

Подстроечные резисторы компании Murata

В эпоху миниатюризации и интеграции стоит проблема уменьшения габаритных размеров таких элементов радиоэлектронных схем, как переменные резисторы. В статье рассмотрены подстроечные резисторы производства компании Murata, предназначенные для широкого использования в различных радиоэлектронных устройствах.

Юрий Левашов

support@alkon.net

Компания Murata, основанная в середине прошлого века, сегодня является мировым лидером в исследовании керамических материалов и возможностей их применения в производстве электронных компонентов. Спектр товаров, производимых компанией, чрезвычайно широк, мы коснемся только узкой его части — подстроечных резисторов.

Цель статьи — ознакомление читателя с ассортиментом продукции, а также раскрытие некоторых особенностей применения высокотехнологических компонентов.

Для удобства, напомним читателю основные теоретические положения. Итак, резисторы относятся к числу самых массовых изделий электронной техники. Их доля составляет около 40% всех элементов, используемых в радиоэлектронной аппаратуре. Функция резисторов — регулирование и распределение электрической энергии между цепями и элементами схем.

В зависимости от выполняемых функций различают резисторы постоянные, с фиксированной при изготовлении величиной сопротивления, и переменные, величина сопротивления которых может быть изменена путем перемещения подвижного контакта.

Переменные резисторы, в зависимости от назначения, подразделяются на подстроечные и регулировочные. Подстроечные резисторы рассчитаны на однократную настройку аппаратуры. Их подвижная ось обычно выводится под шлиц, в некоторых случаях предусматривается стопорение оси после настройки. Износоустойчивость подстроечных резисторов невелика — 150–200 поворотов оси. Регулировочные резисторы используются при многократных регулировках аппаратуры, обладают большой износоустойчивостью (до нескольких сот тысяч циклов).

Переменный резистор состоит из корпуса, проводящего элемента и подвижной системы с контактом.

Известны два способа включения переменных резисторов в схему: потенциометрический и реостатный — отсюда появилось понятие потенциометр. Под этим понимают переменный резистор, предназначенный для работы в потенциометрической схеме. На практике широкое распространение получили оба способа, используемые в равной мере.

Для описания свойств переменных резисторов, кроме основных параметров, присущих и постоянным и переменным резисторам (сопротивление, мощность, точность), используют специальные ха-

рактеристики, которые отражают их функциональные и конструктивные особенности. Таких характеристик несколько. Перечислим их.

Функциональная зависимость (кривая регулирования). Кривая, которая показывает зависимость величины сопротивления между подвижным контактом и одним из неподвижных контактов проводящего элемента от угла поворота. По характеру функциональной зависимости переменные резисторы разделяются на линейные и нелинейные. Характер нелинейной зависимости определяется схемными задачами, для решения которых предназначен резистор. Наиболее распространенные нелинейные зависимости — логарифмические и обратно-логарифмические.

Разрешающая способность. Важная характеристика переменных резисторов, показывающая, какое наименьшее изменение угла поворота подвижной системы резистора может быть различимо. Ее характеризуют минимально допустимым изменением сопротивления при весьма малом перемещении подвижного контакта.

У непроволочных резисторов разрешающая способность теоретически неограниченна и лимитируется дефектами и неоднородностями проводящего слоя, контактной щетки и величиной переходного контактного сопротивления.

Шумы вращения. При вращении подвижной системы резистора, помимо тепловых и токовых шумов на выходное напряжение, зависящее от угла поворота, накладывается еще одна составляющая — напряжение шумов вращения. Их уровень значительно превышает тепловые и токовые шумы в резисторе и достигает 30–40 дБ. Шумы вращения особенно характерны для непроволочных потенциометров.

Источниками шумов вращения могут быть:

- шумы переходного сопротивления, возникающие в результате появления контактной разности потенциалов между щеткой и резистивным элементом;
- термоэлектродвижущая сила, возникающая от нагрева проводящего элемента при быстром вращении подвижной системы;
- неоднородность структуры и дефекты в проводящем слое и контактной щетке.

Износоустойчивость. Под износоустойчивостью понимают способность резистора сохранять свои параметры (противостоять изнашиванию) при много-

Таблица 1. Характеристики подстроечных резисторов Murata

Характеристика	SMD открытые							SMD закрытые				Выводные			
	PVS1	PVZ2A	PVZ3A	PVZ3R	PVA3	PVS3	PVG3	PVM4	PVG5	PVC6	PV36	PV37	PV23	PV12	PV32
Диапазон сопротивлений	10 кОм	500 Ом–1 мОм	200 Ом–2 мОм	200 Ом–2 мОм	100 Ом–2 мОм	100 Ом–2 мОм	10 Ом–2 мОм	100 Ом–2 мОм	10 Ом–2 мОм	10 Ом–5 мОм	10 Ом–2 мОм	10 Ом–2 мОм	10 Ом–2 мОм	10 Ом–2 мОм	50 Ом–5 мОм
Допустимое отклонение	+/-30%	+/-30%	+/-30%	+/-30%	+/-10%	+/-10%	+/-20%	+/-20%	+/-10%	+/-10%	+/-10%	+/-10%	+/-10%	+/-10%	+/-20%
Максимальное напряжение, В	5	50	50	50	50	50	200	50	300	300	300	200	300	300	300
Номинальная мощность, Вт	–	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.25	0.25	0.25	0.5	0.5	0.25	0.75	0.5	0.5
Эффективный угол поворота	333 гр.	240 гр.	230 гр.	230 гр.	270 гр.	270 гр.	210 гр.	240 гр.	многообор.	240 гр.	многообор.	многообор.	многообор.	многообор.	230 гр.
Диапазон температур	-40/+85 гр.	-25/+85 гр.	-25/+85 гр.	-25/+85 гр.	-55/+125 гр.	-55/+125 гр.	-55/+125 гр.	-55/+125 гр.	-55/+125 гр.	-55/+125 гр.	-55/+125 гр.	-55/+125 гр.	-55/+125 гр.	-55/+125 гр.	-55/+125 гр.
ТКС ppm/°C	+/-500	+/-500	+/-500	+/-500	+/-250	+/-250	+/-250	+/-250	+/-200	+/-100	+/-100	+/-100	+/-100	+/-100	+/-100
Материал резистивного элемента	керметный	углерод	углерод	углерод	керметный	керметный	керметный	керметный	керметный	керметный	керметный	керметный	керметный	керметный	керметный
Число циклов подстройки	>1M	10	10	10	10	10	–	20; 100	100	200	200	200	200	200	200

кратных поворотах подвижной системы. Это одна из основных эксплуатационных характеристик резисторов.

Количественно износостойчивость оценивается числом циклов перемещения подвижной системы в течение срока службы при сохранении стабильности параметров в пределах установленных допусков и определяется в основном конструкцией, материалом и формой подвижного контакта и резистивного элемента и контактным давлением.

Для подстроечных резисторов, поскольку они используются для разовых регулировок, высокая износостойчивость не требуется. Число циклов перемещений подвижной системы для них не превышает 150–200.

Подстроечные резисторы Murata

В мире сложилась устойчивая тенденция к миниатюризации, следствием которой является устойчивый спрос производителей радиоэлектронного оборудования на более миниатюрные электронные компоненты. Не стала исключением и освещаемая в рамках этой статьи продукция компании Murata.

На рисунке показана диаграмма, позволяющая наглядно увидеть классификацию элементов в зависимости от вида монтажа, размера и типа проводящего элемента. Из рисунка видно, что ассортимент представленной продукции разделен на две большие ветви: это подстроечные резисторы поверхностного монтажа и выводные. Последние представлены как в однооборотных, так и в многооборотных вариантах. По типу проводящего элемента они относятся к керметным. Семейство подстроечных резисторов поверхностного монтажа более обширно. Мы видим здесь разделение по слою проводящего элемента на керметные и углеродные. Кроме того, особенно хочется акцентировать внимание читателя на габаритных размерах элементов: это и 2-, 3- и 4-миллиметровые корпуса. Воистину торжество миниатюризации!

Проведем более детальный анализ рассматриваемой продукции. Основные характеристики подстроечных резисторов фирмы Murata приведены в таблице 1.

Несколько слов об основных сериях подстроечных резисторов и их особенностях:

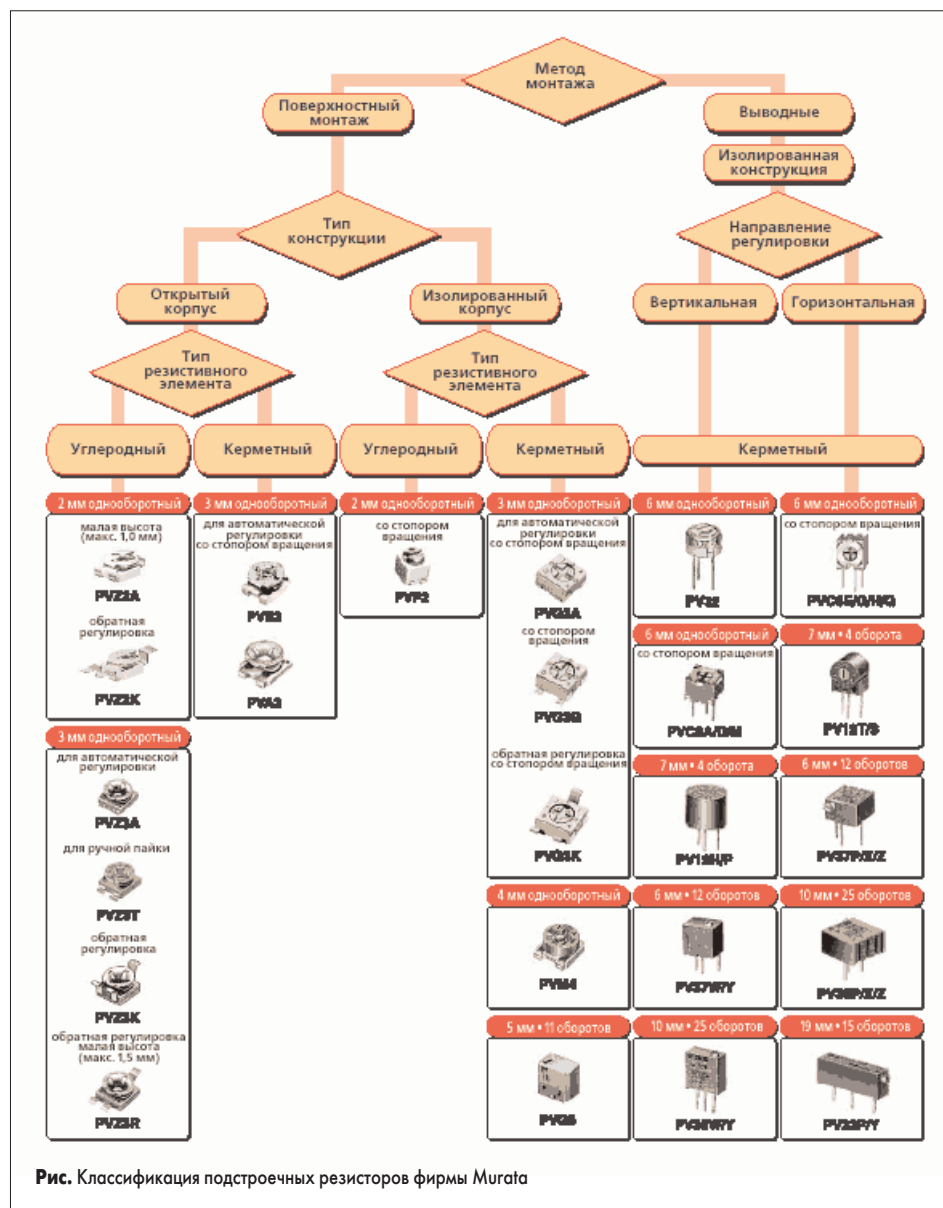


Рис. Классификация подстроечных резисторов фирмы Murata

Серия PVS1. Имеет пыленепроницаемый корпус, благодаря которому достигается устойчивая работа и повышенная надежность изделия, кроме того, резистор имеет низкий профиль (высота 2,1 мм), а также позолоченные контакты, что позволяет добиться высоких результатов при пайке. За счет применения специального материала резистивного слоя, устройства этой серии выдержи-

вают 1 млн рабочих циклов и могут использоваться в качестве датчиков позиционирования.

Серия PVG5. Закрытая конструкция обеспечивает повышенную надежность изделия при воздействии факторов внешней среды. Многооборотная система настройки позволяет точно выставить требуемый параметр. Выпускается в двух модификациях (с ори-

Таблица 2. Основные сферы применения подстроечных резисторов Murata

Сфера применения	Подстроечный резистор				
	PVZ2 PVZ3	PVA3 PVS3	PVG3 PVG5	PV36 PV37	PVC6
Банкоматы		#	#	#	#
Видеокамеры	#	#	#		
CD-плеер		#	#		
CD-ROM/R/RW		#	#		
Радиоприемники	#				
Радиотелефоны	#	#			
Кварцевые фильтры			#	#	
DVD	#	#	#		
Система впрыска топлива				#	#
FDD	#	#			
GPS	#	#	#		
MD-плеер	#	#			
Измерительные приборы	#	#	#	#	#
Медицинская аппаратура	#	#	#	#	#
Мобильные телефоны	#				
Базовые станции мобильной связи			#	#	
Модемы	#	#			
Персональные компьютеры	#	#			
Радиостанции	#	#	#	#	
Источники питания		#	#	#	
Принтеры	#	#	#	#	
Сенсоры	#	#	#	#	
TV-приемники	#				
W-LAN	#	#	#		
Профессиональные видеокамеры	#	#	#	#	
TFT-LCD	#	#		#	
Магнитофоны	#	#			
Кабельное TV	#	#			
CRT- дисплей			#		#

зонтальной и вертикальной регулировкой) и имеет компактные размеры корпуса.

Серия PVZ2. Имеет сверхмалые размеры корпуса (высота 1,0 мм). Наличие позолоченных выводов позволяет достичь высочайшего качества пайки. Токосъемник имеет крестообразную форму, что значительно облегчает процесс настройки. В этой серии подстроечных сопротивлений Murata не используется пластиковых деталей. Это дает возможность паять резисторы при более высокой температуре, что позволяет отказаться от использования свинцовосодержащих припоев и повысить безопасность процесса промышленного производства.

Серия PVG3. Устойчивая работа этой серии достигнута конструкторами благодаря применению специального закрытого корпуса, который защищает резистор от пыли и жидкости. Широкое и глубокое отверстие ротора обеспечивает легкость регулировки. Кроме того, серия позволяет выдерживать тепловые перегрузки, возникающие при пайке.

Серия PV32. Выпускается в 6 различных модификациях, как с горизонтальной, так и с вертикальной регулировкой ротора. Диаметр корпуса — 6 мм. Серия является отличной заменой отечественного резистора СП3-19.

Серия PVM4. Имеется несколько модификаций, предназначенных для поверхностного монтажа. Серия является изолированной и имеет крестообразную форму ротора токосъемника, облегчающую процесс настройки. Размер корпуса 4 мм.

Серия PV12. Выводные многооборотные керметные резисторы. Имеют небольшие размеры корпуса (7,6 мм). Выпускаются в нескольких модификациях с вертикальной и горизонтальной регулировкой.

Серия PV36. Многооборотный выводной резистор. Имеет закрытый корпус, размер — 9,5 мм.

Основные сферы применения

Подстроечные резисторы являются неотъемлемым элементом радиоэлектронных схем и широко применяются в радиоэлектронной аппаратуре различного назначения, область охвата практически безгранична. Рассмотрим основные сферы применения подстроечных резисторов фирмы Murata (табл. 2).

Анализируя данные (табл. 2), видим, что наиболее универсальными моделями являются серии PVZ2, PVZ3; PVA3 и PVS3, одинаково подходящие для использования как в цветных ЖК-мониторах, проигрывателях DVD, системах проводной и беспроводной связи, так и в малошумящих усилителях и т. д.

Универсальность этих серий обеспечивается, прежде всего, наличием широкого диапазона сопротивлений, способом монтажа (SMD) и габаритными размерами корпуса.

Более специализированными, но также широко применяемыми, являются резисторы серий PVG3, PVG5; PV36, PV37 и PVC6.

Область их использования — медицинские и измерительные приборы, источники питания, копировальные аппараты, денежно-счетные машинки и некоторые другие. Специфичность их применения обусловлена наличием закрытого корпуса и способностью работать в аппаратуре, использующей повышенные рабочие напряжения и токи.

Аналоги

Было бы ошибочно считать компанию Murata единственным производителем подстроечных резисторов. Рассматривая эти компоненты, мы не могли не затронуть продукцию и других мировых производителей, успешно работающих в этой области. К ним можно от-

Таблица 3. Импортные аналоги подстроечных резисторов Murata

	Murata	Rohm	Bourns	BI Tech	Vishay Sfernice	Vishay Spectrol
Серия элементов						
SMD открытый	PVZ2A	MVR22				
	PVZ3A	MVR32 MVR34	3303			
	PVZ3K		3303C			
	PVA3	MVR32 MVR34	3303W			
	PVS3	MVR32 MVR34	3303W			
SMD закрытый	PVG3		3313, 3314	22A, 22B, 23A	TS3, TS5YJ	
	PVM4		3313, 3314, 3324, 3374	23	TS53YJ	
	PVG5		3214, 3224	44	TSM53	5W, 5X
выводной	PV01		3269	84	TS6, TS63	
	PVC6		3323, 3362, 3329, 3386	25, 62, 72, 82	T5, T53, T73	63, 75, 76
	PV36		3290, 3296, 3299	67, 68	T9, T93	64
	PV37		3260, 3262, 3266	64	T6, T63	74
	PV23		3006, 3009	89	T18	43
	PV12		3339			

нести таких «монстров» электронной промышленности, как Rohm, Copal, Bourns, BI Tech, Vishay (табл. 3).

Рассматривая рынок отечественной продукции, можно отметить, что промышленность выпускает огромное количество типов переменных резисторов и основная проблема заключается в том, что подобрать аналог из всего этого многообразия не всегда удается. Информация о наиболее близких аналогах дана в табл. 4.

Таблица 4. Отечественные аналоги подстроечных резисторов Murata

Murata	Отечественный аналог	Примечания
PV12	СП5-168А	не строгое соответствие
PV23	СП5-14	керметный-проволочный
PVC6E, H	СП3-19Б	
PV32H	СП3-19А	
PV36W	СП5-2ББ	керметный-проволочный
PV36P	СП5-2	керметный-проволочный

Наборы для разработчиков

Специально для разработчиков радиоэлектронной аппаратуры фирмой Murata выпускаются наборы подстроечных резисторов — так называемые Design KIT (табл. 5).

Таблица 5. Наборы для разработчиков

Код для заказа	Содержимое
PVZ2KTA1	8 номиналов PVZ2A
PVZ3KTA1	8 номиналов PVZ3A
PVZ3KTK1	8 номиналов PVZ3K
PVS3KT01	8 номиналов PVS3
PVA3KT01	8 номиналов PVA3
PVG3KTA1	8 номиналов PVG3A
PVG3KTK1	8 номиналов PVG3G
PVM4KTA1	8 номиналов PVM4A***A01
PVM4KTB1	8 номиналов PVM4B***B01
PVG5KTA1	8 номиналов PVG5A
PVG5KTH1	8 номиналов PVG5H

Все данные предоставлены компанией Murata.