

МИКРОФОНЫ TINY MEMS КОМПАНИИ ANALOG DEVICES



В статье рассмотрены характеристики выпускаемых компанией Analog Devices миниатюрных микрофонов, изготавливаемых по MEMS-технологии.



В. Макаренко

MICROPHONES TINY MEMS BY ANALOG DEVICES COMPANY

Abstract - In article characteristics of microphones TINY MEMS produced by Analog Devices company are represented.

V. Makarenko

Несмотря на быстрый рост числа разнообразных переносных (миниатюрных) электронных устройств, предназначенных для передачи, приема и воспроизведения голоса, музыки и видео, качество звука, воспроизводимого этой электроникой, не всегда соответствует всевозрастающим требованиям потребителей этой продукции. Особенно это относится к миниатюрным микрофонам, устанавливаемым в мобильных телефонах, телефонах, предназначенных для IP-телефонии, в системах голосовой идентификации и др.

Компания Analog Devices, Inc., известная своими высококачественными кодеками, использовала в новых разработках MEMS-технологии для создания семейства миниатюрных микрофонов с самым высоким отношением сигнал/шум среди таких устройств, предназначенных для промышленного применения. В новых микрофонах обеспечивается взвешенное значение отношения сигнал/шум не менее 61 дБ, в то время как в лучших образцах других производителей эта величина не превышает 55 дБ. Частотная характеристика новых микрофонов линейна в диапазоне от 0.1 до 15 кГц [1].

В настоящее время компания Analog Devices выпускает два типа микрофонов – с ана-

логовым и с цифровым выходом, основные параметры которых приведены в таблице.

В большинстве аудиоподсистем в настоящее время используются электретные конденсаторные микрофоны. Принцип работы такого микрофона основан на использовании способности некоторых диэлектрических материалов (электретов) сохранять поверхностную неоднородность распределения заряда в течение длительного времени. Тонкая пленка из гомоэлектрета помещается в зазор конденсаторного микрофона (т.е. конденсатора, в котором одна из обкладок, представляющая собой мембрану, может перемещаться под действием внешнего акустического сигнала) либо наносится на одну из его обкладок. Пленка, находящаяся между обкладками конденсатора, создает на них некоторый постоянный заряд. При воздействии акустического сигнала происходит смещение мембраны, вследствие чего емкость конденсатора и напряжение на его обкладках соответственно изменяются. Для согласования внутреннего сопротивления с сопротивлением нагрузки в микрофон интегрирован предварительный усилитель на полевом транзисторе.

Широкое использование электретных микрофонов объясняется их невысокой стоимостью и большим выбором этих микрофонов на

Основные параметры MEMS-микрофонов компании Analog Devices

Тип	Выходной сигнал	Отношение сигнал/шум, дБ	Уровень собств. шума, дБ	Чувствительность на частоте 1 кГц, дБ	PSRR *, дБ	Полоса частот, кГц	Ток потребл., мкА	Габаритные размеры, мм
ADMP401	Аналоговый	62	32	-42	70	0.1 - 15	250	4.72×3.76
ADMP421	Цифровой	61	33	-26	80	0.1 - 15	650	3.00×4.00

* Power Supply Rejection Ratio (коэффициент подавления шумов источника питания).

рынке. Однако чувствительность, отношение сигнал/шум и линейность таких микрофонов достигли своего практического предела и дальнейшее улучшение этих характеристик требует больших затрат. Кроме того, такие микрофоны отличаются сравнительно большим энергопотреблением и имеют низкий коэффициент подавления шумов и пульсаций источника питания. Это накладывает ограничения на место размещения таких микрофонов в миниатюрных устройствах из-за влияния шума по цепям питания, который создается другими компонентами схемы, например, жидкокристаллическим монитором, или же требует применения дополнительных стабилизаторов по цепям питания микрофонов.

Еще одним недостатком электретных микрофонов является плохая повторяемость характеристик при их массовом производстве. Чувствительность и частотная характеристика электретных микрофонов могут значительно отличаться от экземпляра к экземпляру, кроме того, при колебаниях температуры изменение характеристик может быть различным для разных микрофонов, что ограничивает области их применения. Это особенно существенно при разработке стереофонической аппаратуры.

Эти факторы и определили необходимость разработки микрофонов на основе MEMS-технологий. Микрофоны MEMS в сравнении с электретными имеют ряд преимуществ: высокую повторяемость параметров при производстве; незначительное отклонение параметров при колебаниях температуры; большое отношение сигнал/шум; хорошую интегрируемость в технологические КМОП-процессы, используемые при производстве ИМС обработки звука.

Первоначально микрофоны на основе MEMS-технологий предназначались для применения в слуховых аппаратах. Однако отличные характеристики этих микрофонов позволили интегрировать их и в находящие широкое применение устройства бытовой электроники, такие как головные телефоны Bluetooth, сотовые телефоны, персональные компьютеры и видеокамеры [2].

В микрофонах MEMS чувствительная к давлению диафрагма формируется непосредственно на кремниевом кристалле. Там же размещается и предварительный усилитель, а в микрофонах с цифровым выходом – и АЦП.

Микрофоны с цифровым выходом имеют очень низкую чувствительность к ВЧ- и электромагнитным помехам, создаваемым такими устройствами, как антенны Wi-Fi и генераторы тактового сигнала ЖК-дисплеев. Это позволяет размещать такие микрофоны в удобных (с точки зрения конструктора) местах, создавать стереофонические микрофоны и направленные акустические антенны для приема звукового сигнала.

Функциональная схема микрофона ADMP401 приведена на рис. 1 [3]. Чувстви-

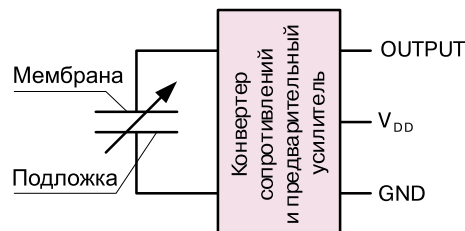


Рис. 1. Функциональная схема микрофона ADMP401

тельный элемент, состоящий из подложки и подвижной мембраны, представляет собой конденсатор переменной емкости. Под воздействием акустических колебаний мембрана колеблется и емкость конденсатора изменяется. Встроенный в ИМС конвертер сопротивления преобразует емкость в напряжение, которое усиливается предварительным усилителем и поступает на выход. Чувствительность микрофона такова, что он одинаково хорошо работает с акустическими сигналами как ближнего, так и дальнего поля. Неравномерность частотной характеристики в диапазоне частот 100 Гц...15 кГц (рис. 2) не более -3...+2 дБ на краях диапазона.

Ток потребления ADMP401 не превышает 250 мкА. Выходное сопротивление не более 200 Ом, выходной ток не более 90 мкА. Диапазон напряжений источника питания 1.5...3.3 В. Диапазон рабочих температур -40...85 °С. Микрофон по допустимым вибрациям соответствует требованиям военного стандарта США MIL-STD-883G и выдерживает удары с ускорением 20 000 g.

ADMP401 выполнен в корпусе SMD для поверхностного монтажа с габаритными размерами 4.72×3.76×1.0 мм и не содержит свинца.

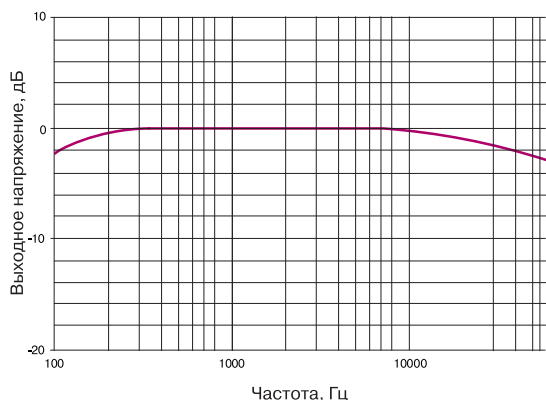


Рис. 2. Амплитудно-частотная характеристика микрофона ADMP401

Широкий частотный диапазон и малая неравномерность АЧХ соответствуют требованиям стандарта G.711 к передающей части оборудования проводной широкополосной цифровой телефонии (Wideband Digital Wireline Telephones). Малое энергопотребление позволяет увеличить время работы беспроводных портативных коммуникационных устройств без подзаряда.

Микрофон с цифровым выходом ADMP421 [4] по сравнению с ADMP4201-1 содержит дополнительно дельта-сигма АЦП четвертого порядка. Ток потребления этого микрофона составляет 650 мкА, а в "спящем" режиме – всего 50 мкА. Частотный диапазон 0.1...15 кГц с неравномерностью АЧХ (рис. 2) по краям диапазона от -3 до +2 дБ, коэффициент нелинейных искажений не более -105 дБ, максимальное акустическое давление 120 дБ. Время выхода микрофона из "спящего" режима не более 10 мс.

Цифровой интерфейс совместим с интерфейсом высококачественных стереофонических кодеков Analog Devices ADAU1361 и 1761 [4]. Схема подключения двух микрофо-

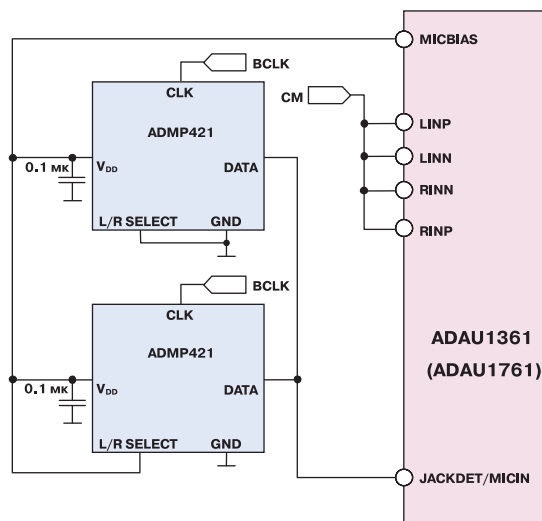


Рис. 3. Схема подключения микрофона ADMP401 к цифровому кодеку ADAU1361

нов ADMP421 к кодеку ADAU1361 приведена на рис. 3.

Основные области применения микрофонов: смартфоны, цифровые видеокамеры, домофоны, системы телеконференций и др. Также, как и ADMP4201-1 этот микрофон удовлетворяет требованиям директивы RoHS.

Подробную информацию о других параметрах и профиле температурной пайки MEMS-микрофонов можно найти в [3, 4] и на web-сайте компании Analog Devices: www.analog.com.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.analog.com/en/mems/microphones/products/index.html>.
2. <http://mobiledevdesign.com/tutorials/mems-microphones/#>.
3. http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/ADMP401-1.pdf.
4. http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/ADMP421.pdf.