

БиКДМОП-процесс с низкой себестоимостью

Владимир КОТОВ
Денис РУДАКОВСКИЙ
Владимир ТОКАРЕВ, к. ф.-м. н.
micronica.office@gmail.com

30- и 18-В 1,2-мкм БиКДМОП-процесс с низкой себестоимостью (low cost) — это оригинальная технология компании «Микроника» для производства мощных ИМС массового потребления. Эта технология предназначена в основном для изготовления аналоговых и цифро-аналоговых ИМС с мощным ключом на выходе для работы на индуктивную или резистивную нагрузки.

Основные виды ИМС, которые могут быть изготовлены по данной технологии, и их применение показаны на рис. 1.

Горизонтальный n -канальный ДМОП-транзистор с низким удельным сопротивлением канала в открытом состоянии (R_{sp}) — это главный элемент технологии. Использование 1,2-км проектных норм и 13 фотолитографий в технологическом процессе позволяет получить R_{sp} ДМОП-транзистора не хуже, чем для ряда субмикронных 0,25–0,35-мкм технологий: 36 мОм·см² для 30-В процесса и 0,23 мОм·см² для 18-В процесса (рис. 2) [1]. Низкая себестоимость техпроцесса обеспечивается дешевой блоком с 1,2-км проектными нормами и небольшим числом фотолитографий.

Оригинальная технология позволяет получить ДМОП (DMOS), высоковольтные (HV) и низковольтные (LV) КМОП (CMOS), высоко- и низковольтные NPN, низковольтные PNP, высоковольтные n -JFET транзисторы, диоды Шоттки, диод Зенера, резисторы в активных слоях на основе всего 13 фотолитографических масок. Типовое пробивное напряжение ДМОП и высоковольтных транзисторов всех типов — более 37 В для 30-В процесса и более 25 В для 18-В процесса. Технология включает в себя формирование самосовмещенных n/p -карманов в эпитаксиальной структуре с n^+ скрытым слоем и базы ДМОП-транзистора, самосовмещенной с за-

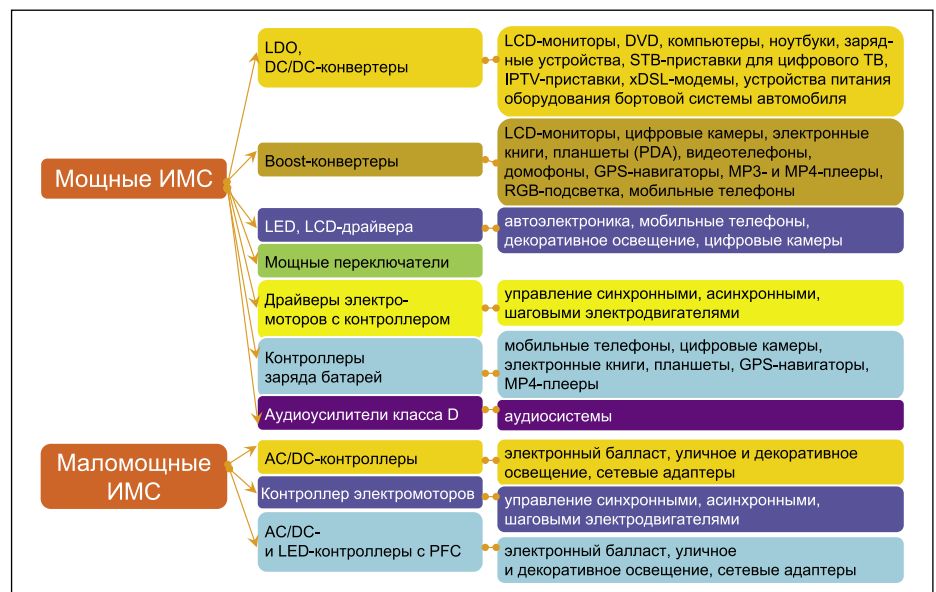


Рис. 1. Типы ИМС и их применение

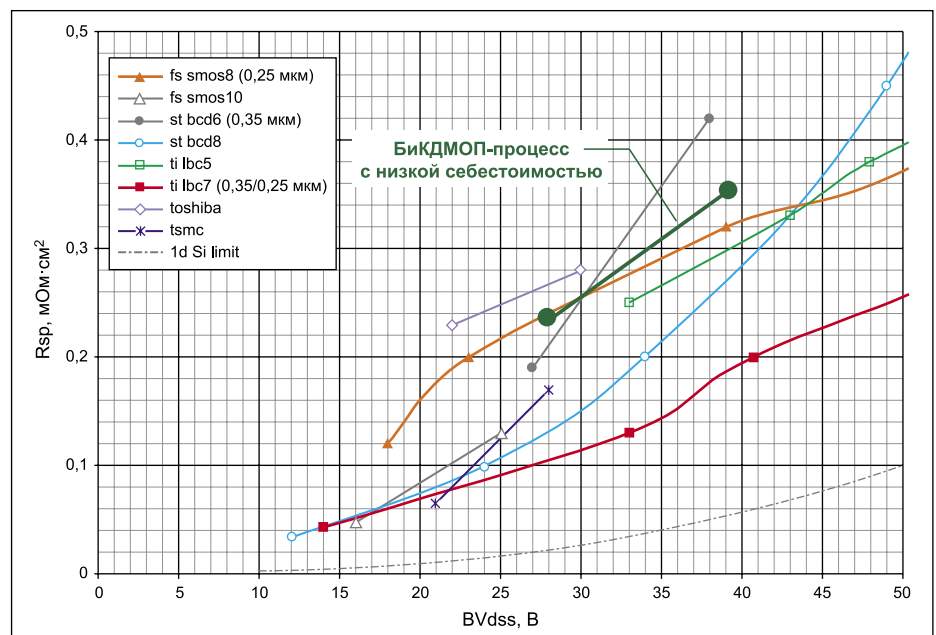


Таблица 1. Краткая характеристика элементной базы

Технология	1,2 мкм, 30 В	1,2 мкм, 18 В
LV NMOS ($V_{gs}/V_{ds}/V_{t}/I_d$)	5 В/5 В/0,7 В/0,28 мА/мкм	
LV PMOS ($V_{gs}/V_{ds}/V_{t}/I_d$)	5 В/5 В/0,95 В/0,14 мА/мкм	
HV NMOS ($V_{gs}/V_{ds}/V_{t}/I_d$)	10 В/30 В/0,65 В/0,25 мА/мкм	10 В/30 В/0,65 В/0,5 мА/мкм
HV PMOS ($V_{gs}/V_{ds}/V_{t}/I_d$)	10 В/30 В/0,95 В/0,17 мА/мкм	
NDMOS (V_{gs} max в switch режиме / $V_{ds}/V_{t}/R_{sp}$ при $V_{gs} = 7,5$ В)	10 В/30 В/1,4 В/0,36 мОм·см ²	10 В/18 В/1,4 В/0,23 мОм·см ²
LV NPN (V_{ce}/H_{fe})	10 В/35 ед.	
HV NPN (V_{ce}/H_{fe})	30 В/35 ед.	
LV PNP (V_{ce}/H_{fe})	10 В/85 ед.	
nJFET (V_{pinch_off}/V_{ds})	-7 В/30 В	-7 В/18 В
Диод Шоттки (V_f/V_r)	0,27 В/30 В	
Диод Зенера (V_r)	7 В	

Таблица 2. Основные параметры микросхем

Наименование	V _{вх} , В	V _{вых} , В	I _{вых (max)} , А	V _{fb} , мВ	I _{shtd} , мкА	Частота, кГц	Тип корпуса
MCA1086	4,5–18	0,925–12	2	925 ±25	<3	380	SOP-8L
MCA1087	4,5–23	0,925–16	2	925 ±25	<3	360	SOP-8L
MCA1088	4,5–23	0,925–16	3	925 ±25	<3	350	SOIC-8N

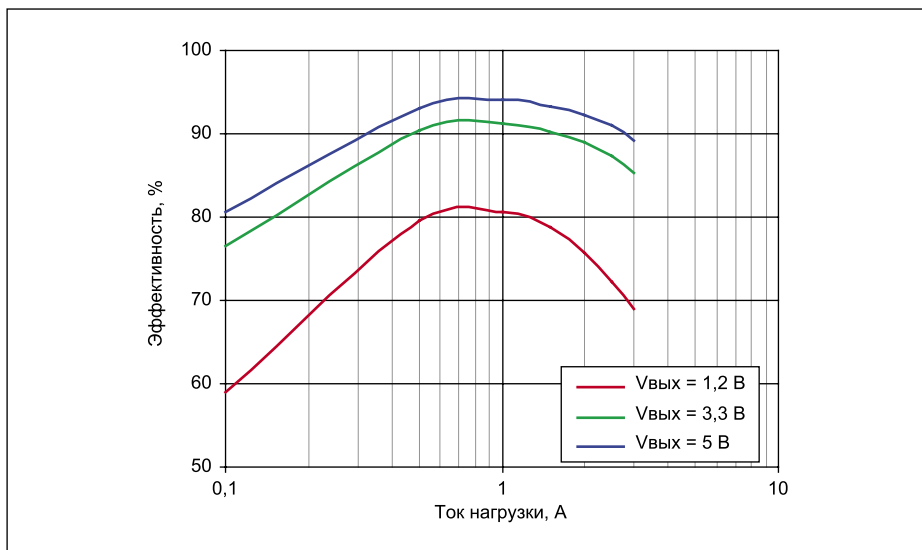


Рис. 3. Зависимость эффективности MCA1088 от тока нагрузки для напряжения питания 12 В

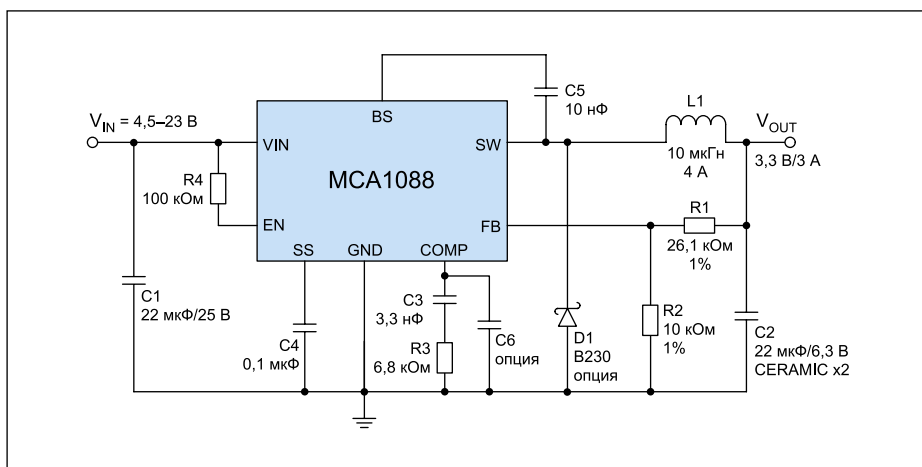


Рис. 4. Типовая схема применения MCA1088

MCA1088 выпускается в корпусе SOIC-8N (5×6 мм), имеющем встроенный теплоотвод.

Микросхемы характеризуются высокой стабильностью выходного напряжения ±2,7% во всем диапазоне входного напряжения и выходного тока. Использование встроенных силовых транзисторов с низким значением сопротивления в открытом состоянии R_{ds(on)} и малым значением заряда затвора позволяет получить эффективность до 95% (рис. 3), что соответствует уровню, которого достигли ведущие фирмы-производители. Также микросхемы обладают рядом дополнительных функций, обеспечивающих их безопасное и эффективное применение. Наличие регулируемой схемы «мягкого» запуска, схемы ограничения максимального пикового тока обоих встроенных силовых транзисторов, компараторов, контролирующих превышение/понижение выходного напряжения, а также температурной защиты позволяет увеличить надежность преобразователя и, соответственно, изделия в целом.

В схеме используется минимум внешних компонентов для устойчивой работы (рис. 4). Типовая схема включения состоит из входного фильтрующего конденсатора C1, конденсатора «мягкого» запуска C4, цепи коррекции усилителя обратной связи C3R3C6, накопительного конденсатора C5, дросселя L1, резистивного делителя R1R2, задающего выходное напряжение, и сдвоенного сглаживающего керамического конденсатора C2.

Средневзвешенная стоимость приборов, изготовленных по 1,2-км БиКДМОП-процессу, меньше объявленной рыночной стоимости аналогичных приборов ведущей компании MPS (Тайвань), выпускающей большое количество схем коммерческого применения (табл. 3).

Таблица 3. Сравнительная стоимость ИМС DC/DC-преобразователей

Стоимость прибора, в центах США					
2 А, 18 В		2 А, 23 В		3 А, 23 В	
MCA1086	MP1482	MCA1087	MP2305	MCA1088	MP2307
12	20	12	20	16	28

твором, плюс один уровень поликремния и один уровень металла. Краткая характеристика элементной базы представлена в таблице 1.

Возможно расширение элементной базы посредством использования добавочных блоков в технологическом процессе. К ним относятся:

- NDMOS-транзистор с более низким (до 20%) R_{sp}: два дополнительных слоя и двухуровневая металлизация;
- высокоомный поликремневый резистор (1–2 кОм/□): один дополнительный слой.

Компания «Микроника» на основе этого БиКДМОП-техпроцесса разработала серию микросхем однокристалльных синхронных понижающих DC/DC-преобразователей

(Synchronous Rectified Step-Down Converter) с двумя встроенными силовыми ДМОП-транзисторами. Электрические параметры микросхем (табл. 2) позволяют реализовать на их основе недорогие источники питания для наиболее востребованных уровней рабочих токов и напряжений. Микросхемы MCA1086 и MCA1087 рассчитаны на выходной ток до 2 А. Обе схемы выполнены в компактных корпусах SOP-8L (5×6 мм). Различие между ними заключается в том, что схема MCA1086 оптимизирована для работы при более низких входных напряжениях (до 18 В) и изготавливается по 18-В БиКДМОП-процессу. Микросхема MCA1088 является наиболее мощной из представленных схем и способна работать на нагрузку до 3 А.

Таким образом, разработанный БиКДМОП-техпроцесс позволяет выпускать изделия, отличающиеся низкой себестоимостью производства и, следовательно, привлекательной ценой. При этом уменьшение себестоимости было реализовано без ущерба для электрических параметров элементной базы. Практически все фирмы, которые делают коммерческие схемы, развивают такой процесс. ■

Литература

1. Efland T. R. Trends in Power Devices / Dongbu Tech Day 10. 2009.
2. <http://www.monolithicpower.com/default.aspx>
3. <http://te.vrn.ru/index.html>