

Силовые катушки индуктивности для преобразователей постоянного тока: акцент на миниатюризации

Тадаси ТАНАКА
(Tadashi TANAKA)

В числе требований, предъявляемых к силовым катушкам индуктивности для современных электронных устройств, одно из важнейших мест занимают миниатюризация и повышение энергетического КПД (снижение сопротивления постоянному току). В статье описываются последние технические усовершенствования, внедренные компанией Murata в ответ на эти требования.

Введение

В настоящее время в силовых цепях мобильных устройств с батарейным питанием используются рабочие напряжения различного диапазона. Например, обычный мобильный телефон может содержать формирователь сигналов ЖК-дисплея, модуль усилителя мощности и силовые цепи микросхем обработки немодулированного сигнала, причем все эти функциональные элементы имеют разное рабочее напряжение. По этой причине возникает необходимость в преобразователях постоянного тока, которые будут конвертировать напряжение питания устройства в номинальное рабочее напряжение каждой из этих схем.

DC/DC-конвертеры должны обладать качествами, способствующими снижению энергопотребления и продлению автономной работы от аккумулятора. В этой связи широкое применение нашли неизолирован-

ные чопперные повышающе-понижающие преобразователи. Ключевым компонентом таких схем является силовая катушка индуктивности, потери на которой существенно влияют на КПД всего преобразователя.

С повышением быстродействия и уменьшением размеров и веса электронных устройств DC/DC-преобразователи также должны становиться миниатюрнее и легче. Кроме того, от обычных проволочных катушек требуется работа на более высоких частотах переключения. Эти требования рынка стимулируют разработку новых технологий.

Структура с замкнутым магнитным потоком

Проволочные катушки индуктивности экранируются для предотвращения рассеяния магнитного потока. В компонентах серии LQH (рис. 1) используется структура с замкнутой магнитной индукцией: их об-

мотка экранирована со всех сторон путем покрытия эпоксидной смолой с наполнителем из магнитного порошка (рис. 2), которая предотвращает рассеяние магнитного потока. Элементы этой серии имеют более простую структуру, чем большинство из представленных сегодня на рынке силовых катушек индуктивности с замкнутым магнитным потоком на базе тороидальных ферритовых сердечников. Благодаря такой конструкции в дросселях серии LQH максимально используется пространство намотки, что позволяет уменьшить их общие габариты и высоту за счет большей компактности конструкции.

Максимально допустимый ток проволочной катушки индуктивности определяется характеристикой постоянного тока намагничивания. Последняя, в свою очередь, зависит от токовой характеристики индуктивности, вид которой изменяется с ростом температуры, вызванным тепловыделением из-за активных потерь на обмотке. Обе эти



Рис. 1. Типовой внешний вид силовой катушки индуктивности серии LQH

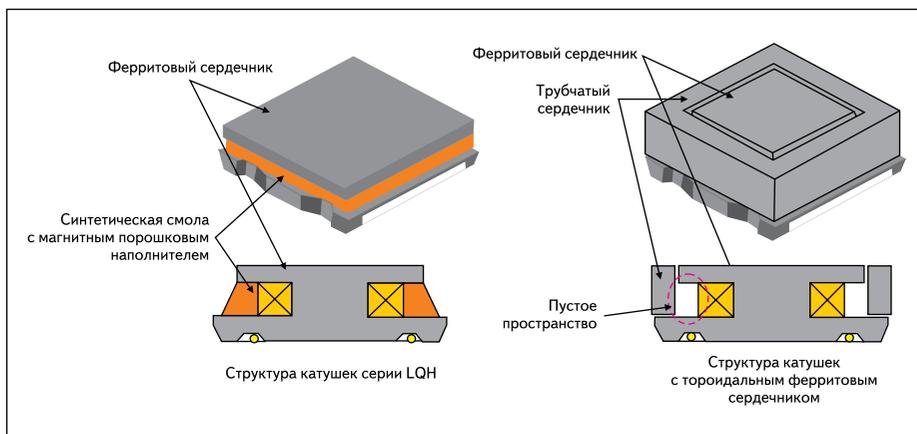


Рис. 2. Структура с замкнутым магнитным потоком с использованием покрытия из синтетической смолы с магнитным порошковым наполнителем

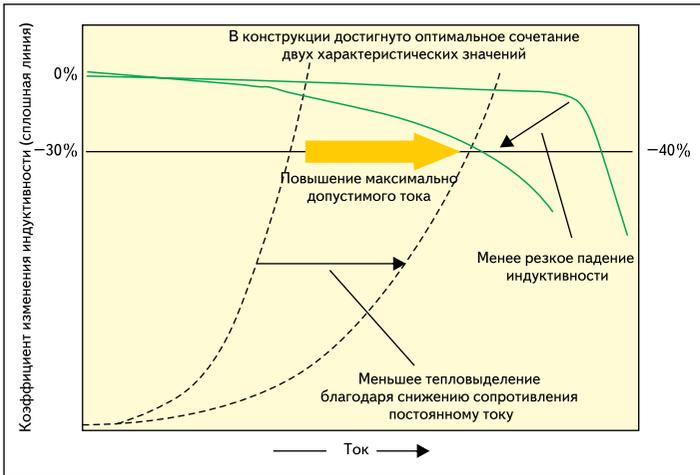


Рис. 3. Повышение максимально допустимого тока

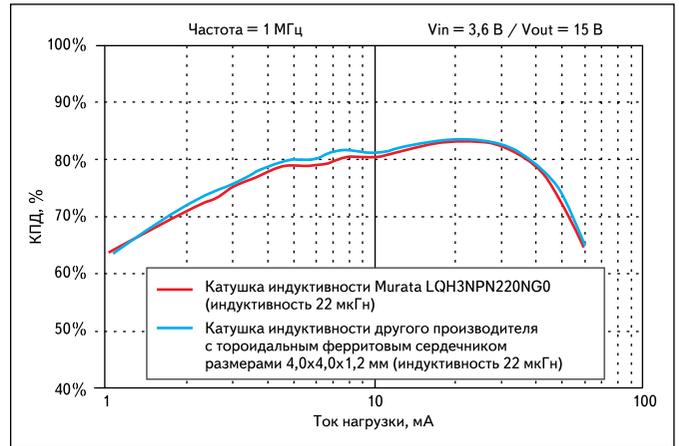


Рис. 5. Результаты сравнительных испытаний катушки индуктивности Murata и катушки с тороидальным ферритовым сердечником

характеристики удалось улучшить путем оптимизации структуры и состава магнитопорошкового наполнителя. В конструкции силовых катушек индуктивности компании Murata достигнуто оптимальное сочетание этих двух параметров, обеспечивающее наибольшее значение максимально допустимого тока. Рис. 3 дает представление о позитивных изменениях конструкции проволочных катушек индуктивности компании Murata, позволивших улучшить их токовые характеристики.

В качестве примера на рис. 4 показан график КПД DC/DC-конвертора, оснащенного катушкой индуктивности из ассортимента компании Murata (LQH3NPN220N, индуктивность 22 мкГн, размеры 3×3 мм). Для оценки компанией Murata использовался повышающий преобразователь постоянного тока с частотой переключения 1 МГц. В целях сравнения специалисты компании Murata измерили характеристики той же схемы при использовании катушки другого производителя с тороидальным ферритовым сердечником размером 4×4×1,2 мм. Испытания показали, что, хотя объем катушки серии LQH составляет менее половины от объема дросселя с тороидальным сердечником, компонент LQH обеспечивает ту же эффективность преобразования. Таким образом, использование элементов данной серии позволяет уменьшить габариты и профиль мобильной аппаратуры.

Технологии изготовления сердечников

Обычные ферритовые сердечники для силовых катушек индуктивности изготавливаются из ферритового порошка методом формования с последующим обжигом. Однако данному способу свойственно множество ограничений, существенно уменьшающих гибкость конструирования. Компания Murata разработала технологию фрезерования сердечников, ускоряющую

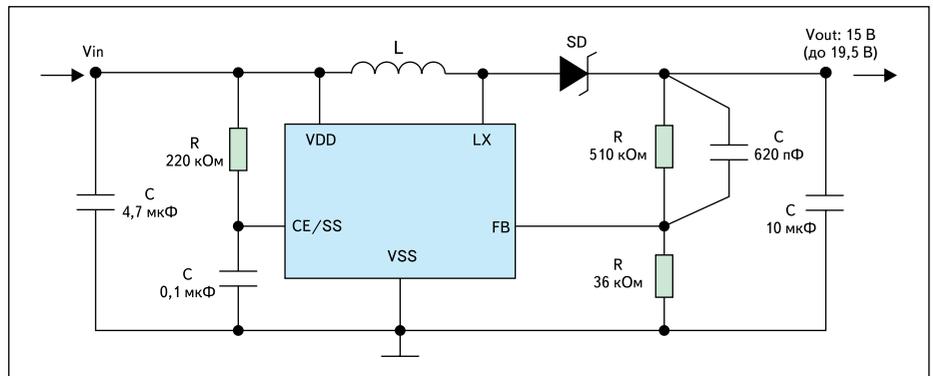


Рис. 4. Схема для оценки КПД преобразования напряжения

изготовление, повышающую гибкость этого процесса и улучшающую характеристики готового изделия. Новый метод дает возможность делать сердечники полностью круглыми: ранее форма сердечников была ближе к прямоугольной, а сопротивление постоянному току получалось выше (рис. 5). Снижение активного сопротивления, свойственное идеально круглым сердечникам, позволяет повысить общее значение КПД DC/DC-преобразователя.

Силовые катушки индуктивности с применением новейших технологий

Недавно компания Murata выпустила два новых изделия, в которых используются описанные выше технологические новинки — проволочные силовые катушки индуктивности среднего размера LQH6PP и LQH88P с размерами посадочного места 6×6 и 8×8 мм соответственно. Низкопрофильная катушка LQH6PP имеет высоту 4,5 мм, а катушка LQH88P еще тоньше — всего 4,0 мм. Эти изделия особенно хорошо подходят для применения в DC/DC-конвертерах телевизоров с плоским экраном, в которых низкий профиль компонентов является одним из основных требований. Несмотря на компактные

размеры, новейшие методы конструирования позволили выпустить эти катушки в широком диапазоне номиналов индуктивности — от 1,0 до 100 мкГн. Дроссели серии LQH6PP имеют номинальный ток до 7,2 А (модель индуктивностью 1,0 мкГн), а серия LQH88P характеризуется еще большим номинальным током — до 11,2 А.

Заключение

К числу последних достижений в технологии производства силовых дросселей относятся внедрение методов изготовления ферритовых сердечников фрезерованием и экранирование синтетической смолой с магнитным порошковым наполнителем. Эти новшества оказали существенное влияние на характеристики силовых катушек индуктивности. Несмотря на чрезвычайную компактность, новые типы дросселей рассчитаны на большие номинальные токи и имеют пониженное сопротивление постоянному току, что способствует повышению КПД всей конструкции. Компания Murata полна решимости энергично реагировать на все запросы рынка силовых катушек индуктивности — в частности, удовлетворяя спрос на миниатюрные компоненты с повышенной токонесящей способностью. ■