

## Модули SAW (ПАВ) компании Murata для автоэлектронных систем

Хироки НАКАТА (Hiroyuki NAKATA)  
Перевод: Евгений КАРТАШЕВ

Каждый год выпускается множество новых автомобилей. Расширение мирового автопарка неизбежно ведет к увеличению количества аварий, усложнению дорожной обстановки, повышению уровня загрязнения окружающей среды. В сложившихся обстоятельствах растет потребность в автомобильных системах, призванных повысить безопасность автомобилей и снизить их негативное влияние на природу.

Для решения указанных проблем многие страны ведут разработку так называемых интеллектуальных транспортных систем (ITS — Intelligent Transport Systems). Для успешного осуществления таких проектов необходимо, чтобы использование автомобильных электронных устройств было согласовано с работой ITS. Примером устройства, которое может работать в контакте с ITS, является система бесконтактного доступа RKE (Remote Keyless Entry), увеличивающая удобство и безопасность транспортного средства. Этой системой оборудуются все большее число современных автомобилей. Схема RKE дублирует обычный способ открывания двери с помощью ключа, и такая «двухключевая» система становится промышленным стандартом.

Среди новых устройств, получивших широкое распространение в последнее время, можно также назвать иммобилайзеры, содержащие схему электронной идентификации, которая позволяет осуществлять запуск двигателя, а также различные бесконтактные переключатели, работающие совместно с RKE. При разработке устройств, предназначенных для повышения безопасности и защиты окружающей среды, большое внимание уделяется системам автоматического контроля давления в шинах TPMS (Tire Pressure Monitoring Systems). В некоторых странах использование подобных систем является обязательным, многие автопроизводители предлагают TPMS в качестве опции.

Можно назвать еще ряд автомобильных электронных устройств, приобретающих все большую популярность в последнее время. К ним относятся системы автомобильной навигации, системы автоматической оплаты ETC (Electronic Toll Collection) и различные устройства телекоммуникации. Одним из базовых компонентов, необходимых для

работы трех указанных систем, является устройство на поверхностных акустических волнах (ПАВ или SAW — Surface Acoustic Wave devices). Далее мы обсудим особенности и тенденции развития подобных элементов в автоэлектронике.

### SAW-резонаторы для блоков RKE и TPMS

Резонатор на поверхностных акустических волнах представляет собой генератор, работающий в диапазоне частот от 300 до 800 МГц. Он отличается высокой стабильностью частоты. Такой осциллятор достаточно дешев и практически не нуждается в настройке, благодаря чему для устойчивой работы ему требуется минимальное количество внешних элементов (рис. 1).

Компания Murata производит широкую номенклатуру SAW-резонаторов для различных применений. Эти элементы не только являются самыми малогабаритными на рынке (максимальный типоразмер 3,0×3,0×1,15 мм), но и имеют целый набор уникальных свойств.

### Тонкий корпус, низкое сопротивление

Использование оригинальной технологии корпусирования позволило уменьшить толщину корпуса с 1,15 до 0,85 мм, это значение является максимальным для новых элементов. Кроме того, применение оригинальной конструкции электрода дало возможность снизить резонансные потери с 2,2 дБ (типичное значение) до 1,5 дБ и менее (в диапазоне 300 МГц), что, в свою очередь, позволило уменьшить ток потребления.

### Жесткий допуск, высокая надежность

Применение новейших технологий позволило уменьшить разброс параметров с  $\pm 170$  млн<sup>-1</sup> (типичное значение) до  $\pm 50$  млн<sup>-1</sup> (в диапазонах 300 и 400 МГц). Кроме того, оптимизация процесса ультразвуковой сварки выводов позволила расширить температурный диапазон до -40...125 °С, что является одним из основных требований, предъявляемых к автоэлектронике.

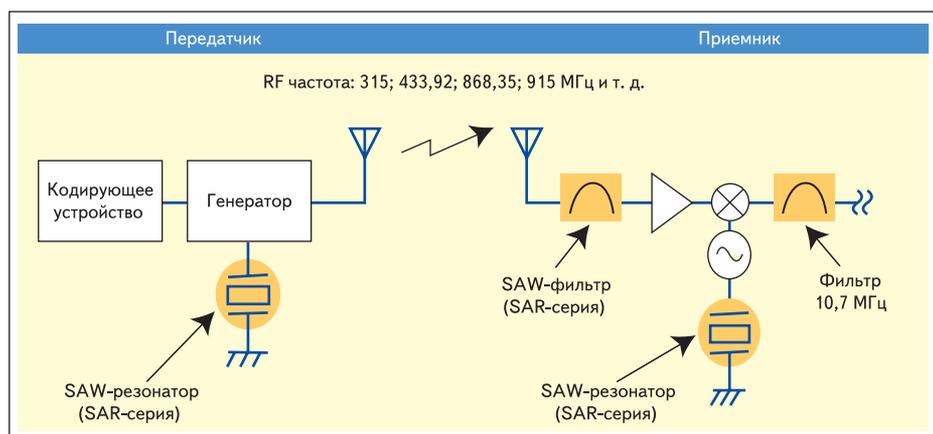


Рис. 1. Блок-схема системы с применением SAW-резонаторов

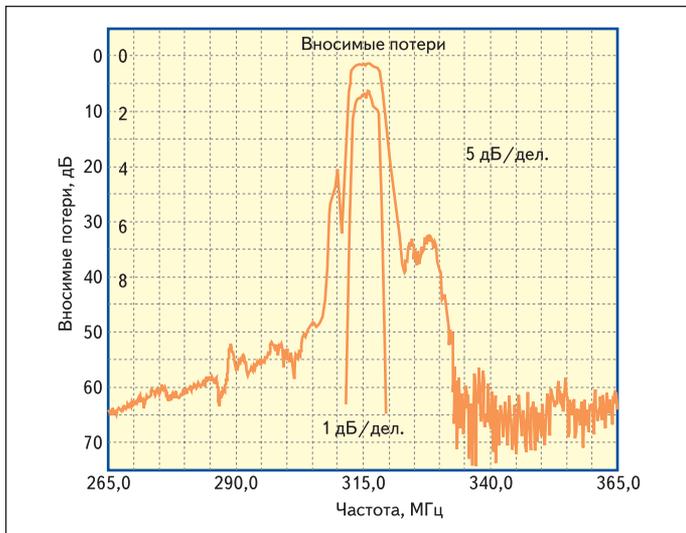


Рис. 2. SAW-фильтр диапазона 300 МГц для системы RKE

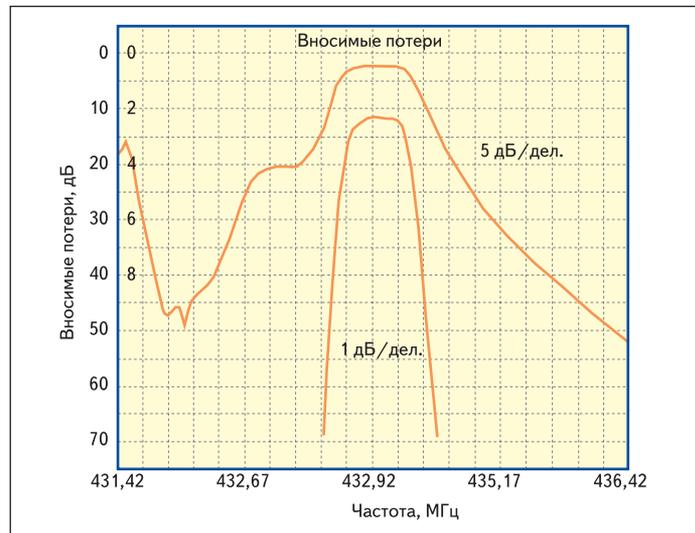


Рис. 3. SAW-фильтр диапазона 400 МГц для системы RKE

**Расширенный частотный диапазон**

SAW-резонаторы Murata способны поддерживать высокочастотный диапазон 800 МГц. Данные элементы предназначены, прежде всего, для использования в автомобильных электронных устройствах, разрабатываемых в соответствии с европейскими стандартами.

**SAW-фильтры для блоков RKE и TPMS**

Производители интеллектуальных автомобильных систем используют SAW-фильтры в приемниках устройств бесконтактного доступа систем TPMS. Такие фильтры, работающие в диапазонах частот 300, 400 или 800 МГц, применяются во входных каскадах различных блоков, при этом частотный диапазон выбирается в зависимости от стандарта региона.

Применение SAW-фильтров позволяет существенно повысить входную чувствительность ресиверов. Требования, предъявляемые к ним, включают низкое вносимое затухание и высокий коэффициент подавления сигнала вне полосы пропускания. Задачей компании Murata является разработка коммерческих фильтров, удовлетворяющих частотным стандартам Японии, Северной Америки и Европы, и их выпуск в самом миниатюрном из доступных на рынке корпусов.

SAW-фильтры могут производиться с узкой и широкой полосой пропускания в зависимости от конкретных требований рынка. В широкополосных версиях, предназначенных для диапазона 300 МГц, используется подложка из танталага лития (LT), обеспечивающая низкое значение вносимых потерь (типичное значение 1,2 дБ) и высокий коэффициент подавления (55 дБ) на частотах, отстоящих от основной более чем на 21,4 МГц (рис. 2). В узкополосных фильтрах диапазона 400 МГц применяется кристаллическая подложка, обеспечивающая лучшую температурную стабильность на низких

температурах. Вносимые потери элементов данного типа находятся на уровне 2,1 дБ (типичное значение), ширина полосы пропускания — около 750 кГц (типичное значение) на уровне 3 дБ, а ослабление сигнала на частоте, отстоящей от резонансной на 1 МГц, составляет 18 дБ (рис. 3).

Для того чтобы обеспечить уровень надежности, требуемый в автомобильной промышленности, для защиты электродов фильтров применяются специальные защитные пленки. В дальнейшем Murata собирается выпускать специализированные SAW-фильтры с характеристиками, специально адаптированными для систем RKE и TPMS, в миниатюрном корпусе 3,0×3,0×1,15 мм.

**SAW-фильтры для автомобильных систем навигации**

Наибольшую популярность навигационные автомобильные системы получили

в Японии, где широко распространено бесплатное предложение подобных блоков для практической оценки. Как показывает практика, начав пользоваться системой, клиенты уже не могут от нее отказаться. В других странах популярность навигационных комплексов также растет, что обусловлено их высокими потребительскими свойствами. Анализ рынка показывает, что пользователи объединяют системы автомобильной навигации с приемниками цифрового вещания, информационными дисплеями, а также устройствами ETC и DSRC (Dedicated Short Range Communications — специализированная связь на коротких расстояниях для автомобилей). Система связи DSRC разработана организацией ASTM International на основе протокола 802.11a, она позволяет электронной аппаратуре (бортовой компьютерной системе) движущегося автомобиля без остановок обмениваться данными с придорожными компьютерными станциями.

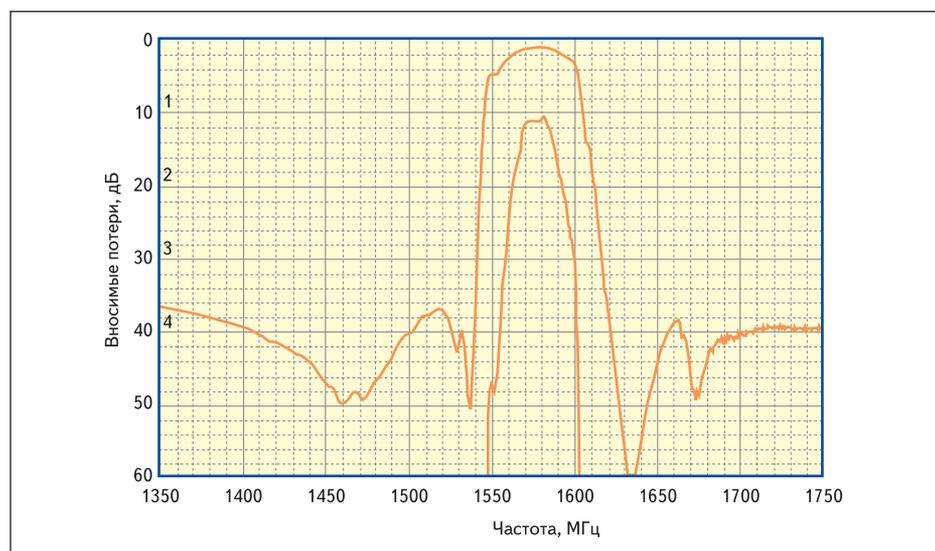


Рис. 4. SAW-фильтр для системы GPS (размер: 2,5×2,0×1,0 мм [макс.])

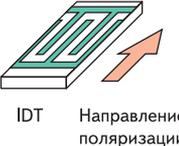
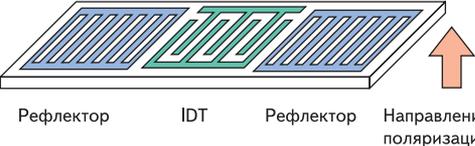
	ПЧ-фильтр	SAW-фильтр (волна Рэлея)
Размер	 IDT    Направление поляризации	 Рефлектор    IDT    Рефлектор    Направление поляризации
Отражение от свободной грани	Отражается ↓ Рефлектор не нужен	Не отражается ↓ Рефлектор нужен
Отношение полосы пропускания к частоте резонанса	1%	От 0,3 до 4%

Рис. 5. Сравнение ПЧ-фильтра и SAW-фильтра

Используя оригинальную конструкцию элементов и уникальную технологию корпусирования, Murata успешно разрабатывает SAW-фильтры с низкими вносимыми потерями и высокой добротностью для применения в качестве радиочастотных фильтров в автомобильных GPS-системах (рис. 4). Для того чтобы обеспечить наибольшее число применений, SAW-фильтры в миниатюрных корпусах 2,5×2,0×1,0 мм на основе LT-подложек производятся как с резонансной, так и с многозвенной (лестничной) характеристикой. Основное внимание Murata уделяет повышению надежности компонентов, ориентированных на автомобильный рынок. С этой целью компания широко применяет керамические корпуса, обеспечивающие высокие изоляционные свойства и герметичность. Для рынка мобильных телефонов Murata производит фильтры в сверхминиатюрных полимерных корпусах CSP (Chip-Size Package) размером 1,35×1,05×0,6 мм.

#### 40-мегагерцовые фильтры промежуточной частоты для систем ETC

Устройства ETC (Enhanced Transmission Correction) — усовершенствованный протокол передачи данных с коррекцией ошибок, применяемый в сотовых сетях) позволяют водителям осуществлять платежи за проезд по скоростным магистралям без остановки у пунктов оплаты. Подобные устройства нужны не только водителям: они способствуют улучшению дорожной обстановки, снижению транспортного шума и загазованности у постов приема платежей. Кроме того, уменьшение количества остановок позволяет экономить горючее. Впервые системы ETC появились в Японии в 2001 году, с тех пор количество пользователей растет очень быстро, что выражается в увеличении числа автоматизированных постов ETC на магистралях в различных странах. Росту числа пользователей ETC способствует тот факт, что с развитием этого серви-

са увеличивается и размер скидок на электронные платежи.

Когда появились первые ETC-устройства, компания Murata разработала серию фильтров промежуточной частоты в корпусе 3,8×3,8×1,5 мм, специально предназначенных для применения в ресиверах данных систем. В ПЧ-фильтрах с частотой 40 МГц используется так называемая BGS-волна (Bleusteingulyaev-Shimizu) — плоская гармоническая горизонтально поляризованная волна сдвига (или SH-волна), характеристики которой хорошо сочетаются с параметрами SAW-фильтра. BGS-волна может быть возбуждена при поляризации керамической подложки по ее поверхности, что сопровождается полным отражением от краев подложки без изменения режима осцилляции. Таким образом, при использовании данного типа волн в ПЧ-фильтрах отпадает необходимость применения специальных рефлекторов, что позволяет создавать сверхминиатюрные элементы (рис. 5).

При производстве SAW-фильтров Murata использует технологии, позволяющие создавать подложки и поляризовать их по поверхности. Формирование отражающих краевых областей производится с высокой точностью,

что необходимо для качественной работы волнового фильтра BGS. Компоненты данного типа выпускаются в корпусе 3,0×3,0×1,15 мм, ПЧ-фильтры обеспечивают все требуемые характеристики, при этом уровень вносимых потерь не превышает 8 дБ, а ослабление составляет более 20 дБ на частотах, отстоящих от резонанса на ±5 МГц, и 31 дБ на частотах, отстоящих от резонанса на ±10 МГц (рис. 6).

Компания планирует выпустить модификацию фильтра такого типа для применения в системах DSRC, которые используются, например, на стоянках автотранспорта, бензозаправочных станциях и парковках при магазинах. В настоящее время проводится тестирование подобных устройств для использования в системах передачи информации и сервисных системах дорожных узлов связи, внедрение которых началось с 2007 года.

#### Взгляд в будущее

В мире увеличивается количество водителей пожилого возраста. Этот факт, в сочетании с другими автомобильными проблемами, такими как рост количества аварий, перегруженность дорог, загрязнение окружающей среды, требует самого пристального внимания производителей автомобильной электроники. Эволюция электронных устройств должна идти в направлении создания комплексных интеллектуальных транспортных систем (ITS), обеспечивающих безопасность транспорта посредством получения и обработки интегральных данных о состоянии водителей, автомобилей и дорог. Устройства SAW являются фундаментом для построения подобных комплексов. Murata производит широкую гамму фильтров для автомобильных применений, продукция компании имеет сертификат TS16949, определяющий стандарты качества для управляющих систем. Производство и развитие SAW-устройств для автоэлектроники будет продолжаться в направлении улучшения характеристик, совершенствования конструкции и повышения надежности. ■

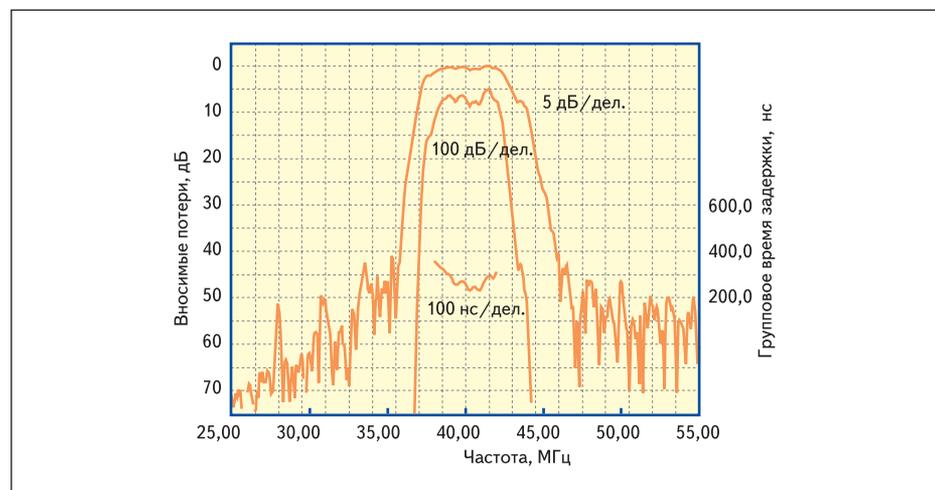


Рис. 6. ПЧ-фильтр для системы ETC