

Применение мощных полевых транзисторов от STMicroelectronics в современном электроприводе и в системах питания

Виктор Олейник, технический специалист ООО «СЭА Электроникс»

E-mail: solaris@sea.com.ua

В статье приведены характеристики MOSFET (полевых) транзисторов такого ведущего производителя, как STMicroelectronics. В начале хотелось бы познакомить читателей с обзором новых семейств MOSFET-транзисторов фирмы STMicroelectronics, без сомнения, если не лидирующей, то одной из фирм, обладающих наиболее передовыми разработками и технологиями в области силовой электроники. Большую часть механической энергии в промышленности, быту и других областях мы получаем путем преобразования электрической энергии с помощью электропривода. От качества электропривода во многом зависят как возможности реализации эффективных технологий, так и затраты энергии в самых разных сферах деятельности. Одним из важнейших вопросов, которые должен решить разработчик, является выбор элементной базы преобразователя энергии. Полевые транзисторы от STMicroelectronics являются оптимальным решением для реализации этих задач.

ВВЕДЕНИЕ

Большую часть механической энергии в промышленности, быту и других областях мы получаем путем преобразования электрической энергии с помощью электропривода. Одним из важнейших вопросов, которые должен решить разработчик, является выбор элементной базы преобразователя энергии. В итоге для силовых ключей импульсных преобразователей энергии наиболее важными становятся такие свойства, как малое сопротивление во включенном состоянии, большое сопротивление в выключенном состоянии и малое время переключения. STMicroelectronics предлагает ряд решений для реализации подобных задач.

МОЩНЫЕ ПОЛЕВЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ STMICROELECTRONICS

STMicroelectronics разработала новую MOSFET-технологю (рис. 1), значительно уменьшающую RDS ON (сопротивление сток-исток в открытом состоянии). Новая технология названа MDmesh (Multiple Drain mesh), потому что она основана на многочисленных вертикальных P-структурах стока. Кроме очень низкого RDS ON, новая вертикальная структура кристалла обеспечивает превосходные dV/dt характеристики.

Такая структура кристалла также обеспечивает величину заряда затвора Qg на 40% ниже, чем у традиционных MOSFET, что повышает скорость пере-

ключения и снижает потери мощности на переключение. Низкая величина заряда затвора Qg дает возможность использовать меньшие и более экономичные затворные цепи.

Такая структура кристалла также обеспечивает величину заряда затвора Qg на 40% ниже, чем у традиционных MOSFET, что повышает скорость переключения и снижает потери мощности на переключение. Низкая величина заряда затвора Qg дает возможность использовать меньшие и более экономичные затворные цепи.

Температурный коэффициент сопротивления кристалл-корпус Rjc не превышает 1.7°C/W. Размер кристалла значительно уменьшился, что обеспечило превосходные тепловые характеристики. Для сравнения, 500-B STP12NM50 в корпусе TO-220 с RDS ON = 0.35 Ом имеет кристалл, занимающий лишь 60% общей площади изделия. Такое низкое RDS ON в стандартной технологии MOSFET доступно только в корпусе TO-247 с большим размером кристалла.

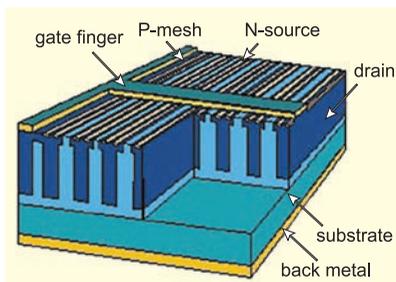


Рисунок 1 Структура кристалла MDmesh MOSFET

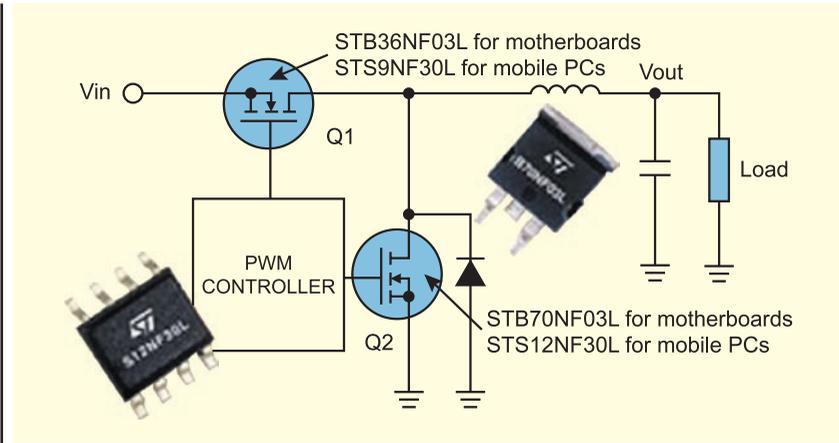


Рисунок 2 Синхронный понижающий преобразователь

Эти преимущества могут быть реализованы в таких применениях, как источники вторичного электропитания средней мощности, где низкое RDS ON и улучшенные динамические характеристики могут увеличить КПД источников питания не менее, чем на 2%, и это позволит уменьшить теплоотвод до 40% при той же самой температуре нагрева.

Для демонстрации преимуществ MDmesh-приборов в реальных применениях, сравним электрические и тепловые характеристики транзистора MOSFET предыдущего поколения STW15NB50 (500 В, 0.36 Ом, TO-247) и MDmesh MOSFET STP12NM50 (500 В, 0.35 Ом, TO-220) в 360-Вт мостовом источнике питания, где нагрузкой трансформатора преобразователя. MDmesh MOSFET показал лучшие скорости переключения, чем MOSFET предыдущего поколения. Время включения STP12NM50 было на 100 нс меньше, чем у STW15NB50. Величина заряда затвора STP12NM50 составила 21 нКл, в то время как у STW15NB50 — 70 нКл. Величина энергии выключения STP12NM50 была 22.6 мкДж, в то время как у STW15NB50 она достигла 31.3 мкДж. При частоте переключения 115 кГц это означает разность в потерях на переключение около 1 Вт на транзистор (2.6 Вт у STP12NM50 против 3.6 Вт у STW15NB50). Потери на проводимость составили 3.2 Вт у STP12NM50 против 3.4 Вт у STW15NB50.

Следует отметить, что сравнение проводилось не с традиционным стандартным MOSFET, а с быстрым MOSFET-прибором предыдущего поколения STMicroelectronics, имеющим неплохие динамические характеристики и низкую величину заряда

затвора, по сравнению с IRFP450 (корпус TO-247).

STMicroelectronics представляет новое семейство Z-серии MOSFET-транзисторов, которые содержат встроенный диод Зенера в затворной цепи. Это семейство высоковольтных транзисторов (от 700 до 900 В) полностью защищено от электростатического пробоя и выбросов напряжения в

затворной цепи вследствие переходных процессов. Напряжение ограничения диода Зенера составляет около 25 В, что предохраняет затвор от перенапряжения. Диоды Зенера способны подавить выбросы напряжения до 140 В. Параметры Z-серии MOSFET-транзисторов STMicroelectronics показаны в табл. 1.

Другое новое семейство полевых транзисторов фирмы STMicroelectronics — STripFET. Это низковольтные MOSFET-транзисторы с очень низкой величиной заряда затвора Qg. Для применения в высокочастотных схемах величина Qg играет более важную роль в минимизации потерь мощности, чем RDS ON. В этих целях использование STripFET-технологии более приемлемо, чем традиционной структуры кристалла или, например, Trench-технологии, предлагаемой азиатскими производителями. STripFET-технология представляет собой лучший компромисс между динамическими характеристиками, напрямую связанными с зарядом затвора, и потерями на проводимость (RDS ON).

Таблица 1. Z-серия MOSFET-транзисторов

Device	V _{DSSr} В	R _{DC (on)} * Ом	I _D , А	Package	P _D , Вт
STP5NC70Z	700	1.8	4.3	TO-220	100
STP7NC70Z	700	1.38	6.0	TO-220	125
STP8NC70Z	700	1.2	6.8	TO-220	135
STW10NC70Z	700	0.35	10.3	TO-247	190
STP4NC80Z	800	2.8	3.9	TO-220	100
STP6NC80Z	800	1.8	5.4	TO-220	125
STP7NC80Z	800	1.5	6.1	TO-220	135
STW9NC80Z	800	0.9	9.4	TO-247	190
STP3NC90Z	900	3.5	3.0	TO-220	100
STP5NC90Z	900	2.5	4.6	TO-220	125
STP6NC90Z	900	2	5.3	TO-220	135
STW8NC90Z	900	1.38	7.6	TO-247	190

Таблица 2. Сравнение транзисторов SuperMESH с предыдущим поколением

Наименование	STP9NB60	STP9NC60	STP13NK60Z
U _{СИ, max} , В	600	600	600
I _{Cmax}	9	9	10
U _{СИ, опор}	3...5	2...4	3...4.5
R _{СИ, отж}	0.8	0.75	0.55

Таблица 3. Сравнение транзисторов SuperMESH с одинаковым RCI

Наименование	STP9NB60	STP9NC60	STP13NK60Z
U _{СИ, max} , В	600	600	600
C _{11Иг} , пФ	1.480	1.420	1.370
C _{22Иг} , пФ	210	205	156
C _{12Иг} , пФ	25	35	37
Q _г , нК	40	55	46
t _{нр} , нс, при 25°	480	500	410
Защитный диод	dv/dt = 4.5 В/нс di/dt = 200 А/мкс	dv/dt = 4 В/нс di/dt = 200 А/мкс	dv/dt = 4.5 В/нс di/dt = 200 А/мкс
ESD (HBM)	4.000	4.300	5.900
R _{СИ, отж} *Q _з	32	41	34

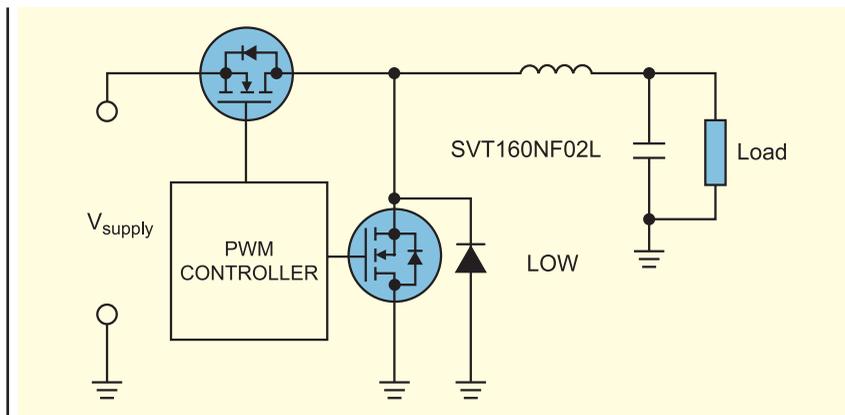


Рисунок 3 STripFET2 в корпусе PowerSO-10 в синхронных понижающих преобразователях

Хороший пример применения новых MOSFET — это высокоэффективный DC/DC-конвертер для материнских плат десктопов и мобильных компьютеров (рис. 2). Наиболее популярная топология для таких применений — синхронный понижающий преобразователь (рис. 3).

Технология STripFET получила свое дальнейшее развитие в новом поколении транзисторов STripFET2, разработанном с помощью специального быстрого термического диффузионного процесса, в результате которого ширина полосы отдельной ячейки структуры кристалла была уменьшена. Это привело к дальнейшему уменьшению и RDS ON. Новые изделия идентифицируются буквами «NF», например, STP80NF10.

В частности, фирма STMicroelectronics разработала ряд низковольтных (20, 30 В) транзисторов в корпусе PowerSO-10 для применения в синхронных понижающих преобразователях. По величине RDS ON эти транзисторы не имеют аналогов среди других производителей, например, STV160NF02L (20 В, 0,0016 Ом, 160 А) и STV160NF03L (30 В, 0,0021 Ом, 160 А).

Транзисторы нового поколения STripFET2 также выпускаются в корпусах TO-220, D2PAK, DPAK и SO-8. Они наиболее применимы для высокочастотных DC/DC-конвертеров для десктопов, мобильных компьютеров и телекоммуникационного оборудования.

Фирма STMicroelectronics, исследовав возможности технологии Mesh

Overlay, разработала и оптимизировала серию транзисторов SuperMESH. В транзисторах этой серии между выводами затвор и исток были добавлены защитные стабилитроны.

Первыми транзисторами из этой серии стали STP13NK60Z, 600 В MOSFET с типовым сопротивлением сток-исток в открытом состоянии $R_{\text{СИотк}}$ 460 мОм, и 500 В STP14NK50Z сопротивлением 330 мОм. Оба транзистора выпущены в корпусе TO-220.

Транзисторы MOSFET серии SuperMESH (семейство NK) отличаются от предыдущего поколения транзисторов более низким сопротивлением сток-исток ($R_{\text{СИотк}}$) в открытом состоянии. Таким образом, потребитель может получить дополнительную экономию за счет использования меньшего радиатора, что ведет к экономии места на плате, упрощению технологии, уменьшению массы и габаритов изделия и т. д.

Семейство SuperMESH имеет встроенные встречные стабилитроны между выводами затвор — исток, что защищает переход от электростатических разрядов и выбросов напряжения во время переходных процессов. Встроенные стабилитроны устраняют необходимость установки внешних защитных компонентов. Уменьшение порогового напряжения $U_{\text{ЗИпор}}$, с 2 В до 1.5 В позволяет упростить цепь управления.

Конкретные значения $R_{\text{СИотк}}$ можно увидеть в табл. 2, в которой сравниваются транзисторы SuperMESH STP13NK60Z и транзисторы предыдущего поколения STP9NB60 и STP9NC60. Размер кристаллов у обоих транзисторов сопоставим.

Табл. 3 дает детальное сравнение для транзисторов с одинаковым $R_{\text{СИотк}}$. Увеличение кристалла с 25 мм² до 34 мм² в корпусе TO-220 и D2PAK при том же самом уровне напряжения (600 В) позволило снизить сопротивление сток — исток в открытом состоянии до значения менее 0,4 Ом. В табл. 4 представлено семейство транзисторов SuperMESH.

Дополнительную информацию по MOSFET транзисторам можно найти по адресу http://www.st.com/stonline/products/families/transistors/power_mosfets/power_mosfets.htm

Полевые транзисторы STMicroelectronics можно заказать в офисе ООО «СЭА Электроникс»:
тел. (044) 296-24-00,
info@sea.com.ua,
www.sea.com.ua

Таблица 4. Семейство транзисторов SuperMESH			
Тип	$U_{\text{СИ, max}}$, В	$R_{\text{СИотк}}$	Корпус
STP20NK50Z	500	0.27	TO-220
STW20NK50Z			TO-247
STP15NK50Z/FP	500	<0.36	TO-220/FP
STW15NK50Z			TO-247
STP14NK50Z/FP	500	0.38	TO-220/FP
STW14NK50Z			TO-247
STP5NK50Z/FP	500	1.5	TO-220/FP
STD5NK50Z-1			IPAK
STL5NK55Z	550	1.1	PowerFLAT
STP14NK60Z/FP	600	<0.5	TO-220/FP
STW14NK60Z			TO-247
STP13NK60Z/FP	500	0.55	TO-220/FP
STW13NK60Z			TO-247
STP10NK60Z/FP	600	0.75	TO-220/FP
STP9NK60Z/FP	600	0.95	TO-220/FP
STP6NK60Z/FP	600	1.2	TO-220/FP
STP5NK60Z/FP	600	1.6	TO-220/FP
STP9NK65ZFP	650	1.2	TO-220/FP
STP5NK65Z	650	1.8	TO-220
STL5NK65Z			PowerFLAT
STP9NK70Z/FP	700	1.2	TO-220/FP
STP10NK80Z	800	0.9	TO-220
STW10NK80Z			TO-247
STP7NK80ZFP	800	1.8	TO-220/FP
STP5NK80ZFP	800	2.4	TO-220/FP