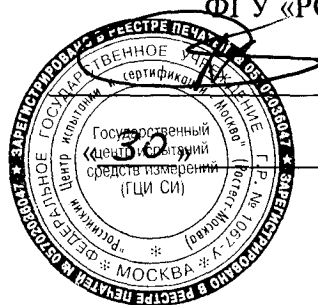


ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ГЦИ СИ
Заместитель генерального директора
ФГУ «РОСТЕСТ - Москва»

А. С. Евдокимов



12 2009 г.

Тензорезисторы на основе тонких пленок TML	Внесены в Государственный реестр средств измерений Регистрационный № 43174-09 Взамен
---	--

Выпускаются по технической документации фирмы «Tokyo Sokki Kenkyujo Co. Ltd.», Япония.

НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Тензорезисторы на основе тонких пленок, выпускаемые фирмой «Tokyo Sokki Kenkyujo Co. Ltd.», Япония под торговой маркой TML (далее по тексту - тензорезисторы), предназначены для измерений деформаций поверхности в деталях машин и конструкций в различных отраслях науки, промышленности и строительстве при воздействии статических и динамических нагрузок.

Тензорезисторы могут быть использованы в качестве чувствительного элемента в тензометрических датчиках различного назначения при измерениях различных физических величин (удлинения, силы, давления).

Тензорезисторы являются тонкопленочными термокомпенсированными изделиями, выполненными на специальных подложках и предназначены для разовой наклейки.

ОПИСАНИЕ

Принцип действия тензорезисторов основан на свойстве проводников изменять электрическое сопротивление при изменении их геометрических размеров (при деформации). Коэффициент изменения сопротивления проводящего слоя тензорезистора пропорционален величине измеряемой деформации с учетом определенной постоянной.

Конструктивно тензорезисторы состоят из чувствительного элемента — металлического резистивного слоя заданной толщины, напыленного на диэлектрическую подложку. Чувствительный элемент тензорезисторов выполнен способом тонкопленочной технологии на основе композиций Cu-Ni или Ni-Cr. От воздействия внешних факторов окружающей среды чувствительный элемент тензорезисторов защищен пленочным слоем непроводящего материала (протекторная защита).

Конструктивная конфигурация тензорезисторов: одноэлементные (одинарные); многоэлементные (многослойные розетки); исполнение для специального применения. Особенностью тензорезистивных розеток является расположение двух, трех или более чувствительных элементов на одной подложке под определенными углами (45°, 90°, 120°, 180°). Подобное конструктивное исполнение позволяет проводить измерения деформации сдвига или измерять деформацию объекта в двух и более осевых направлениях, совпадающих с главными осями тензорезисторов.

В зависимости от сочетаний материалов: подложки, чувствительного элемента, слоя протекторной защиты, а также в зависимости от количества отдельных тензорезистивных слоев, собранных в электрическую схему на одной подложке, выпускаются несколько групп с большим количеством модификаций тензорезисторов торговой марки TML.

Специфика номенклатуры тензорезисторов, выпускаемых под торговой маркой TML, отражена в маркировке, включающей 7 групп символов, которые отражают конструктивные особенности тензорезисторов, а также условия их применения:

[I] [II] - [III] [IV] - [V] - [VI] - [VII].

Группа [I] – буквенные индексы в этой группе символов определяют тип, к которому принадлежит тензорезистор. Выпускаются следующие типы тензорезисторов:

- F/CCF/EF – тензорезисторы общего применения, в том числе для сборки в цепи нескольких тензорезисторов на одной подложке;
- UF – тензорезисторы общего применения;
- WF – тензорезисторы во влагозащищенном исполнении;
- PF – тензорезисторы в виде плоских пленок с подложкой из сложных полиэфиров;
- P – тензорезисторы в виде проводников круглого сечения с подложкой из сложных полиэфиров;
- FLM/WFLM – тензорезисторы с металлической подложкой;
- MF – тензорезисторы для применения в магнитных полях;
- PM/PMF – тензорезисторы специальной формы в корпусе с подложкой из сложных полиэфиров;
- YEF/YF/YUF – тензорезисторы в виде плоских пленок, работающие за пределами текучести;
- PMFLS/SSM – тензорезисторы для применения в среде асфальтов;
- LF – тензорезисторы для использования на низкоэластичных поверхностях;
- PFLW/PLW – тензорезисторы длительной работы на древесине;
- GF – тензорезисторы для использования на низкоэластичных поверхностях;
- UBF/BF – тензорезисторы для использования на поверхностях из композитных материалов;
- CEF – тензорезисторы для использования при измерениях в широком температурном диапазоне;
- CF – тензорезисторы для использования при измерениях в криогенном температурном диапазоне;
- QF/ZF – тензорезисторы для использования при измерениях в диапазоне повышенных температур;
- SF – тензорезисторы для использования при повышенных напряжениях в исследуемых образцах;
- AW – тензорезисторы для использования при измерениях в герметичных сварных соединениях;
- BTM – тензорезисторы для использования при измерениях деформации вдоль оси в болтовых резьбовых соединениях;

- ВТМР – тензорезисторы для использования при измерениях усилий вдоль оси в болтовых резьбовых соединениях;
- FGMH – тензорезисторы для использования при измерениях деформации на магнитных поверхностях;
- DD – тензорезисторы для использования при измерениях растяжений и изгибов поверхностей исследуемых объектов;
- FАС – тензорезисторы для использования при измерениях развития трещин;
- TF – тензорезисторы для использования при измерениях температуры.

Группа [II] – буквенные индексы в этой группе символов указывают на конструктивное исполнение резистивных металлических слоев тензорезистора. Слои могут иметь следующие варианты конструктивного исполнения:

- L/LA/LK/LX/LG/BX/BY – вариант исполнения с одним резистивным металлическим слоем;
- C/CA/CAL/LC/CS/CB/CM/CMX/CMY – вариант исполнения с двумя резистивными металлическими слоями;
- R/LR/RA/RAL/RAS/RS – вариант исполнения с тремя резистивными металлическими слоями;
- XV/YV/BXV/BYV – вариант исполнения с пятью резистивными металлическими слоями, расположенными соосно;
- XX/YX – вариант исполнения с десятью резистивными металлическими слоями, расположенными соосно;
- CV – вариант исполнения с наложением пяти резистивных металлических слоев с пересечением в ортогональных координатах;
- CT – вариант исполнения со специальным наложением резистивных металлических слоев для измерений крутящего момента силы;
- LT – вариант исполнения с наложением резистивных металлических слоев с пересечением в координатах 45°.

Группа [III] – цифровой индекс в этой группе обозначений указывает на величину длины базы тензорезистора в единицах - мм.

Группа [IV] – буквенные индексы этой группы указывают:

- A/B – вариант исполнения для использования при измерениях деформаций среза;
- T – вариант исполнения со встроенной термопарой.

Группа [V] – цифровой индекс в этой группе обозначений указывает на величину сопротивления резистивного слоя в единицах - Ом.

Группа [VI] – цифровой индекс в этой группе указывает величину температурного коэффициента линейного расширения материала резистивного слоя в единицах - ppm/°C (ppm=млн⁻¹). Этот индекс присутствует в обозначении в случае выпуска термокомпенсированных тензорезисторов.

Группа [VII] – буквенно-цифровой индекс в этой группе указывает на материал и конструктивное исполнение проволочных гибких выводов тензорезистора:

- 002LE – двухпроводный вывод в полиимидной изоляции длиной 20 мм;
- 005LE – двухпроводный вывод в полиимидной изоляции длиной 50 мм;
- 1L – двухпроводный вывод в виниловой изоляции длиной 1 м;
- 3L – двухпроводный вывод в виниловой изоляции длиной 3 м;
- 1LS – двухпроводный вывод в виниловой изоляции экранированный длиной 1 м;
- 5L – двухпроводный вывод в виниловой изоляции длиной 5 м;
- 3LT – трехпроводный вывод в виниловой изоляции длиной 3 м;
- 5LT – трехпроводный вывод в виниловой изоляции длиной 5 м.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Обозначение типа тензорезистора	Размеры резистивного слоя, мм		Номинальное сопротивле- ние, Ом	Диапазон изменяемых деформаций, мдн ⁻¹ (штм)	Чувствитель- ность при нормальных условиях	СКО чувствитель- ности при нормальных условиях, не более	Часовая погрешность при нормальных условиях, не более, %	СКО часовой погрешности при нормальных усло- виях, не более, %	Часовая погрешность при максималь- ной температуре, е, %	СКО часовой погрешности при максималь- ной температуре, не более, %	Максималь- ные значения ТХС в рабочей области значений температу- ры, мкОм/ Ом·°С	Пределы СКО ТХС в рабочей области значений температу- ры, мкОм/ Ом	Диапазон рабочих температур, °С	Диапазон температур- ной самоком- пенсации, °С
	длина	ширина												
F/CF/EF	0,2÷30	0,7÷4,6	120 (60, 350, 1000)	±50000	2,0	0,02	2	1	5	3	10,8 мкОм/ Ом·°С	430÷650	-20÷+80	+10÷+80
UF	0,2÷5	0,7÷2	120 (350)	±50000	2,0	0,02	2	1	5	3	10,8	430÷1900	-20÷+150	+10÷+100
WF	3÷6	1,7÷3,2	120 (350)	±30000	2,0	0,02	2	1	5	3	10,8	220÷650	0÷+80	+10÷+80
PF	10÷30	0,9÷2,3	120	±20000	2,0	0,02	2	1	5	3	10,8	430÷650	-20÷+80	+10÷+80
P	60÷120	1	120	±20000	2,0	0,02	2	1	5	3	10,8	430÷650	-20÷+80	+10÷+80
FLM/W/FLM	30÷60	0,5÷0,7	120	±5000	2,0	0,02	2	1	5	3	10,8	430÷650	-20÷+80	+10÷+80
MF	2÷60	0,1÷0,5	350	±10000	2,0	0,02	2	1	5	3	10,8	430÷650	-20÷+80	-
PM/PMF	50÷120	1	120	-	2,0	0,02	2	1	5	3	10,8	430÷650	-20÷+60	-
YEF/YF/YUF	2÷20	1,8÷2,6	120	±150000/ ±200000/ ±300000	2,0	0,04	2	1	5	3	10,8	430÷650	-20÷+80	-
PMFLS/SSM	10÷60	0,9	120	-	2,0	0,02	2		5	3	10,8	430÷650	-20÷+60/ -20÷+80	-
LF	10	3,1	120	±30000	2,0	0,02	2	1	5	3	10,8	430÷650	-20÷+80	+10÷+80
PFLW/PLW	10÷60	1÷2,3	120	±20000	2,0	0,02	2	1	5	3	10,8	430÷650	-20÷+80	+10÷+80
GF	3÷6	1,7÷2,9	120 (350)	±30000	2,0	0,02	2	1	5	3	10,8	430÷650	-20÷+80	+10÷+80
UBF/ВF	0,3÷5	0,9÷1,9	120	±30000	2,0	0,04/0,02	2	1	5	3	10,8	430÷1900	-20÷+200	+10÷+80
CEF	1÷6	0,5÷1	120	±10000	2,0	0,02	2	1	5	3	10,8	3100÷1900	-269÷+200	-269÷+80

	Размеры резистивного слоя, мм																			
CF	1÷6	1,3÷2,2	350	±10000	2,0	0,02	2	1	5	3	10,8	3100÷650	-269÷+80	-196÷+80						
	0,2÷6/ 1÷6	0,5÷4,6/ 0,5÷3,2	120 (60, 350, 1000)	±3000/ ±10000	2,0	0,02	2	1	5	3	10,8	430÷1900/ 430÷3000	-20÷+200/ -20÷+300	+10÷+200/ +10÷+100						
SF	4	3	120	-	-	-	-	-	-	-	10,8	430÷1900	-20÷+200	+10÷+100						
AW	2÷8	-	120 (60, 350)	±5000, ±6000, ±10000	1,5	0,1	5	5	1	10	7,2	1600÷5600	-196÷+800	+10÷+800						
BTM	1÷6	0,7÷1	120	±5000	2,0	0,02	-2	1	5	3	10,8	320÷650	-10÷+80	-						
BTMP	1÷6	0,7÷1	120	-	2,0	0,02	-2	1	5	3	10,8	320÷650	-10÷+80	-						
FGMH	6	2,2	120	-	2,0	0,02	2	1	5	3	10,8	320÷650	-20÷+80	-						
DD	3	2,9	350	±1500	2,0	0,02	-2	1	5	3	10,8	320÷540	-10÷+70	-						
FAC	43	25	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-20÷+80	-						
TF	2÷8	1,9÷3,5	60 (120)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-20÷+200	+10÷+80						

ЗНАК УТВЕРЖДЕНИЯ ТИПА

Знак утверждения типа средств измерений наносится на титульный лист паспорта типографским способом.

КОМПЛЕКТНОСТЬ

В комплект поставки входят:

Наименование	Количество
Тензорезисторы	- модификация, типоразмер, количество, в соответствии с заказом
Упаковка	- 1 штука
Паспорт	- 1 экземпляр (на партию)
Руководство по эксплуатации и инструкция по наклейке	- 1 экземпляр (на партию)
Клей	- по отдельному заказу

ПОВЕРКА

Первичную поверку тензорезисторов осуществляют в соответствии с документом «Тензорезисторы на основе тонких пленок TML. Методика первичной поверки», утвержденным ФГУ «Ростест - Москва» в декабре 2009 г.

Основное поверочное оборудование:

- прибор комбинированный цифровой типа ЦЦ-300, верхние пределы диапазонов измерений сопротивлений 100 Ом, 1 кОм, 10 кОм, 100 кОм, 1 МОм, 10 МОм, 100 МОм. Погрешность измерений $\pm(0,1+0,02 \cdot (R_k/R_x-1))$, где R_k – верхний предел диапазона измерений; R_x – значение измеряемой величины;
- тераомметр типа E16-13, $(10 \div 10^{12})$ Ом, погрешность измерений $\leq 2,5\%$;
- установка калибровочная с балками постоянного сечения, нагружаемыми по схеме чистого изгиба;
- усилитель измерительный многоканальный DRA-30A, ± 10 мВ/В, погрешность измерений $\pm (0,002 \cdot K + 3 \text{ е.м.р.})$ – при статических измерениях.

Межповерочный интервал – подлежат поверке только при выпуске из производства.

НОРМАТИВНЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

ГОСТ 8.543-86 ГСИ. Государственная поверочная схема для СИ деформации

ГОСТ 21616-91 Тензорезисторы. Общие технические условия.

Техническая документация фирмы «Tokyo Sokki Kenkyujo Co. Ltd.».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тип «Тензорезисторы на основе тонких пленок TML» утвержден с техническими и метрологическими характеристиками, приведенными в настоящем описании типа, метрологически

обеспечен при выпуске из производства согласно государственной поверочной схеме.

ИЗГОТОВИТЕЛЬ:

фирма «Tokyo Sokki Kenkyujo Co. Ltd.», Япония
8-2, Minami – Ohi 6-Chome, Shinagawa-Ku, Tokyo
140-8560, Japan

Адрес московского
представительства фирмы:

ООО «Японские измерительные технологии»
Юридический адрес:
115114, г. Москва, Даниловская наб., д. 4А корп. 7
Тел.: (495) 971-84-13, факс: (495) 781-75-04
ИНН 7725648641
КПП 772501001
Р/С 40702810000100070410
в АКБ «РОСЕВРОБАНК» (ОАО) г. Москва
К/С 30101810800000000777
БИК 044585777

От имени фирмы «Tokyo Sokki
Kenkyujo» Co. Ltd.»

Генеральный директор
ООО «Японские измерительные технологии»

Демидов О.А.

