

# Высокостабильные тонкопленочные чип-резисторы фирмы Phusomr

**Новые высокостабильные тонкопленочные чип-резисторы фирмы Phusomr, входящей в группу Yageo, прекрасно удовлетворяют жестким требованиям, предъявляемым к современной электронике, особенно цифровой и высокочастотной аппаратуре. Выпускаемые с типоразмерами корпуса до 0402, эти резисторы имеют все преимущества тонкопленочной технологии: малое отклонение сопротивления от номинала, низкий и стабильный температурный коэффициент сопротивления (ТКС) и отличные рабочие характеристики на высоких частотах.**

**Михаил Крюков**

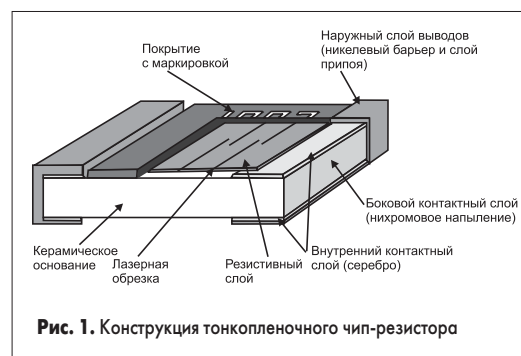
sales@dialectrolux.ru

Конструкция тонкопленочного резистора показана на рис. 1. В отличие от печатного метода изготовления резисторов, применяемого при производстве толстопленочных резисторов, тонкопленочные резисторы изготавливаются с помощью напыления на керамическое основание слоя проводящего материала (обычно нихромовой пленки). Благодаря технологии напыления основание покрывается однородной, очень тонкой пленкой (толщина ее составляет около 50 нм) с очень малым отклонением сопротивления от номинала (до 0,1%) и исключительно низким ТКС (до 25 ppm/K). Такого низкого ТКС удается достичь вследствие того, что нихромовая пленка очень устойчива к изменениям окружающей температуры. Это резко контрастирует с толстопленочными резисторами, резистивная паста которых содержит серебро, что приводит к тому, что ТКС у этих резисторов составляет 50 ppm/K и выше. Графики ТКС толстопленочных и тонкопленочных резисторов представлены на рис. 2.

Кроме того, новые тонкопленочные резисторы фирмы Phusomr имеют низкие паразитные параметры, низкий уровень электрических шумов и отличные рабочие характеристики на высоких частотах. Все это позволяет использовать эти резисторы в раз-

личной высокочастотной и цифровой аппаратуре, включая телекоммуникационное оборудование, системы электронной обработки данных (EDP), компьютерную и цифровую бытовую технику.

Размеры тонкопленочных резисторов значительно меньше, чем у аналогичных толстопленочных резисторов. Тонкопленочные резисторы с отличными рабочими характеристиками могут использоваться в измерительном и испытательном оборудовании, портативных компьютерах, датчиках подушек безопасности и в системе управления двигателем автомобиля.

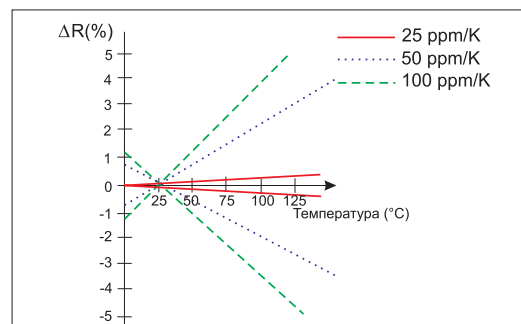


**Рис. 1.** Конструкция тонкопленочного чип-резистора

**Таблица 1.** Основные параметры тонкопленочных резисторов фирмы Phusomr

Параметры	Значения
Типоразмеры корпуса	1206, 0805, 0603, 0402
Диапазон номинальных сопротивлений	
корпус 1206	10 Ом...1 МОм
корпус 0805	10 Ом...1 МОм
корпус 0603	10 Ом...330 кОм
корпус 0402	10 Ом...100 кОм
Допуск	1%, 0,5%, 0,25%, 0,1%
Уровень электрических шумов	обычно 0,1 мкВ/В (см. рис. 3)
ТКС	50 ppm/K, 25 ppm/K

Примечания. Стандартный ряд сопротивлений тонкопленочных резисторов — E96, под заказ — E192. Резисторы с меньшим отклонением от номинала и более низким ТКС поставляются под заказ.



**Рис. 2.** Стандартный тонкопленочный резистор имеет ТКС около 25 ppm/K, что существенно меньше, чем у толстопленочного резистора (50 ppm/K)

Таблица 2. Общее сравнение тонкопленочной и толстопленочной технологий

Тонкопленочные резисторы	Толстопленочные резисторы
Резистивный слой напыляется	Резистивный слой наносится методом печатного монтажа
Однородная резистивная пленка	Резистивная паста с гранулами
Резистивный материал с низким уровнем потерь и высокой стабильностью параметров	Стандартный резистивный материал
Низкие паразитные параметры	Высокие паразитные параметры
Высокая стабильность на высоких частотах, низкий уровень шумов	Резонанс параллельного контура (резонанс токов)
Малая высота (low-profile)	Высота больше, чем у тонкопленочных резисторов
Малые отклонения сопротивления от номинала	Стандартные отклонения сопротивления от номинала
Высокая плотность размещения в электронном оборудовании	Ограниченная плотность размещения в электронном оборудовании

Таблица 3. Сравнение свойств и характеристик тонкопленочных и толстопленочных резисторов

Параметры	Тонкопленочные резисторы	Толстопленочные резисторы
Стандартная точность	0,1%, 0,5%	1%, 5%
ТКС	25 ppm/K	100... 250 ppm/K
Стабильность	отличная	хорошая
Рабочие характеристики на высоких частотах	отличные	хорошие
Уровень шумов	низкий (см. рис. 3)	средний
Воздействие 3-й гармоники (нелинейность)	малое	среднее
Отклонение сопротивления от номинала в зависимости от срока службы (life drift)	0,1%	0,5%
Отклонение сопротивления от номинала в зависимости от колебания температуры (temperature drift)	0,1%	0,2%
Стабильность после: <ul style="list-style-type: none"> <li>• работы в течение 1000 ч</li> <li>• кратковременной перегрузки</li> <li>• резкого изменения температуры</li> <li>• воздействия тепла и влаги</li> <li>• перегрева</li> </ul>	(0,5% + 0,05 Ом) (0,5% + 0,05 Ом) (0,5% + 0,05 Ом) (0,5% + 0,05 Ом) (0,5% + 0,05 Ом)	(0,5% + 0,1 Ом) (0,5% + 0,05 Ом) (0,5% + 0,05 Ом) (1,0% + 0,05 Ом) (0,5% + 0,05 Ом)
Сопротивление изоляции	10 <sup>4</sup> МОм	10 <sup>3</sup> МОм
Сопротивление в условиях влажности	(0,5% + 0,05 Ом)	(2% + 0,1 Ом)

**Преимущества тонкопленочной технологии**

Сравнение толстопленочной и тонкопленочной технологий изготовления чип-резисторов приведено в табл. 2 и 3.

На рис. 3 показаны графики зависимости уровня электрических шумов от величины сопротивления для тонкопленочных и толстопленочных резисторов. При сопротивлении приблизительно до 10 кОм уровень шумов остается почти постоянным, а затем начинает возрастать. Тем не менее, уровень электрических шумов у тонкопленочных резисторов существенно ниже, чем у их толстопленочных аналогов (более чем на порядок).

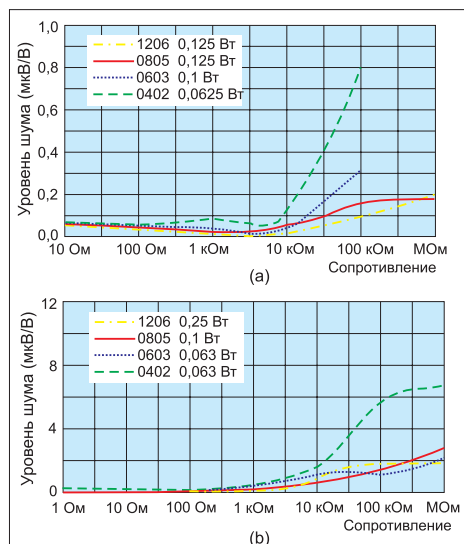


Рис. 3. Стандартный график зависимости уровня электрических шумов от сопротивления для тонкопленочных (а) и толстопленочных (б) резисторов

**Применение тонкопленочных резисторов**

Превосходные рабочие характеристики тонкопленочных резисторов дают возможность использовать их в различных областях современной электроники.

Основными областями применения тонкопленочных резисторов являются:

- 1) Системы электронной обработки данных:
  - принтеры;
  - материнские платы компьютеров;
  - серверы;
  - сканеры.
- 2) Промышленное электрооборудование:
  - конвертеры (преобразователи DC/DC);
  - испытательное и измерительное оборудование.
- 3) Телекоммуникационное оборудование:
  - радиостанции;
  - системы защиты информации (доступа).
- 4) Автомобильная электроника:
  - система подушек безопасности;
  - система подачи топлива.
- 5) Бытовая техника:
  - аудиоусилители;
  - системы настройки радиочастот (тюнеры);
  - жидкокристаллические дисплеи (ЖКД).

**Использование тонкопленочных резисторов в цепях питания микропроцессоров**

Ведущие производители микропроцессорной техники, такие, как фирма Intel, проектируют источники питания компьютеров таким образом, чтобы избежать или ограничить возможность появления неисправностей компьютера. Intel предлагает применять 2 типа

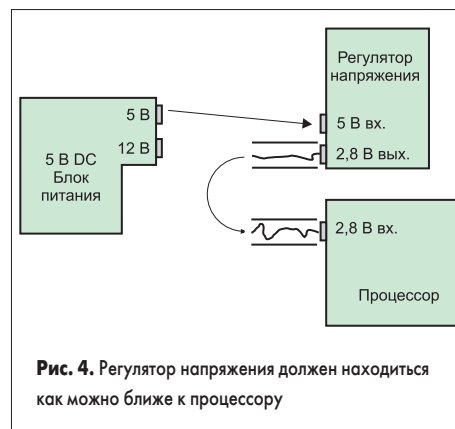


Рис. 4. Регулятор напряжения должен находиться как можно ближе к процессору

регуляторов напряжения питания микропроцессора: линейный и импульсный.

Большинство персональных компьютеров имеют блоки питания, преобразующие напряжение сети (220 В переменного тока) в постоянное напряжение 5 В или ниже. Это напряжение должно соответствовать требованиям данных требований, между блоком питания компьютера и процессором устанавливается регулятор напряжения, который защищает процессор от возникающих в цепи питания помех. Регулятор напряжения устанавливается в непосредственной близости от процессора (рис. 4).

Линейные регуляторы напряжения использовать выгоднее, чем импульсные, потому что, несмотря на более низкий КПД и большую по сравнению с импульсными рассеиваемую мощность, они быстрее реагируют на изменения нагрузки, на них требуется меньше компонентов, и они дешевле.

Однако для стабилизации выходного напряжения у регуляторов обоих типов всегда используются прецизионные резисторы обратной связи (рис. 5). В качестве таких резисторов удобно применять тонкопленочные чип-резисторы фирмы Rhysomp.

Современные процессоры Pentium фирмы Intel требуют входного напряжения 3 В с максимальной пульсацией до 3% (30 мВ). Однако пульсации напряжения в цепи питания могут превышать этот предел, например, при сильных изменениях нагрузки и условий окружающей среды, и резисторы обратной связи в этом случае служат для сглаживания и снижения изменений питающего напряжения. Для обеспечения максимального отклонения напряжения от номинального уровня не более 3% резисторы должны иметь отклонение от номинала (до

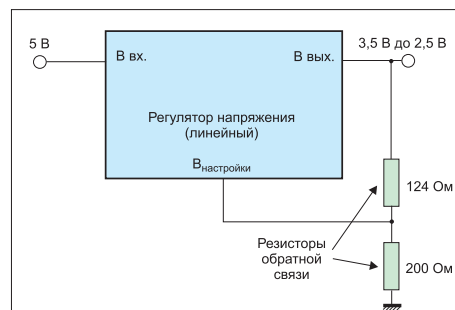


Рис. 5. Типичный пример цепи регулятора напряжения

**Таблица 4.** Сравнение работы тонкопленочных и толстопленочных резисторов в цепи обратной связи регулятора напряжения в цепи питания процессора Pentium

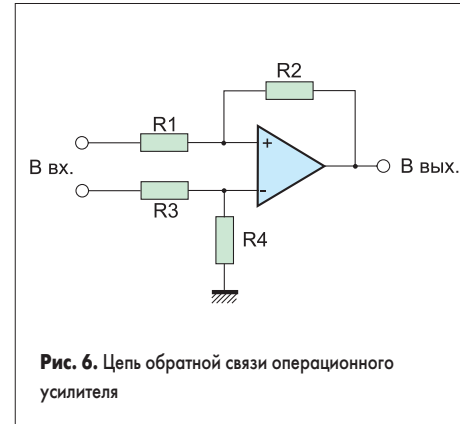
Параметры	Тонкопленочные резисторы		Толстопленочные резисторы	
	Единый резистор	Делитель напряжения	Единый резистор	Делитель напряжения
Допуск	0,1%	0,2%	0,5%	1%
Life drift	0,1%	0,05%	0,5%	1%
Temperature drift	0,1%	0,05%	0,2%	0,4%
Суммарное отклонение	0,3%	0,3%	1,2%	2,4%

пуск) не более 0,3%. Тонкопленочные резисторы фирмы Phusomp соответствуют этому требованию.

В таблице 4 показана точность тонкопленочных и толстопленочных резисторов в цепях питания процессоров Pentium. Сравнение показывает явное преимущество тонкопленочных резисторов, как в составе делителя напряжения, так и в простой цепи обратной связи с одним чип-резистором.

**Применение тонкопленочных резисторов в схемах обработки сигналов**

Тонкопленочные резисторы фирмы Phusomp с их очень низким уровнем электрических шумов идеально подходят для использования в цепях обратной связи операционных усилителей (ОУ), например, в схемах обработки сигналов.



**Рис. 6.** Цепь обратной связи операционного усилителя

Стандартный ОУ в схеме обработки сигналов обеспечивает независимое от нагрузки выходное напряжение и защищает входной сигнал от влияния нагрузки. Низкий уровень электрических шумов является главным требованием к ОУ, так как это определяет качество выходного напряжения  $U_{\text{вых}}$ . (рис. 6).

Уровень шумов на выходе ОУ определяет не только качеством работы самого усилителя, но и резисторами обратной связи. На высоких частотах и при большом сопротивлении уровень шумов тонкопленочного резистора примерно в 100 раз ниже уровня шумов толстопленочного резистора. При стандартном входном напряжении 2 В и уровне шумов 10 мкВ/В (для толстопленочного резистора) шум на выходе ОУ будет составлять 2 мВ. При тех же условиях при использовании тонкопленочных резисторов с уровнем шумов 0,1 мкВ/В на выходе ОУ уровень шума будет не более 0,02 мВ. ■