

不断提高功率密度，保持行业领先地位
英飞凌推出40V和60V的新一代MOSFET

2012年3月

英飞凌科技股份有限公司 低压驱动应用工程师 Ralf Walter

2012年，电子器件一如既往地沿着更高性能和更高功率密度的方向发展。取决于具体的应用，要么侧重于封装的微型化，要么侧重于提高通流能力，从而在不改变封装体积的情况下提高输出功率。

另一个普遍的希望是，能够最终避免采用插件封装的器件（比如 TO220、TO247）。

阻断电压为 40V 和 60V 的最新一代英飞凌 MOSFET，如今可满足设计工程师的这些要求。

英飞凌几年前开发的 OptiMOS™3 技术相对于现有的其他 MOSFET 技术，可使通态电阻 $R_{DS(on)}$ 大幅降低 60%。另外还可大幅降低 C_{GS} （栅极至源极）和 C_{GD} （栅极至漏极）电容。这可使开关速度加快，从而大幅降低开关损耗。

尽管在这项技术成功开发之前，许多应用仍将需要采用 TO220、甚至 TO247 的插件封装，但如今也有可能免去采用昂贵而复杂的散热系统。

相反，如今有可能采用不带额外散热器的 D2PAK 和 SuperSO8（5 毫米 x 6 毫米）等贴片封装，从而大幅简化热管理。

因此，可以提高开关电源的功率密度，同时降低系统成本。

继去年发布展示有巨大优势的全新 30V 硅技术产品之后，英飞凌成功完成了全新 40V 和 60V MOSFET 的开发工作。

与 OptiMOS™3 技术直接比较，结果表明，新一代 MOSFET 不仅可极大地降低通态电阻 $R_{DS(on)}$ ，还可大幅改进开关特性。

阻断电压为 40V 的 MOSFET 的通态电阻降低了 40%，而阻断电压为 60V 的 MOSFET 的通态电阻降幅甚至达到 48% 以上。

迄今为止，英飞凌是全球首家推出采用 SuperSO8 封装、最大通态电阻不足 1 毫欧的 40V MOSFET 的半导体厂商。

此外，集成一个类似肖特基的二极管可提高系统能效，并降低尖峰电压。它采用的是一种单片集成式单元结构，相比常规 MOSFET 体二极管而言，在很宽的负载范围内具

备多种关键优势。一方面，新一代 MOSFET 的通态电压大幅降低（例如，在 10A 二极管电流下，通态电压为 0.45V，而不是 0.65V。）；另一方面，由于没有需要充电的体二极管，反向恢复电荷（ Q_{rr} ）可以忽略不计。

新型号可通过最后一个字母“l”识别（例如 BSC010N04LSI）。

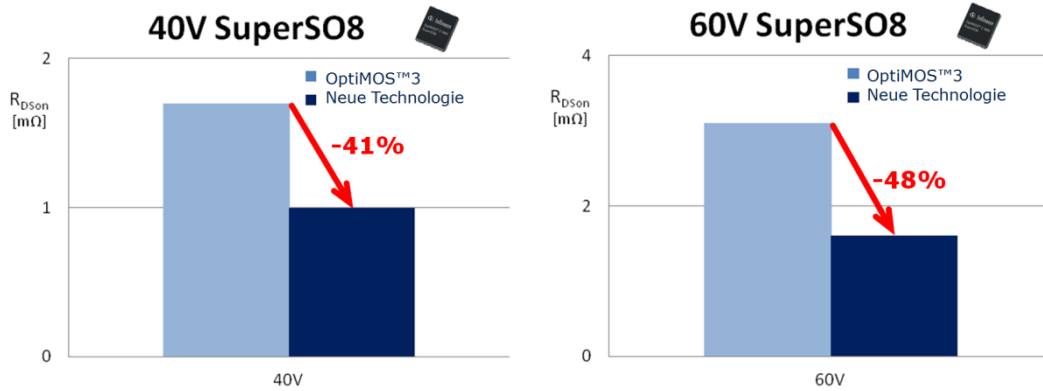


图 1：英飞凌新一代 MOSFET 具有更低的导通电阻 $R_{DS(on)}$

导通电阻是 MOSFET 最重要的参数之一，但其他参数通常具备同等重要性，有时对于设计工程师而言甚至更为重要。

以下几个参数实际上反映开关损耗：

品质因素—栅极电荷（FOM Q_g ）表示进行正常开关时 MOSFET 栅极需要的电荷（能量），而品质因素—输出电容（FOM Q_{oss} ）表示非谐振开关时损失的能量。

图 2 显示的是 40V MOSFET 和 60V MOSFET 的栅极电荷和输出电容

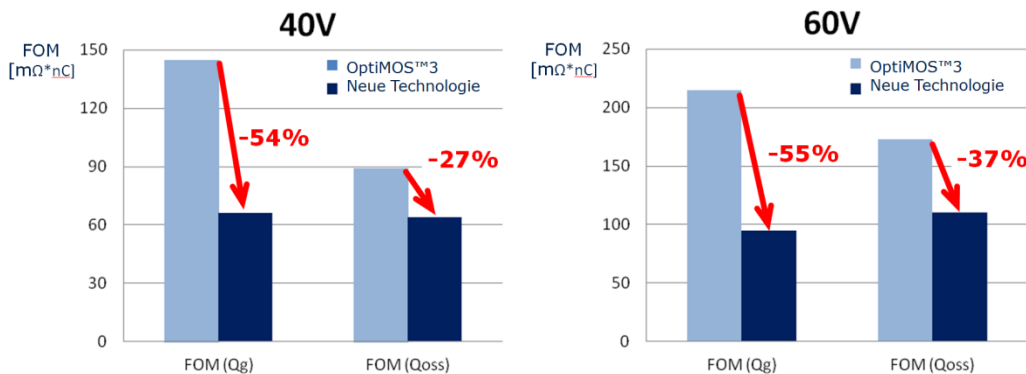


图 2：FOM Q_g 和 FOM Q_{oss} 等参数的改进，对于降低阻断电压为 40V 和 60V 的全新 OptiMOS™ 器件的开关损耗十分重要

可以很清楚地看到，全新的 OptiMOS™ 40V 和 60V 器件的所有三个参数（即 $R_{DS(on)}$ 、FOM Q_g 和 FOM Q_{oss} ）都大幅降低。

60V MOSFET 的降幅尤为明显，其中包含封装电阻在内的总通态电阻几乎减半。

英飞凌推出了多个型号的 40V 和 60V MOSFET 器件（图 3），使设计工程师能够轻松地找到最理想的应用解决方案。










40V	SuperSO8 	S308 					
	BSC010N04LS BSC010N04LSI BSC014N04LS BSC014N04LSI						
		BSZ023N04LS					
1 - 2 mΩ							
2 - 3 mΩ							
60V	TO-220 	TO-262 (I²PAK) 	TO-263 (D²PAK) 	TO-263 (D²PAK 7-pin) 	TO-252 (DPAK) 	SuperSO8 	S308 
	IPI020N06N	IPI029N06N	IPB014N06N	IPB010N06N	IPD024N06N	BSC016N06NS BSC028N06NS BSC039N06NS	
	IPP020N06N		IPB025N06N				BSZ042N06NS
	IPP029N06N						
	IPP040N06N		IPB056N06N				
	IPP060N06N	IPI060N06N			IPD053N06N		
	2 - 4 mΩ						
4 - 5 mΩ							
5 - 6 mΩ							
6 - 8 mΩ							

图 3 : 40V 和 60V 产 品 组 合

实用性

下文以典型服务器电源二次侧整流电路为例，说明这三个参数实现改进之所以如此重要的原因。

不过，下文提及的价值和优势还可轻松的适用于其他应用。对于所有需要使用体内肖特基二极管的应用来说，采用英飞凌新一代 40V，60V MOSFET 可大幅简化热管理，从而节省成本。

一个典型的服务器电源的输出电压为 12V，在 100%输出负载下，功率为 600W 至 2400W，业界的标准做法是二次侧采用同步整流器（即 MOSFET）。可能需要用到 40V、60V、甚至 75V/80V 的 MOSFET，具体取决于拓扑结构和变压器的设计。

如果考虑输出电压为 12V、输出电流为 50A 的电源的损耗分布情况，显然在不同负载范围内，占主导地位的损耗会有所差异。

实质上，MOSFET 的损耗包括：

- 1) 栅极驱动损耗
- 2) 输出电容损耗
- 3) $R_{DS(on)}$ 通态损耗

在整个负载范围内，各种损耗占总损耗的百分比变化很大。

在高输出功率（大电流）下，通态损耗所占比例最大。通态电阻损耗约占总损耗的 80%。随着输出功率降低，输出电容损耗所占比例逐渐增大。

在 20% 的负载条件下，输出电容损耗占总损耗的一半以上。

另一个是栅极驱动损耗（在整个范围内几乎不变），约占同步整流总损耗的 30%。

因此，大部分损耗并非发生在同步整流器 MOSFET 的通态阶段，而是在持续几纳秒的导通或关断时出现。原因不难理解：栅极驱动功率和输出电容损耗几乎不受输出电流影响，因此在整个负载范围内是恒定的。相比之下，通态损耗与电流的平方成正比，因此，在较大的输出电流时，通态损耗占总损耗的比重很大。

通过并联另一个 MOSFET，可相对简单地（通常需要更高的成本）降低通态损耗。事实上，这可使通态损耗减半。

不过，由于需要驱动两个 MOSFET，并且两个 MOSFET 并联在一起还会使输出电容提高一倍，因此在更低功率范围内，会使情况明显恶化：输出电容引起的损耗同样可能会提高一倍。

因此，高输出功率下损耗的降低，会导致低负载范围内损耗的升高。

英飞凌通过推出阻断电压为 40V 和 60V 的新型 MOSFET，为在整个负载范围内大幅降低各种损耗创造了条件。

通过对测量曲线进行直接比对，结果显示新一代 MOSFET 具备更多优势。尽管现有的 MOSFET 的测量结果已十分接近最优的结果，但全新 MOSFET 技术的应用仍然可对其进行进一步的大幅改进。

不仅最大的尖峰电压会显著降低，并且在开关时产生的振荡也进一步减小，甚至消除。

结论

如今，新一代的 40V 和 60V MOSFET 可使设计工程师设计出更高功率密度的产品。开关性能的优化可使许多应用选用一个更低电压等级的 MOSFET，从而全面优化通态电阻、成本和功耗等。

如今，就同步整流而言，无需并联 MOSFET，也可设计出功率为 1000W 的电源。

现在，一颗采用 SuperSO8 封装的 MOSFET 足以满足每个整流支路的需求。结果是不但可提高功率密度，而且还可降低成本。