导体开关。由于基于高压集成电路（HVIC）的栅极驱动器能够高效地驱动半桥阶段，因此被广泛应用，并长期应用于供电和电机驱动领域。自上世纪 90 年代末以来，国际整流器公司（IR）一直是基于结隔离技术的 HVIC 栅极驱动器的领先制造商。英飞凌科技在 2015 年收购 IR 后，致力于改进 HVIC 栅极驱动器的关键特性，以将其复用至英飞凌的绝缘体上硅（SOI）技术上。大多数广泛使用的 IR 栅极驱动器，如 IR(S)2106、IR(S)2108、IR(S)2109、IR(S)21091、IR(S)2181、IR(S)2183 和 IR(S)2184 系列，都是英飞凌基于 SOI 技术的低电流（+ 290 mA/- 700 mA）栅极驱动器 2ED2106、2ED2108、2ED2109、2ED21091 系列，和高电流（+ 2.5 A / - 2.5 A）栅极驱动器 2ED2181、2ED2182、2ED2183、2ED2184 系列。以上产品系列是现有基于 SOI 栅极驱动器系列（2ED2304S06F、2EDL05N06、6EDL04N02PR、2EDL23N06 和 6EDL04N06）的扩充。本篇应用笔记详细阐述了英飞凌的 SOI 技术的优势，以及如何利用该技术提升 HVIC 栅极驱动器的性能，从而为从事电力转换和电机控制应用设计的工程师带来价值。

目标读者

在家用电器、电池驱动系统、电动汽车、工业电源和类似应用领域工作的电机控制和电源设计人员。

目录

关于本文档 1

目录 2

1 简介 3

2 英飞凌 SOI 的技术优势 6

3 行业领先、业界可靠且坚固的负压瞬态保护 7

4 集成在基于 SOI 的 HVIC 栅极驱动器中的自举二极管 11

5 更低的开关损耗，支持高频操作 13

6 2ED21xxxJ（仅 14 引脚）具有可编程死区时间功能 16

7 实现了与传统 IR 栅极驱动器的引脚对引脚兼容 17

8 基于 SOI 的 HVIC 栅极驱动器优势总结 20

9 参考文献 22

9.1 英飞凌在线论坛资源 22

文档修订记录 23

1 简介

使用如图 1 所示的栅极驱动变压器驱动半桥或高侧配置中的 MOSFET 或 IGBT 是一种简单且经济的方法。为了实现最佳栅极驱动并支持宽范围的占空比操作，还需要具备额外的电路和复杂的计算设计专业知识。由于栅极驱动变压器本身的设计和制造需要良好的控制，不可忽略的寄生效应会导致快速开关波形不够理想。

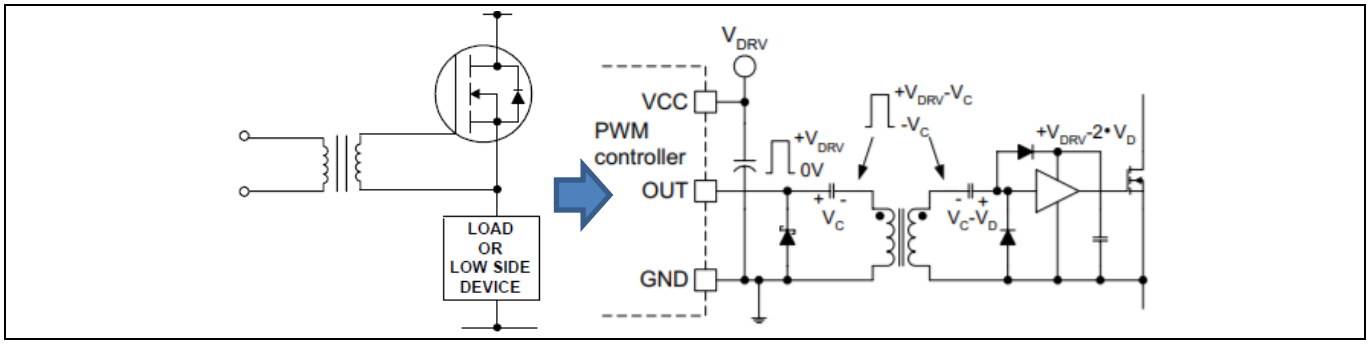


图 1. 基本的变压器耦合栅极驱动及其优化设计的等效方案

还有其他技术，例如光耦合浮动栅极驱动这样的技术，可以克服变压器栅极驱动中的一些问题。这项技术需要额外的浮动或隔离电源，不仅会增加成本，并且继承了光耦合器的缺陷，如对噪声敏感和带宽低。

20 世纪 90 年代，国际整流器公司推出了基于自举的高压集成电路（HVIC）栅极驱动器，现如今仍然广受欢迎。这些集成电路设计简洁，成本低廉，内置电平转换技术，降低了半桥或高侧 MOSFET 的驱动难度。

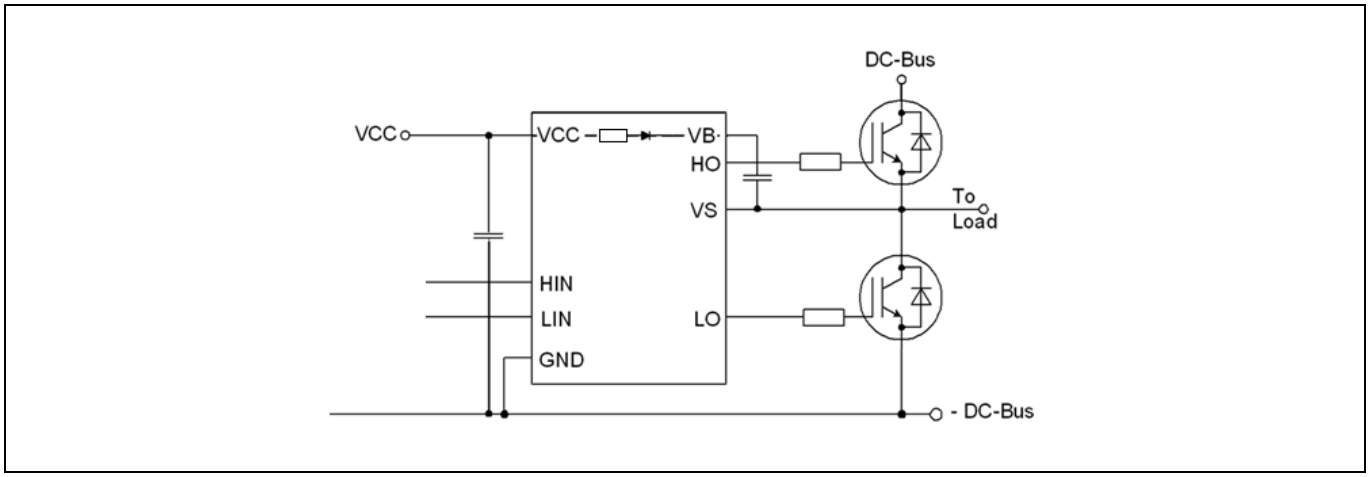


图 2. 典型的高压半桥栅极驱动器

简介

表 1 概述了 HVIC 和栅极驱动变压器方法之间的比较。

表 1.

参数	HVIC	栅极驱动器变压器
易于设计	支持。IC 内部实现的大多数功能	每个特性都需要单独设计，配合外部器件
噪声敏感性	基于最优 PCB 布局的低噪声水平	根据最优 PCB 布局的低电平
高灌电流	支持。内置	需要独立的关断电路
磁芯饱和	不适用	支持。必须满足变压器的伏秒平衡
漏磁电感的影响	不适用	支持。变压器的构造必须优化
隔离寿命	不适用	因所用材料而异
易于布局	支持。低电平组件	不支持。很多分立元件
PCB 区域	低	高
组装类型	挑选安置	手动
元件高度	低（约 2.5 mm）	高（约 15 mm）
开销（包括周边分立器件）	低	高

简介

图3展示了两种PCB布局方法的简单比较。这清楚地表明，在基于HVIC的栅极驱动器中，周边器件数量较少，设计简洁，占用空间更小，可靠性更高。

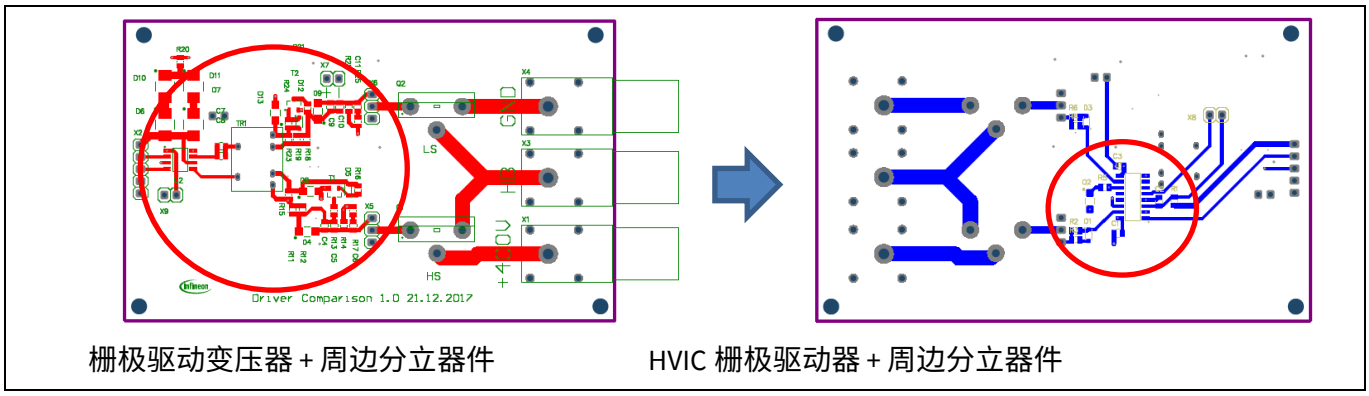


图 3.　　变压器式栅极驱动与等效 HVIC 栅极驱动的 PCB 面积比较

HVIC解决方案可在硅片内实现高达1200 V的高压隔离。高边和低边驱动之间的匹配延迟和防击穿逻辑防止了由于跨导导致的击穿故障。这些部件的负压抗扰性是半桥工作时承受负瞬态电压的关键。本文档末尾参考文献部分的第[3]至第[7]篇应用笔记有助于理解HVIC的工作原理。

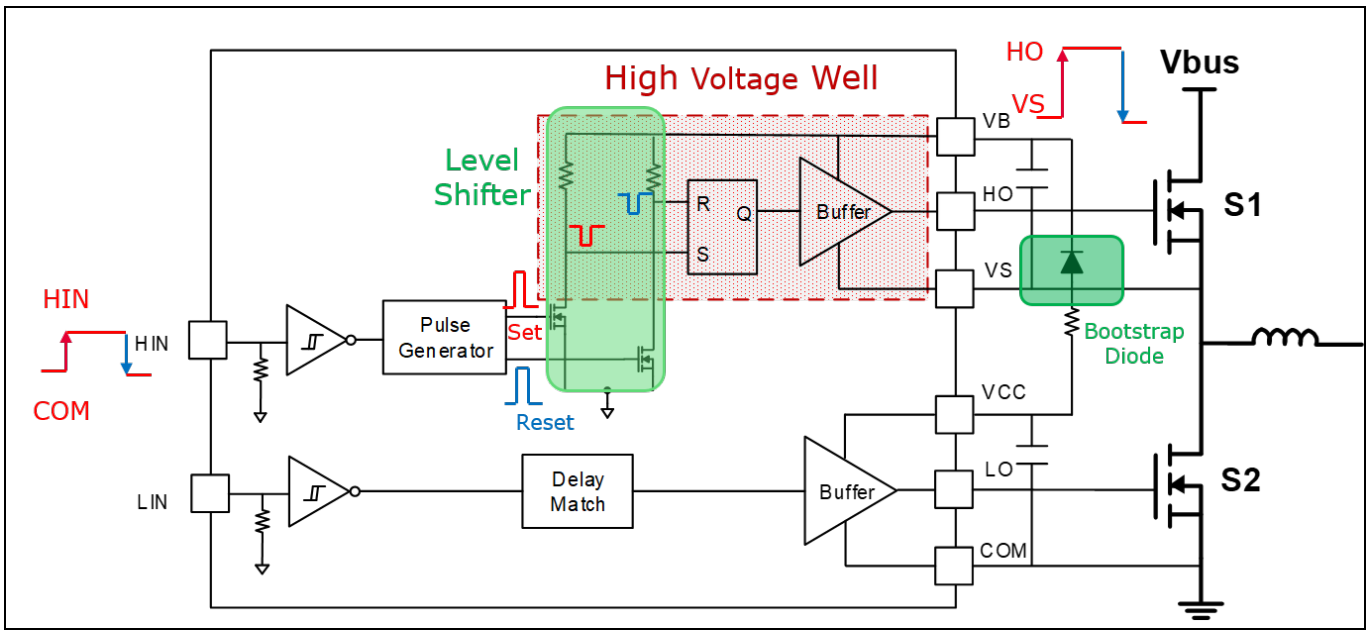
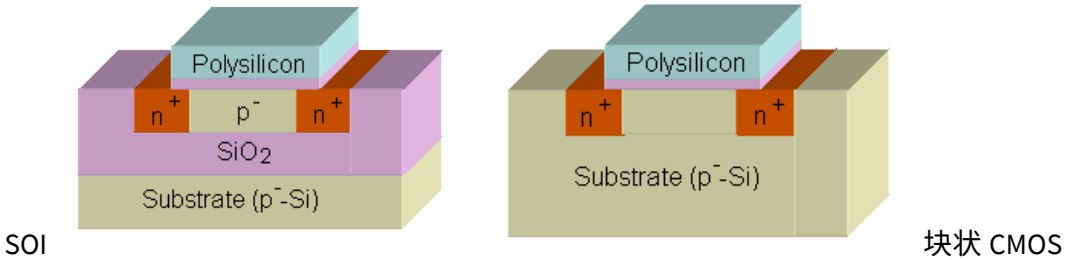


图 4.　　高压集成电路半桥栅极驱动器的功能框图

综上所述，如图4所示，脉冲发生器在每个HIN输入边沿生成置位和复位脉冲。电平移位器将这些以接地为基准的脉冲转换为VS节点基准的脉冲。集置复位触发器将移位寄存器转换的脉冲信息锁定，以提供给驱动级一个干净、无误的脉冲。为了补偿脉冲传输、电平转换器和SR flip-flop阶段引入的延迟，我们在低侧驱动器中添加了一个延迟匹配功能块。请注意，HVIC高边不需要额外的隔离电源。自举配置负责为高压级提供所需的电源。

2 英飞凌 SOI 的技术优势

英飞凌的绝缘体上硅（SOI）技术已趋于成熟，并在高压集成电路栅极驱动器方面展现出了显著优势。本文件末尾参考文献部分的第[8]至第[10]本应用笔记有助于理解英飞凌 SOI 的基本结构、优势及其独特的优点。



SOI 块状 CMOS

图 5. 基本绝缘体上硅结构（左图）与体硅 CMOS 结构（右图）的比较

根据图 5 左侧的信息可知，在英飞凌 SOI 结构中，所有部分的电流通路两侧都有介质隔离，因此不会出现闩锁现象，。漏电流也非常低。由于图 5 右侧的体硅 CMOS 结构中没有隔离衬底，因此可能会通过器件底部发生闩锁。

英飞凌的 SOI 具有出色的负 VS 瞬态抗扰度（高达 -100 V，持续时间 300 ns），可防止闩锁。共模瞬态抗扰度（CMTI）通常为 50 V/ns，并集成了一个具有快速恢复功能的 PN 型自举二极管（通常为 40 Ω），用于对自举电容器充电。

图 6 是对英飞凌 SOI 技术主要优势的概述。本应用笔记的后续部分将对这些优势进行详细解释。

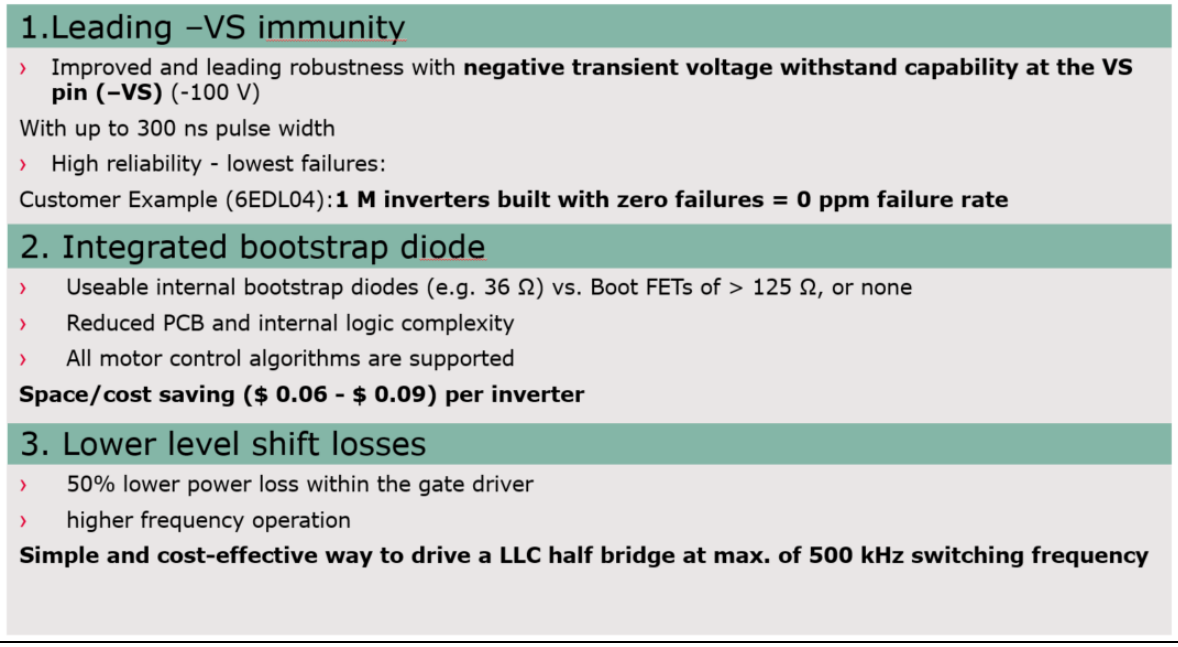


图 6. 英飞凌 SOI 技术的三大关键优势概述

3 行业领先、业界可靠且坚固的负压瞬态保护

如今高功率开关变换器面临的一个常见问题是：开关在承载大电流时的快速切换开合会导致开关节点电压的瞬态响应。图7中显示了一个典型的三相逆变电路，其中定义了逆变器的电源开关和二极管。

如果高边开关（例如图8和图9中的IGBT Q1）关闭，而U相电流正流向一个感应负载时，会发生从高压侧开关（Q1）到同一逆变器桥臂并联的二极管（D2）的电流换向。在同一时刻，电压节点V_{S1}从正极直流母线电压变为负极直流母线电压。

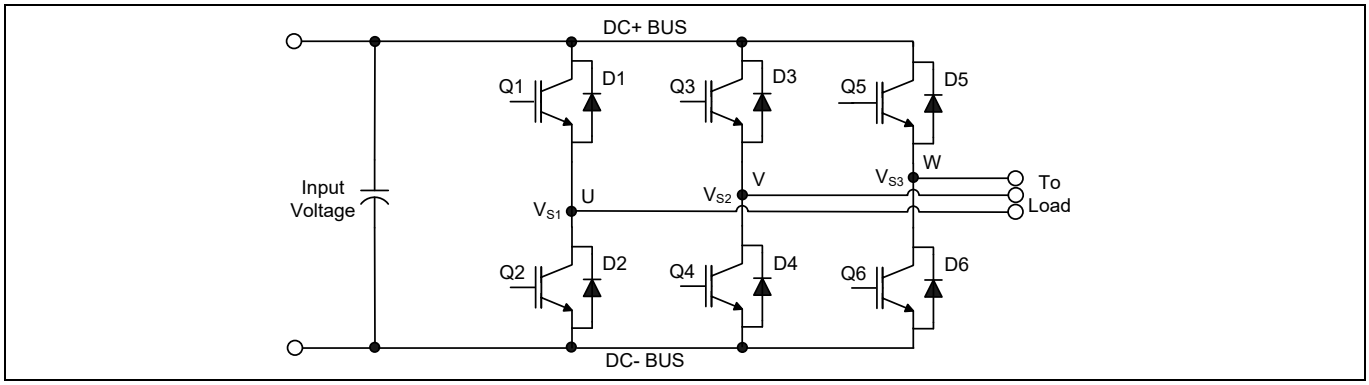


图 7. 三相逆变器

当 V 相电流从感应负载流回逆变器（见图 8）且 Q4 IGBT 开启时，电流从 D3 切换到 Q4。在同一时刻，电压节点 V_{S2} 从正极直流母线电压变为负极直流母线电压。

然而，在实际的逆变电路中，VS 电压摆动并不会停留在负直流母线的水平，而是会下降到低于负直流母线的水平。这个负电压暂降被称为负 V_S 瞬态。

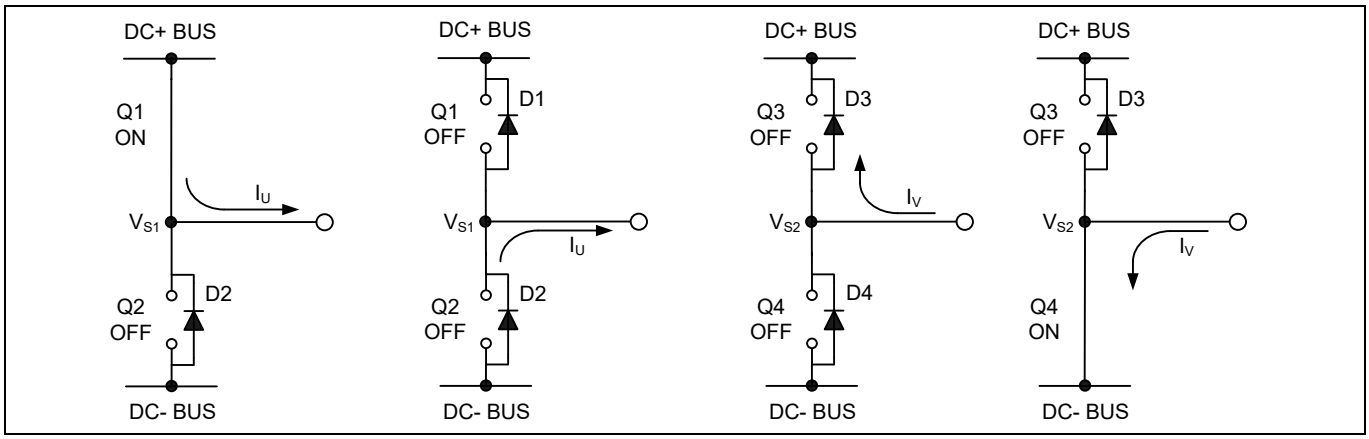


图 8. 三相逆变器的开关周期

行业领先、业界可靠且坚固的负压瞬态保护

图 9 所示电路描绘了三相逆变器的一个桥臂；图 9 简化展示了 Q1 和 D2 之间电流换向的过程。电源电路中从芯片键合到 PCB 轨道的寄生电感被归并到每个 IGBT 的 L_C 和 L_E 中。当高边开关开启时，V_{S1} 的电压低于直流电源电压（包括功率开关和电路的寄生元件引起的压降）。当高边电源开关关闭时，由于连接到 V_{S1}（图中未显示负载）的感应负载，负载电流会短暂流过低侧续流二极管。该电流从直流母线（连接至 HVIC 的 COM 引脚）流向负载，并在 V_{S1} 和直流母线之间产生负电压（即 HVIC 的 COM 引脚电位高于 V_S 引脚电位）。

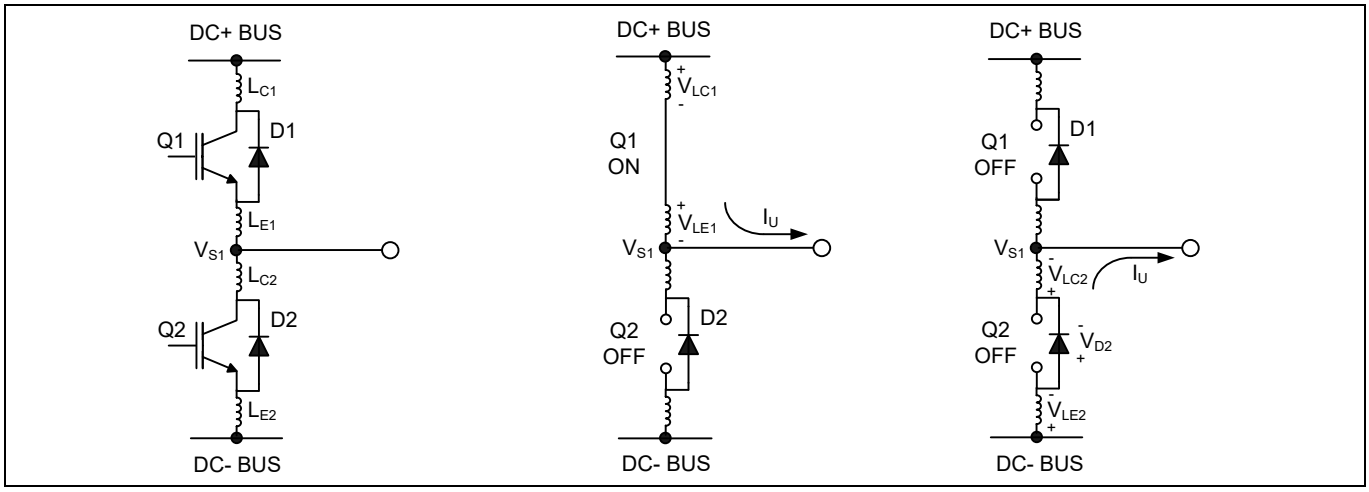


图 9.　　负压 – VS 瞬态生成

英飞凌系统验证实验室中常用的测试配置如图 10 所示，用以验证新型 SOI 栅极驱动器的性能。特征 -VS 波形置于示意图旁边。

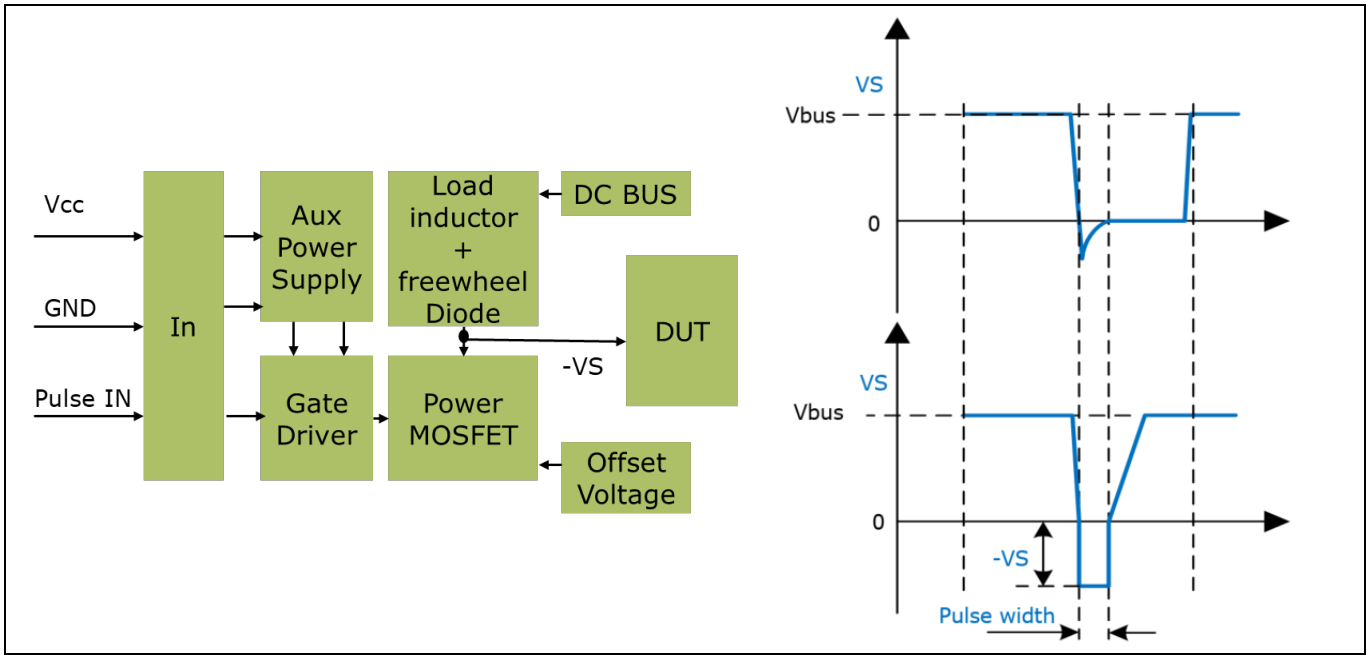


图 10.　　–VS 测试设置的基本框图

行业领先、业界可靠且坚固的负压瞬态保护

脉冲发生器提供可变宽度（VS 电压）从 100ns 到 1us 的脉冲。当被测 IC 的 BUS 电压为 400V 时，会应用不同的 VS 失调电压。示例：脉冲宽度为 100 ns，VS 偏移 = -50 V，监测 HO/LO 的 IV_{cc} 和波形。如果在 V_{CC} 电压不增加的情况下，且未观察到从“低”电平/“高”电平变为“高”电平/“低”电平的 HO/LO 触发，那么该 IC 在这种 VS 失调电压和脉冲宽度下被视为稳健。如果继续增加 VS 或脉冲宽度，或者两者都增加，当 I_{Vcc} 上升或 HO/LO 从“低”/“高”变为“高”/“低”，则被测器件失败。这个测试会在不同生产批次的多个器件上重复进行，以获取最大电压（VS）和脉冲宽度限制的安全操作区域。

在对每一系列硅片栅极驱动器进行实验室完整系统验证后，会绘制并提供负瞬态安全工作区域（NTSOA）曲线，该曲线包含在器件数据手册中。图 11 展示了一个典型的 NTSOA 曲线。

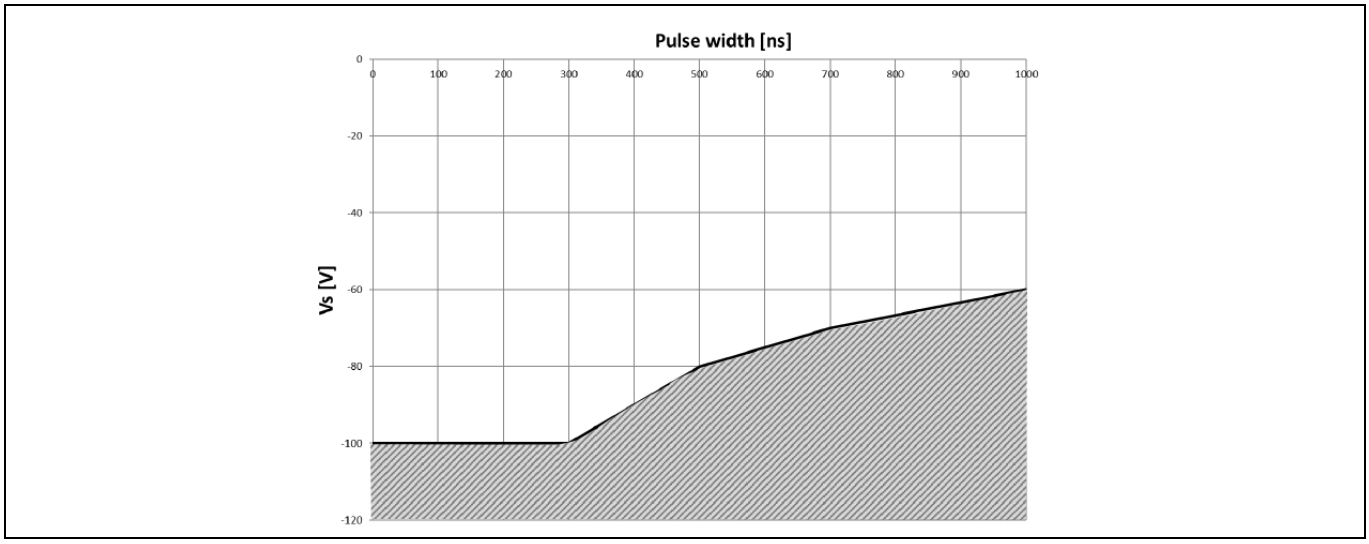


图 11. 所有基于 SOI 的栅极驱动器器件数据手册都会展示的负瞬态安全工作区域（NTSOA）图示例

尽管英飞凌基于 SOI 的高压栅极驱动 IC 能够处理不同持续时间和振幅的负 VS 瞬态，但仍强烈建议电路设计师谨慎布局 PCB、选择器件，以尽可能地限制负 VS 瞬态。

PCB 上的电源级寄生元件可能导致开关节点出现大的负电压瞬态；建议尽量限制相电压的负瞬态。为避免此类情况，建议：

尽量减小高边发射极到低边集电极的距离。

尽量减小发射极到负电源母线的杂散电感。

行业领先、业界可靠且坚固的负压瞬态保护

但如果负 VS 尖脉冲仍然过大，可能需要采取进一步措施来降低，例如在 VS 引脚和切换节点之间接入一个 5 Ω或更小的电阻（参见图 12a），某些情况下还需在 COM 和 VS 之间使用钳位二极管（参见图 12b）。

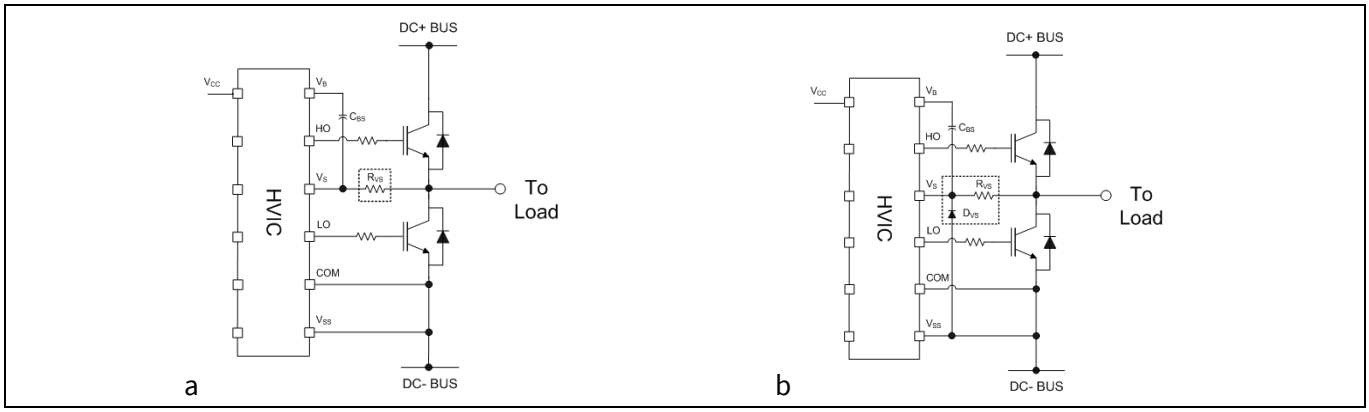


图 12. V_S 电阻和钳位二极管

4 集成在基于 SOI 的 HVIC 栅极驱动器中的自举二极管

对于 HVIC，高边内部电路和驱动的电源通常通过低成本的自举供电技术来提供。这种方法的优点在于简单，但受限于需要刷新自举电容器中的电荷，可能会对占空比和定时带来限制。恰当选择电容器可以显著减少这些限制。

图 13 显示了典型自举电源器件。启动二极管应为快速恢复二极管（典型恢复时间 trr 小于 100ns），并且其电压额定值应高于母线电压。自举电阻 R_{boot} 通常具有低阻值（小于 50Ω），用于限制自举电容器的初始充电电流。当低边开关打开（ON）而高侧开关关闭（OFF）时，自举充电电容器 C_{boot} 开始充电。当低边开关关闭、高边开关打开时，自举充电电容器开始放电。自举电容的容量应足够大，以保持电压高于高压侧电路的欠压锁定阈值（VBS > Vbs_UVLO-）。自举电容器的计算方法在相应的器件数据手册中有说明，英飞凌网站上的在线工具也提供了相关信息。

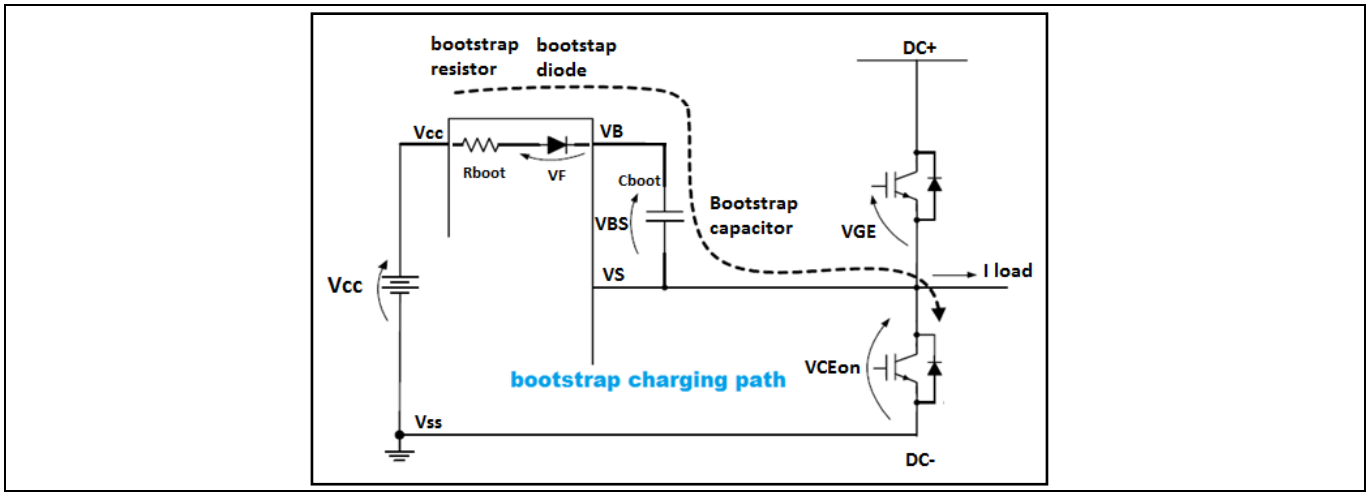


图 13. 自举电源元件

如图 14 所示，新款 SOI 系列产品将自举二极管和电阻集成在同一芯片上，不仅为客户节省了成本，还减少了物料清单和宝贵的 PCB 板面积，特别是三相设计。

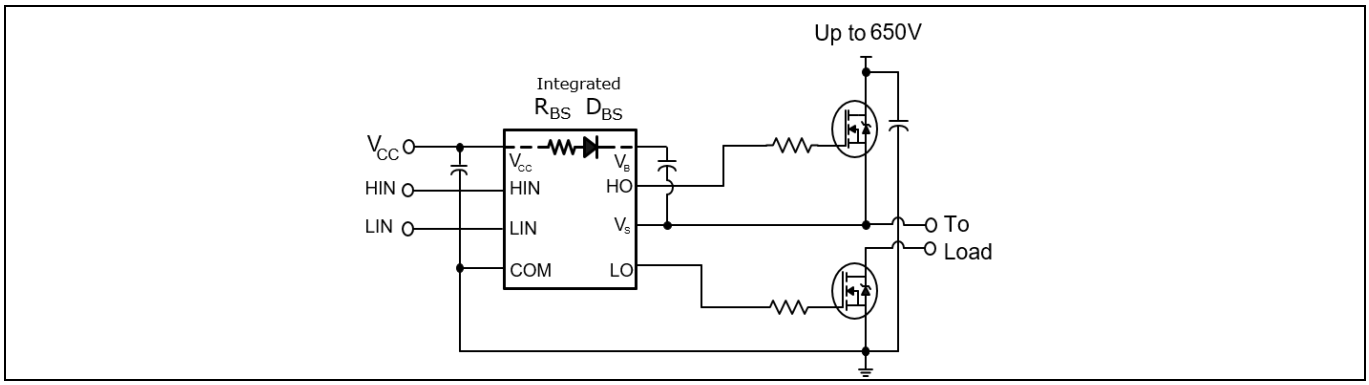


图 14. 单片集成的自举二极管

集成在基于 SOI 的 HVIC 栅极驱动器中的自举二极管

集成二极管是一个超快自举二极管和一个电阻器（不同栅极驱动器的电阻值不同），有助于避免在自举电容器初始充电时产生极高的浪涌电流。2ED218x 系列的电阻值为 25 Ω。与其他采用高阻抗自举结构的同类器件相比，低阻抗限流电阻具有重要优势。像 2ED218x 系列这样的低欧姆电阻器可以在低侧晶体管占空比较小的时段内更快地为自举电容器充电。

自举二极管适用于所有类型的电力电子转换器。自举二极管是真正的 pn 二极管，具有耐温性，可以在低端晶体管占空比较低的高温条件下使用。2ED218x 系列的自举二极管适用于现代电力电子器件的所有控制算法，如梯形或正弦电机驱动控制。 图 15 展示了集成二极管的典型快速恢复响应时间（小于 50ns）。

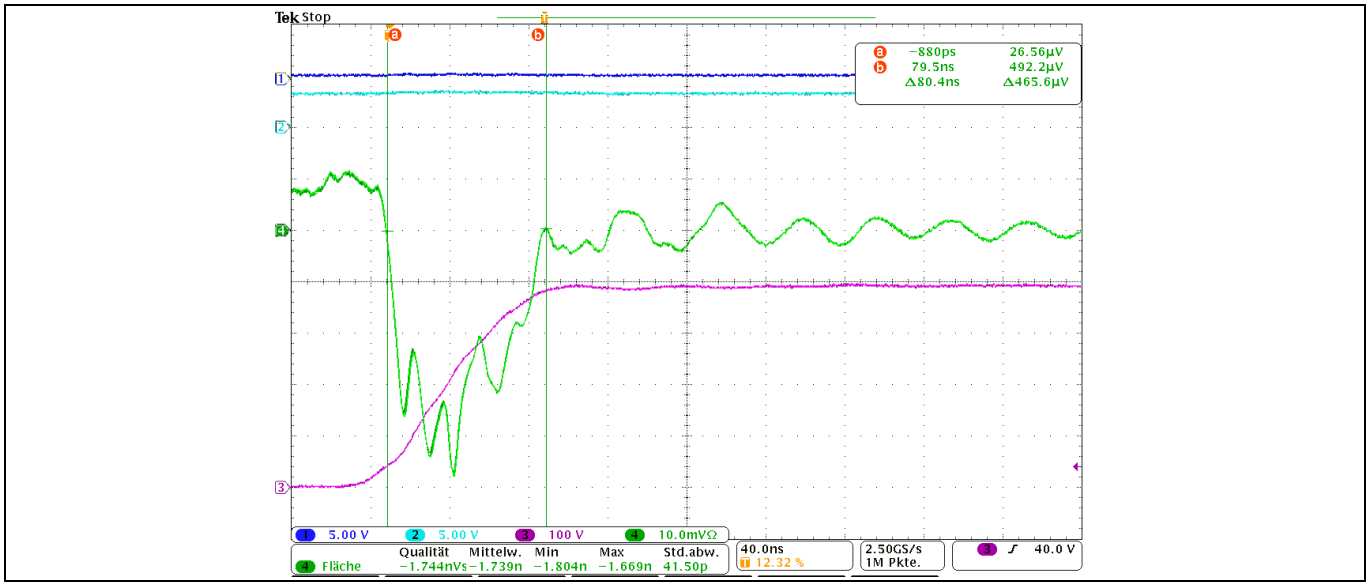


图 15.　　集成自举二极管的快速恢复响应时间小于 50 ns

5 更低的开关损耗，支持高频操作

驱动 IC 的功率耗散有多个源头，全部展示在图 16 中。

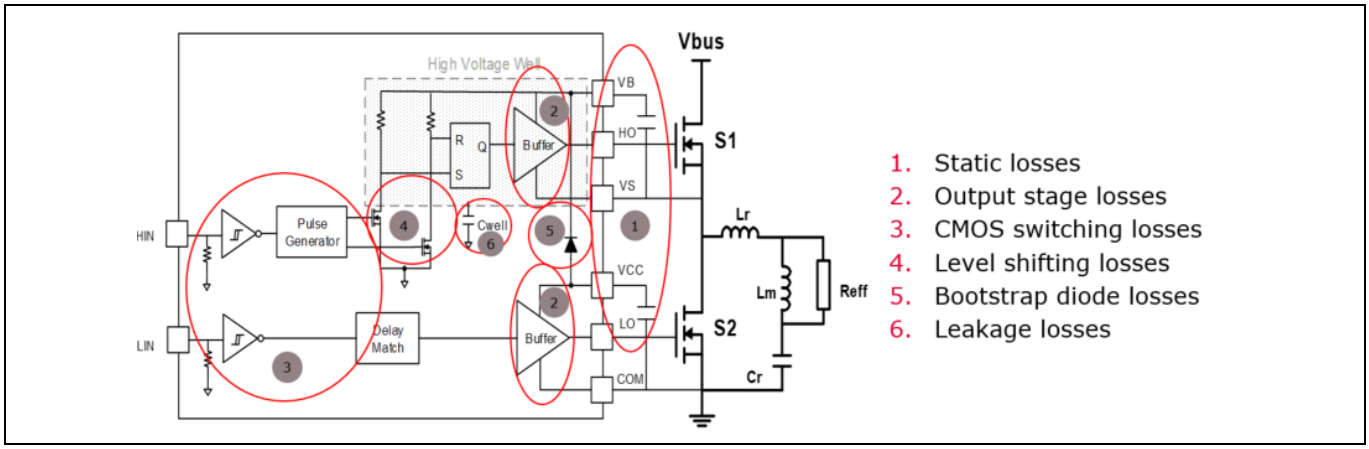


图 16. 高压栅极驱动器内部的不同功率损耗

输出级是栅极驱动器 IC 功耗的主要来源。外部栅极电阻也会影响栅极驱动器 IC 的功耗。外部栅极电阻越大，栅极驱动器消耗的功率越小。在栅极驱动 IC 内部，包括以下不同类型的损耗：

1.静态损耗：在给定电源电压和静态/自举充电电流下计算得出。

低边晶体管的静态损耗 = V_{cc} x I_{Qcc}
高边晶体管的静态损耗 = V_{cc} x I_{QBS}
输入级的静态损耗 = ½* V_{cc} x V_{cc} / R_{pullup}

2. **输出级损耗：**根据功率 MOSFET 或 IGBT 的栅极总电荷计算。它驱动 Q_{gtot}（栅极总电荷），电源电压 V_{CC}，开关频率 f_P，以及外部的开关闭合电阻 R_{gon} 和关断电阻 R_{goff}。由于许多设计在开启和关闭时使用不同的电阻器，因此必须考虑不同的开启和关闭情况。这就导致外部栅极电阻 $R_{gon/off}$、ext 和输出部分的内部电阻（R_{on_int} 和 R_{off_int}）的损耗有特定的分布。

开通损耗： $Pdon = \frac{2}{2} \times Q_{gtot} \times V_{cc} \times f_p \times \frac{Ron_int}{Ron_int+Rgon_ext}$

关断损耗： $Pdoff = \frac{2}{2} \times Q_{gtot} \times V_{cc} \times f_p \times \frac{Roff_int}{Roff_int+Rgoff_ext}$

3. **CMOS 损耗：**在给定开关频率和电源电压下计算得出。

CMOS 损耗 = Q_{COMS} x V_{CC} x fp

结电容开关损耗 = 0.5 x CJ x V_{bus}^2 x f

4. **电平转换损耗：**在给定开关频率和电源电压下计算得出

每个电平移位器的损耗（ON）= (V_{bus}+V_{cc}) x I_{LSON} x t_{ON} x fp

每个电平移位器的损耗（ON）= (V_{bus}+V_{cc}) x I_{LSOFF} x t_{OFF} x fp

更低的开关损耗，支持高频操作

5. **自举二极管损耗：**在给定开关频率和电源电压下计算得出。

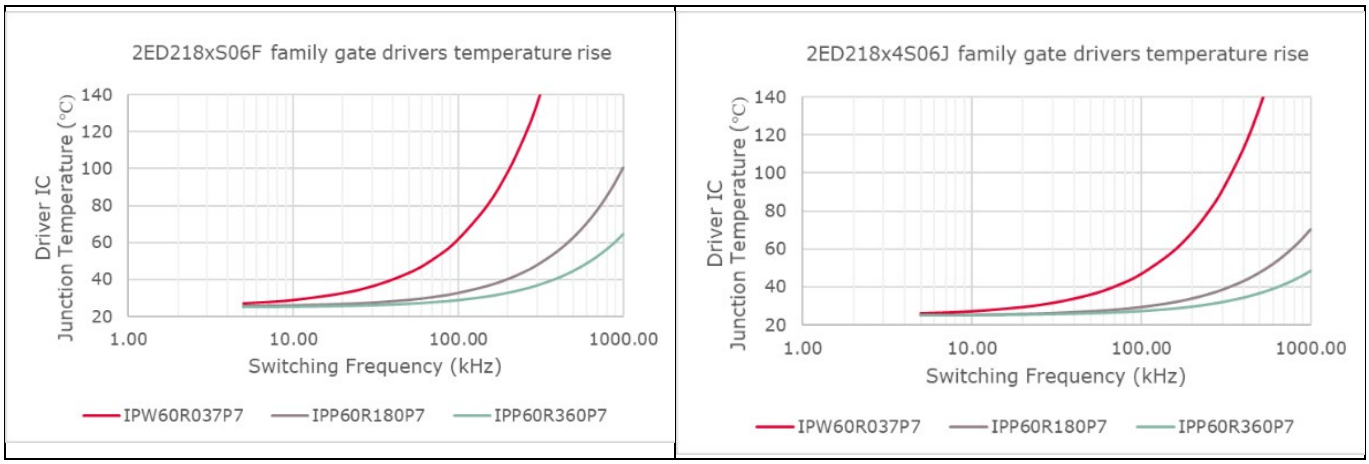
启动二极管的动态损耗 = EB x fp x 2 x [I_{QBS}+ (Q_{gtot}*fp)] / 10E-3 x Vbus /400

启动二极管的静态损耗 = 0.5 x (V_{TH}+ 2 x [I_{QBS}+ (Q_{gtot}*fp)] x R_D) x 2 x [I_{QBS}+ (Q_{gtot}*fp)]

6. **泄漏损耗：**在给定开关频率和电源电压下计算得出。

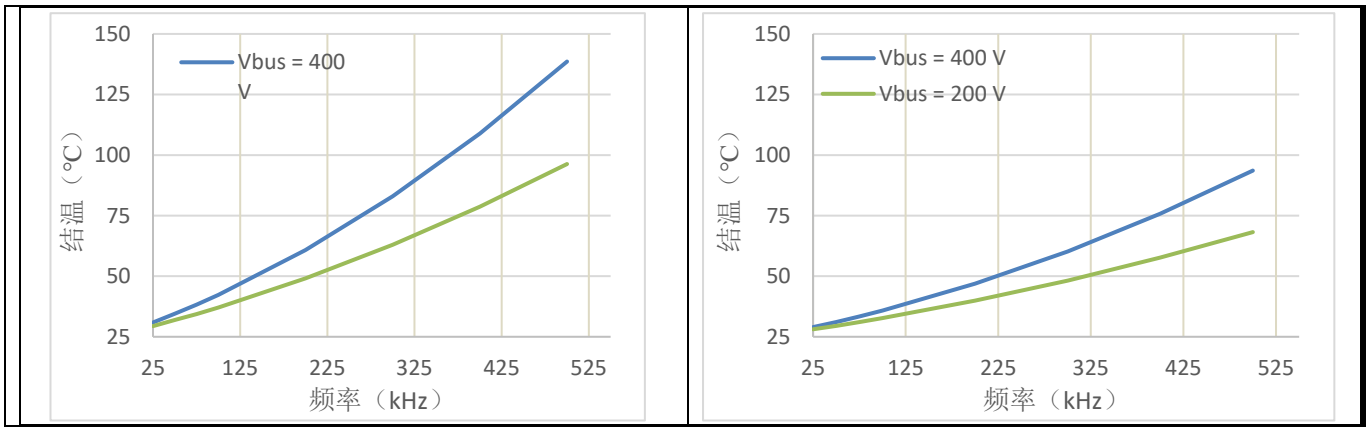
泄漏损耗 = I_{LEAK} x V_{bus}

将栅极驱动器集成电路内的所有这些损耗相加，得出以下结果，从而估算出在不同开关频率下开关给定 MOSFET 或 IGBT 时栅极驱动器集成电路的温升。



***上述曲线的假设条件：**T_a = 25 °C，V_{BUS} = 400 V，V_{CC} = 12 V，R_{gon} = 10 Ω，R_{goff} = 1 Ω

图 17.　2ED2182 不同 CoolMOS™ P7 MOSFET 的最大开关频率



***上述曲线的假设条件：**LLC **拓扑，电源开关** = IPP60R600P6，

T_a = 25 ° C，V_{BUS} = 400 V，V_{CC} = 12 V，R_{gon} = 3.9 Ω，R_{goff} = 1 Ω

图 18.　2ED2108 给定 CoolMOS™ 不同母线电压下的最大开关频率

更低的开关损耗，支持高频操作

2ED218x 和 2ED210x 系列的开关频率相比标准的半桥或高边/低边栅极驱动器更高。它们有两种封装选择：PG-DSO-8 和 PG-DSO-14。在高频运行时，必须确保器件不会过热。这可以通过测量或计算结温与环境之间的热阻抗以及损耗的功率来确认。热阻在数据表（第 4 节）中给出，是指特定的布局。此布局的任何变化都可能导致热阻增大，从而降低驱动 IC 的总散热量。因此，应进行温度测量，以避免在与应用相关的环境温度和外壳条件下出现热过载。

最大芯片温度 T_J 可以通过以下公式计算得出：

$T_J = \mathrm{Pd} \cdot Rth_{JA} + T_{A_max}$，其中 T_{A_max} 为最高环境温度。

图 22 显示了在高开关频率下开关时较低功率耗散的影响。英飞凌的新型 SOI 技术与传统的基于大规模 CMOS 的栅极驱动器的对比显示，基于 SOI 的栅极驱动器损耗更低，因而具有高频开关能力。

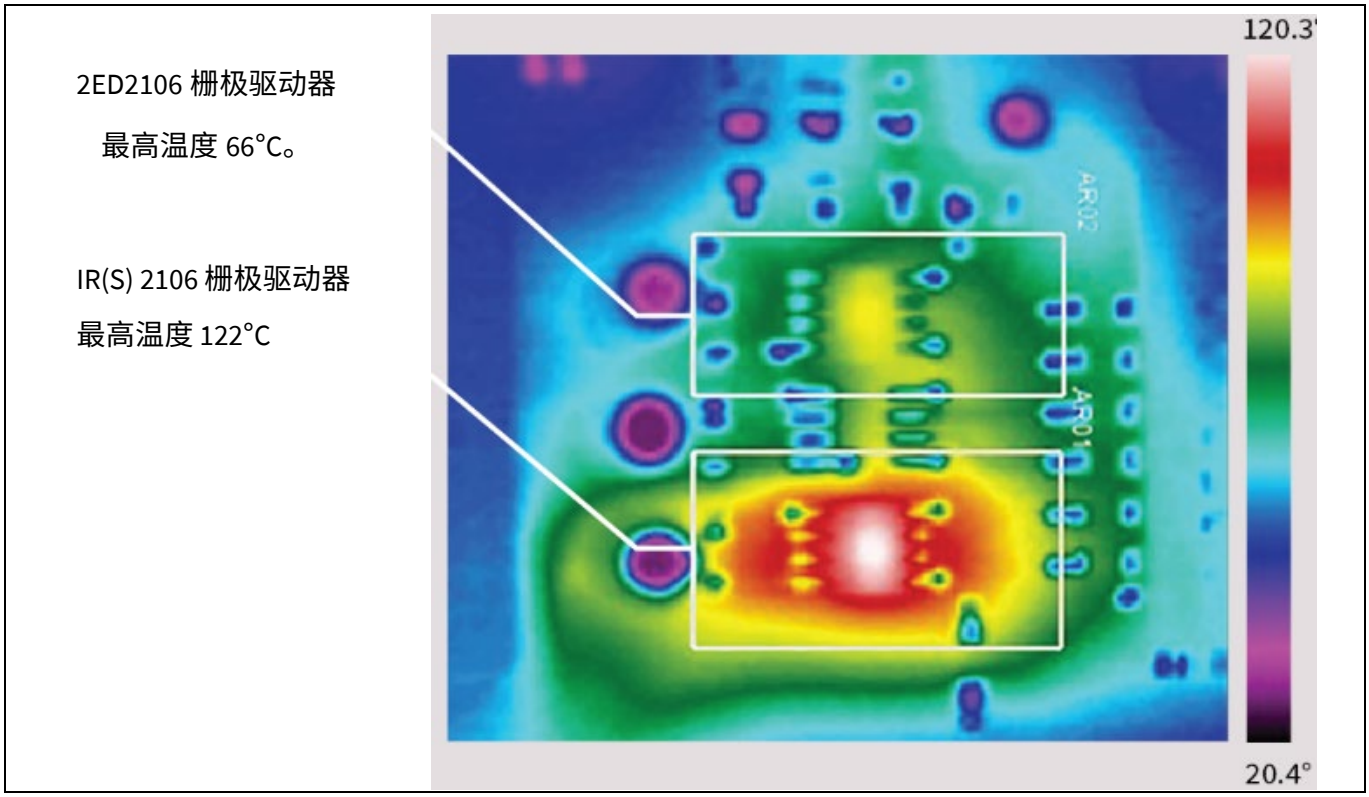


图 19. 2ED218x 栅极驱动器的工作温度几乎只有 IR(S) 218x 的一半，开关频率却高达 300 kHz

6 2ED21xxxJ（仅 14 引脚）具有可编程死区时间功能

基于 SOI 的 14 引脚半桥栅极驱动器变体具有可编程死区时间功能，可提供更高的设计灵活性。该功能可插入一个时间段（最小死区时间），在该时间段内，高边和低边电源开关均处于关断状态，以确保在第二个电源开关接通之前，正在关断的电源开关已处于完全关断状态。只要外部死区时间短于 DT，就会自动插入最小死区时间；栅极驱动器不会修改大于 DT 的外部死区时间。

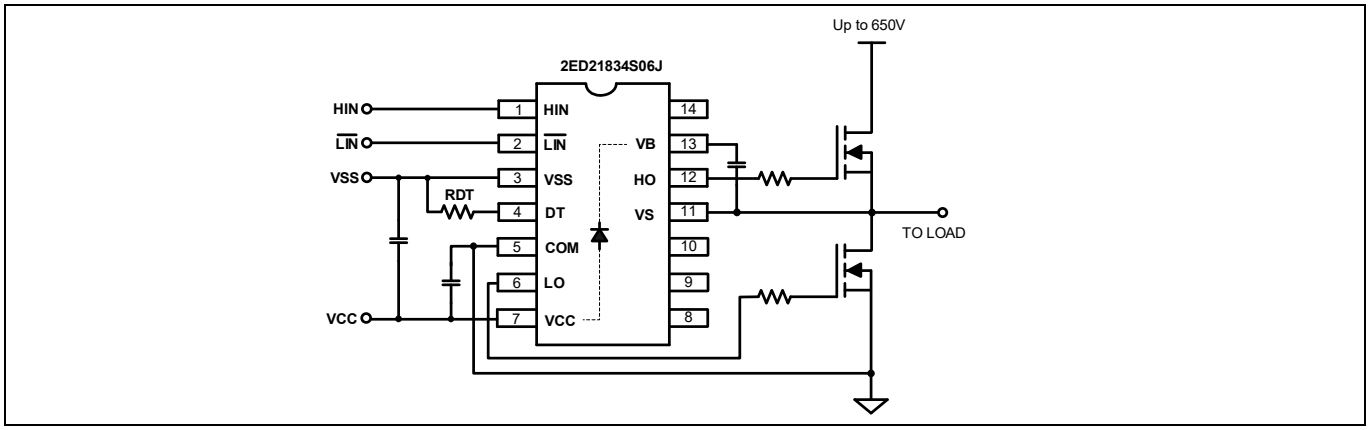


图 20. 14 引脚半桥变体具有可调死区时间功能，可通过电阻器进行设置

图 21 显示了电阻器（RDT）与死区时间之间的线性关系。设计人员可以根据最终应用选择添加外部电阻来增加死区时间。

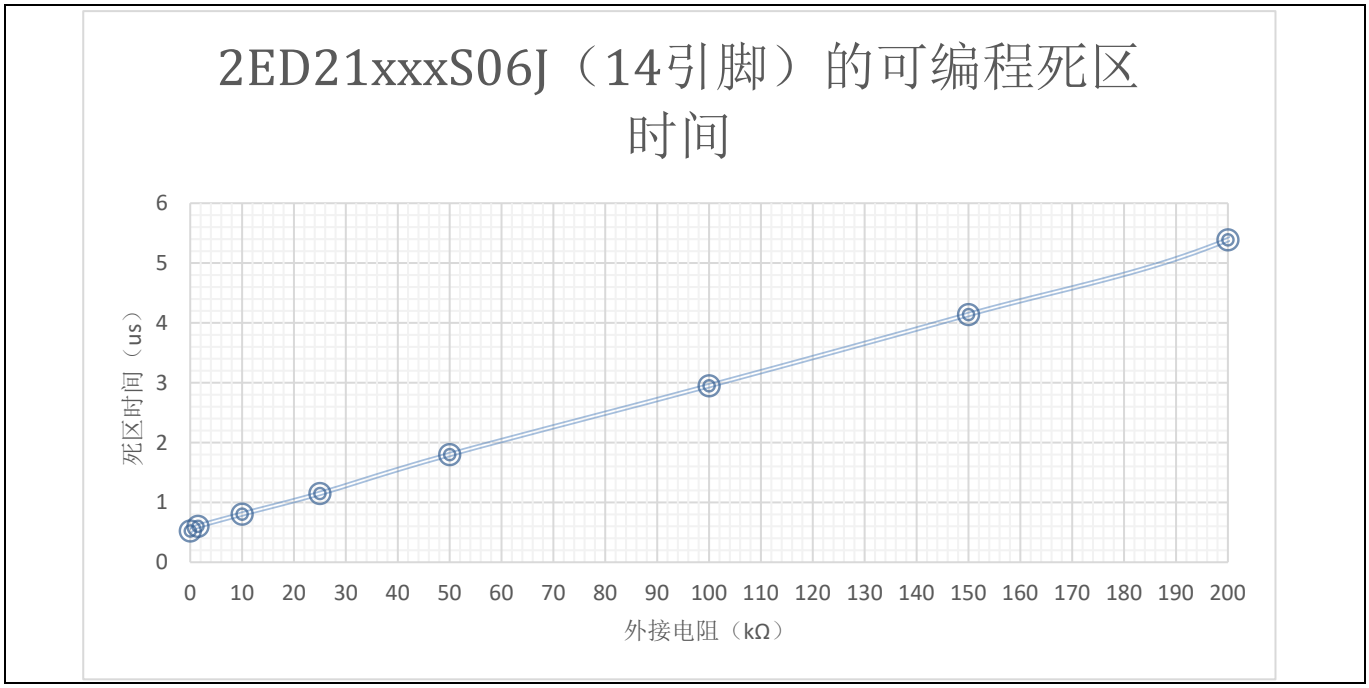


图 21. 死区时间变化与外接电阻的关系

7 实现了与传统 IR 栅极驱动器的引脚对引脚兼容

正如本应用笔记开头所述，国际整流器（IR）在 20 世纪 90 年代是高压集成电路（HVIC）栅极驱动器的先驱。由于 IR 的 HVIC 栅极驱动器能够提供简单、坚固且成本效益高的设计，因此它们被广泛应用于电机控制和功率转换领域，从冰箱和洗衣机等大型家用电器，到电动工具等电池供电系统，都使用了 IR 高压绝缘栅驱动器。

英飞凌的绝缘体上硅（SOI）技术的优势已在前述章节中作了说明，因此改进最流行的 IR HVIC 栅极驱动器设计并将其转移到 SOI 上是具备价值意义的。IR 栅极驱动器，如 IR(S)2108、IR(S)2109、IR(S)21091、IR(S)2106、IR(S)2181、IR(S)2183 和 IR(S)2184，已升级为基于英飞凌 SOI 技术的 2ED2106、2ED2108、2ED2109、2ED21091、2ED2181、2ED2182、2ED2183、2ED2184 栅极驱动器。这三种型号将共存，客户需根据具体的应用需求选择最适合的技术。2ED2182 是新款，不向后兼容 IR(S) 2182。另外，2ED21091 的死区/关断功能逻辑与 IR(S) 21091 有所不同。

以 IR2x 或 IRS2x 开头的 IR 部件是旧款 IR 部件，为运行在 25 kHz 及以下低开关频率的电机控制应用提供了强大且经济的解决方案。英飞凌基于 SOI 的 HVIC 栅极驱动器以 2ED2x 命名，为 100 kHz 至 500 kHz 高开关频率下的电源转换应用提供了高效、经济的解决方案。

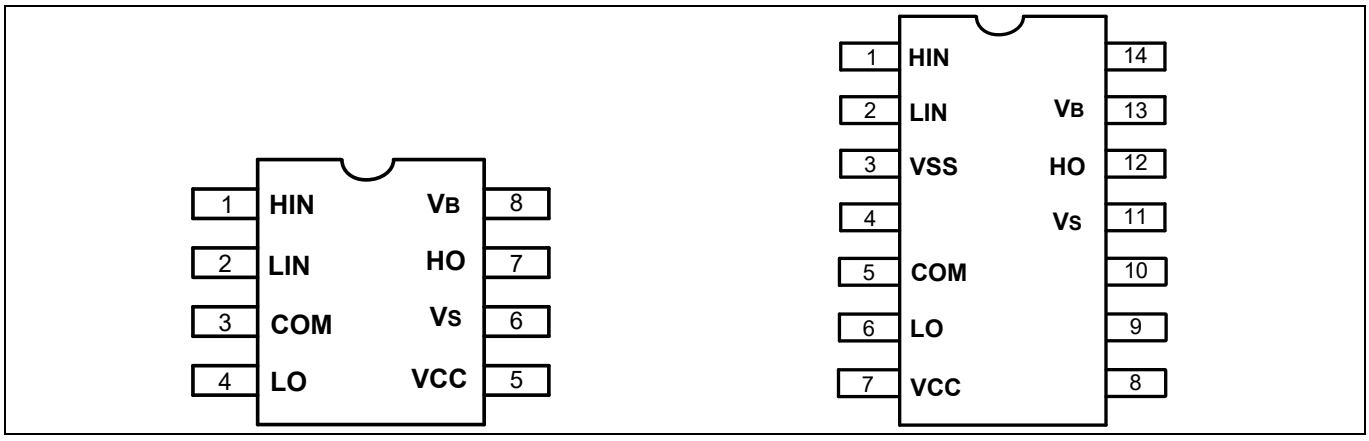


图 22. 如上所示的示例 2ED2181 引脚布局与 IR2181 和 IRS2181 等效器件的引脚布局相同。IR218x、IRS218x 和 2ED218x 等效器件具有相同的引脚布局。

实现了与传统 IR 栅极驱动器的引脚对引脚兼容

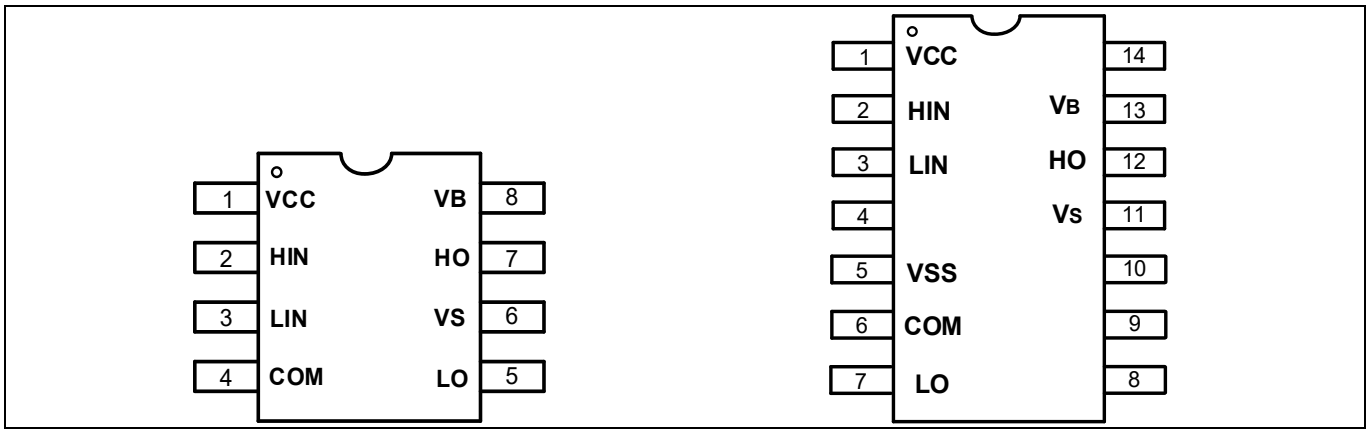


图 23.　　如上所示的示例 2ED2106 引脚布局与 IR2106 和 IRS2106 等效器件的引脚布局相同。IR210x、IRS210x 和 2ED210x 等效器件具有相同的引脚布局。

采用 SOI 技术的产品系列概述

表 2.　　英飞凌基于SOI的高电流HVIC栅极驱动器系列

零件号	封装	驱动电流源/灌	输入逻辑	跨导保护逻辑	死区时间	接地引脚	t_{ON} / t_{OFF}
2ED2181S06F	DSO – 8	+ 2.5 A / - 2.5 A	HIN，LIN	无	否	COM	200 ns
2ED21814S06J	DSO – 14	+ 2.5 A / - 2.5 A				VSS / COM	
2ED2182S06F	DSO – 8	+ 2.5 A / - 2.5 A	HIN，LIN	有	内部 400 ns	COM	
2ED21824S06J	DSO – 14	+ 2.5 A / - 2.5 A			可编程 400ns - 5000ns	VSS / COM	
2ED2183S06F	DSO – 8	+ 2.5 A / - 2.5 A	HIN，$\overline{\text{LIN}}$	有	内部 400 ns	COM	
2ED21834S06J	DSO – 14	+ 2.5 A / - 2.5 A			可编程 400ns 至 5000ns	VSS / COM	
2ED2184S06F	DSO – 8	+ 2.5 A / - 2.5 A	IN， $\overline{\text{SD}}$	有	内部 400 ns	COM	
2ED21844S06J	DSO – 14	+ 2.5 A / - 2.5 A			可编程 400ns - 5000ns	VSS / COM	

表 3. 英飞凌基于SOI的高电流HVIC栅极驱动器系列

零件号	封装	驱动电流源/灌	输入逻辑	跨导保护逻辑	死区时间	接地引脚	t_{ON} / t_{OFF}
2ED2106S06F	DSO – 8	+ 290 mA / - 700 mA	HIN，LIN	无	否	COM	200 ns
2ED21064S06J	DSO – 14	+ 290 mA / - 700 mA				VSS / COM	
2ED2108S06F	DSO – 8	+ 290 mA / - 700 mA	HIN，$\overline{\text{LIN}}$	有	内部 540 ns	COM	
2ED21084S06J	DSO – 14	+ 290 mA / - 700 mA			可编程 540ns - 5000ns	VSS / COM	
2ED2109S06F	DSO – 8	+ 290 mA / - 700 mA	IN， $\overline{\text{SD}}$	有	内部 540 ns	COM	
2ED21094S06J	DSO – 14	+ 290 mA / - 700 mA			可编程的 540ns 至 5000ns	VSS / COM	
2ED21091S06F	DSO – 8	+ 290 mA / - 700 mA	IN，DT / SD	有	内部 540 ns	COM	

因此，客户现在可以选择具备不同输入逻辑能力的高低电流、650 V 栅极驱动器，不仅可以实现简单、经济、高效的功率转换和电机控制系统设计，还可确保设计出的应用具备坚固、耐用和可靠性。

8 基于 SOI 的 HVIC 栅极驱动器优势总结

本应用笔记的开篇介绍了高压栅极驱动器的工作原理和绝缘体上硅（SOI）技术的基本知识，随后详细阐述了英飞凌基于 SOI 技术的高压栅极驱动器的优势。 优势总结见表 4。

表 4.

英飞凌基于 SOI 技术的高电压级联栅极驱动器的优势如下：	为不同应用领域的客户带来的益处
最高负的 VS（- VS）稳健性	为应用提供业界最佳的可靠性，从而降低故障率，减少维护开销
集成自举二极管	外部器件数量减少，简化了物料清单（BOM），提高了可靠性，降低了生产成本
低电平移位损耗	能以更高的开关频率进行开关，且栅极驱动集成电路的温升较低，从而为驱动 LLC 或类似拓扑结构中的半桥提供了更成本友好的栅极驱动选择
其它的集成功能	更快或冗余的系统级保护，减少了外部器件数量，从而降低 BOM（物料清单），提高可靠性，降低成本
与国际整流器公司（IR）的常用结点隔离部件具有引脚对引脚的兼容性	减少现有设计中栅极驱动器的替换，为整体设计带来了上述额外优势。

图 24 概述了传统 IR 栅极驱动器与英飞凌新型 SOI 栅极驱动器之间的引脚对引脚等效， 并总结了本应用笔记所讨论的 SOI 技术优点。

基于 SOI 的 HVIC 栅极驱动器优势总结

SOI sales part number	Equivalent IR21xxSPBF / IR21xx4SPBF or IRS21xxSPBF / IRS21xx4SPBF		SOI vs. JI advantages Notes / comments
2ED2182S06F 2ED21824S06J	New SOI only Gate Driver No Equivalent IR or IRS versions		Same footprint, form, and electrical characteristics as IR(S)2183(4)SPBF but with HIN, LIN inputs
2ED2181S06F	IR2181SPBF	IRS2181SPBF	• pin to pin footprint, form, fit, functionally and electrically compatible with IR and IRS series of drivers • SOI vs. JI gate driver advantages • VS node breakdown voltage = **650V** vs. 600V • VB node breakdown voltage = **675V** vs. 625V • Integrated bootstrap diode for **reduced BOM cost** • Industry's **Best in Class negative VS transient immunity (-100V)** for highest robustness / reliability with reduced development costs / number of PCB spins • 50% lower level shift losses for higher switching frequencies for expanded applications and markets • Latch up immune due to silicon on insulator substrate • **> 28% increased UVLO hysteresis range** for improved noise immunity (0.9V vs. 0.7V) • **Higher typical current drive of 2.5A / 2.5A** vs. 1.9A / 2.3A for high current versions enable increase switch device flexibility • **Logic operation up to -11V on VS Node** for increased noise immunity
2ED21814S06J	IR21814SPBF	IRS21814SPBF	
2ED2183S06F	IR2183SPBF	IRS2183SPBF	
2ED21834S06J	IR21834SPBF	IRS21834SPBF	
2ED2184S06F	IR2184SPBF	IRS2184SPBF	
2ED21834S06J	IR218344SPBF	IRS21834SPBF	
2ED2106S06F	IR2106SPBF	IRS2106SPBF	
2ED21064S06J	IR21064SPBF	IRS21064SPBF	
2ED2108S06F	IR2108SPBF	IRS2108SPBF	
2ED21084S06J	IR21084SPBF	IRS21084SPBF	
2ED2109S06F	IR2109SPBF	IRS2109SPBF	
2ED21094S06J	IR21094SPBF	IRS21094SPBF	
2ED21091S06F	IR21091SPBF	IRS21091SPBF	

图 24. 基于 SOI 的新型栅极驱动器与传统 IR / IRS 栅极驱动器引脚对引脚等效关系一览表

综上所述，英飞凌基于 SOI 的 HVIC 栅极驱动器显然能为客户带来巨大利益。从最终应用视角来看，基于该款栅极驱动器设计出电机控制设计可获得更高的稳健性，而电源则可降低功率损耗。其集成的自举元件提高了可靠性，降低了总体成本，同时还实现了与传统 IR 器件的引脚兼容。

英飞凌的高压 CoolMOS™超结 MOSFET、低电压 OptiMOS™、高压 RCD、TrenchSTOP™系列 IGBT 和 EasyPACK™、EconoPACK™功率模块现在可以由基于 SOI 的高性能 HVIC 栅极驱动器驱动，助力打造具有业界最高质量标准的行业一流电源转换和电机控制产品。

9 参考文献

[1] 英飞凌科技栅极驱动 IC（Gate Driver ICs）产品选型指南

[2] 使用栅极电荷设计功率 MOSFET 和 IGBT 的栅极驱动电路（Use Gate Charge to Design the Gate Drive Circuit for Power MOSFETs and IGBTs）

[3] 理解 HVIC 数据表规范（Understanding HVIC Datasheet Specifications）

[4] 使用单片集成的高电压栅极驱动器（Using Monolithic High Voltage Gate Drivers）

[5] 管理控制 IC 驱动的功率级瞬态（Managing Transients in Control IC Driven Power Stages）

[6] 自举网络分析：（Bootstrap Network Analysis:）聚焦自举集成自举功能（Focusing on the Integrated Bootstrap Functionality）

[7] 高压浮动栅极驱动器 IC（HV Floating MOS-Gate Driver ICs）

[8] 负压条件下，栅极驱动器 IC 的稳健性（Robustness of level shifter gate driver ICs concerning negative voltages）

[9] 6ED 系列 - 第二代的技术说明（6ED family - 2nd generation Technical Description）

[10] 2EDL 系列的技术说明（2EDL family Technical Description）

[11] 通过热系数Ψth(j-top)获取结温信息（Obtaining information about junction temperature by using the thermal coefficient th(j-top)）

9.1 英飞凌在线论坛资源

英飞凌栅极驱动器分论坛已在总论坛（www.infineonforums.com）上线。此在线论坛旨在通过英飞凌栅极驱动器 IC 社区在为客户提供技术指导，包括如何使用栅极驱动器 IC、现有和新栅极驱动器信息、应用信息、演示板的可用性以及 500 多种栅极驱动器 IC 的在线培训材料。该栅极驱动器论坛还可作为常见问题解答库，方便用户可在此查看类似应用中常见或特定问题的解决方案。

如需深入了解高效驱动不同电源电子应用功率开关的细微差别，请前往栅极驱动器论坛注册账号。

文档修订记录

文档版本	提交日期	变更说明
2.0	2019-10-10	首次发布

Trademarks
All referenced product or service names and trademarks are the property of their respective owners.

Edition 2024-07-29

Published by

Infineon Technologies AG

81726 Munich, Germany

© 2024 Infineon Technologies AG. All Rights Reserved.

Do you have a question about this document?

Email: erratum@infineon.com

Document reference
AN2019-12_ZH

重要提示

本文档所提供的任何信息绝不应当被视为针对任何条件或者品质而做出的保证（质量保证）。英飞凌对于本文档中所提及的任何事例、提示或者任何特定数值及/或任何关于产品应用方面的信息均在此明确声明其不承担任何保证或者责任，包括但不限于其不侵犯任何第三方知识产权的保证均在此排除。此外，本文档所提供的任何信息均取决于客户履行本文档所载明的义务和客户遵守适用于客户产品以及与客户对于英飞凌产品的应用所相关的任何法律要求、规范和标准。

本文档所含的数据仅供经过专业技术培训的人员使用。客户自身的技术部门有义务对于产品是否适宜于其预期的应用和针对该等应用而言本文档中所提供的信息是否充分自行予以评估。

如需产品、技术、交付条款和条件以及价格等进一步信息，请向离您最近的英飞凌科技办公室接洽(www.infineon.com)。

请注意，该产品尚未获得汽车电子委员会的 AEC Q100 或 AEC Q101 文件认证资格。

警告事项

由于技术所需产品可能含有危险物质。如需了解该等物质的类型，请向离您最近的英飞凌科技办公室接洽。

除非由经英飞凌科技授权代表签署的书面文件中做出另行明确批准的情况外，英飞凌科技的产品不应当被用于任何一项一旦产品失效或者产品使用的后果可被合理地预料到可能导致人身伤害的任何应用领域。