

ПРЕЦИЗИОННЫЕ ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ДАТЧИКИ НА ОСНОВЕ ПЛЕНОЧНЫХ ХАЛЬКОГЕНИДНЫХ НАНОСТРУКТУР AS(GE)SE<CU> И GATE<TL>

В.Я.Когай, Е.В.Александрович, А.Ч.Хан

Институт Прикладной механики УрО РАН, 426067, г. Ижевск, ул. Т. Барамзиной, 34, Россия
E-mail: alexan@udmnet.ru

В тонкопленочных структурах на основе халькогенидных стеклообразных полупроводников (ХСП) обнаружены уникальные фотоэлектрические, оптические и физико-химические свойства, что находит широкое применение в практической деятельности.

Целью настоящей работы являлось получение резистивных чувствительных элементов (ЧЭ) для термодатчиков, имеющих линейные рабочие характеристики, высокие чувствительность и точность измерения температуры.

Тонкопленочные наноструктуры As(Ge)Se<Cu> и GaTe<Tl> получены вакуумным термическим испарением. Они являются высокочувствительными к внешним воздействиям, например к температуре, что позволяет использовать их в качестве миниатюрных ЧЭ прецизионных датчиков. Управляемое введение заданной концентрации меди и таллия в ХСП позволяет изменять сопротивление ЧЭ в диапазоне $10\text{-}10^8\text{ Ом}$.

ЧЭ, выполненный по планарной технологии, имеет габаритные размеры $5.0 \times 2.0 \times 0.5$ мм. Методом фотолитографии на ситалловой подложке марки СТ50-1 сформировали электроды, представляющие собой трехслойные металлические пленки Cr - Cu - Ni. Активные элементы As(Ge)Se<Cu> и GaTe<Tl> наносили в межэлектродный зазор 0.2×0.2 мм² в вакууме 10^{-3} Па. Для измерения электрического сопротивления ЧЭ использовали универсальный вольтметр Щ68003. Точность измерения электрического сопротивления ЧЭ составляла 0.1 %. Температуру в диапазоне $-70 - +200^\circ\text{C}$ измеряли термопарой медь-константан с точностью $\pm 0.1^\circ\text{C}$. Для температурных датчиков были выбраны ЧЭ с линейными характеристиками R(T).

Для отображения информации на цифровом дисплее датчика разработана электронная схема (рисунок 1).

Преобразование сопротивления ЧЭ в период колебаний автогенератора осуществлялось с помощью усовершенствованного классического таймера DA1 (DA1-классический таймер NEC555), главный узел которой показан на рисунке 1.

Период колебаний автогенератора DA1 приближенно описывается выражением:

$$(1)$$

где R_1 -сопротивление ЧЭ в Ом, C_1 – емкость частото задающего конденсатора в Ф. Отсюда

$$R_1 = \frac{T}{1.4 \cdot C_1} \quad (2)$$

Из электронной схемы (рисунок 1) видно, что ЧЭ в стационарном режиме развязан по постоянному току. Смещение электрического сигнала возникает только из-за входного тока автогенератора DA1 (КМОП версия DA1 имеет входной ток ~ 20 нА.). Внутренняя структура автогенератора устроена таким образом, что его период колебаний не зависит от температуры кристалла DA1 и напряжения питания. Поэтому влиянием автогенератора на ЧЭ пренебрегли. Из-за высокой чувствительности ЧЭ данная схема обеспечивает точность измерения температуры равную 0.1°C .

Для дальнейшего увеличения точности измерений температуры электронную схему автогенератора усовершенствовали (рисунок 1b), что позволило скомпенсировать его

нелинейность. В электронную схему ввели дополнительные элементы R_2 и R_3 с известными значениями сопротивлений. Для взаимной компенсации влияния ключей S_1-S_3 их сопротивления выбрали одинаковыми между собой и много меньше, чем значения сопротивлений R_1-R_3 . В этом случае сопротивление ЧЭ описали выражением:

$$(3)$$

где a, b, c – коэффициенты, определяемые параметрами схемы.

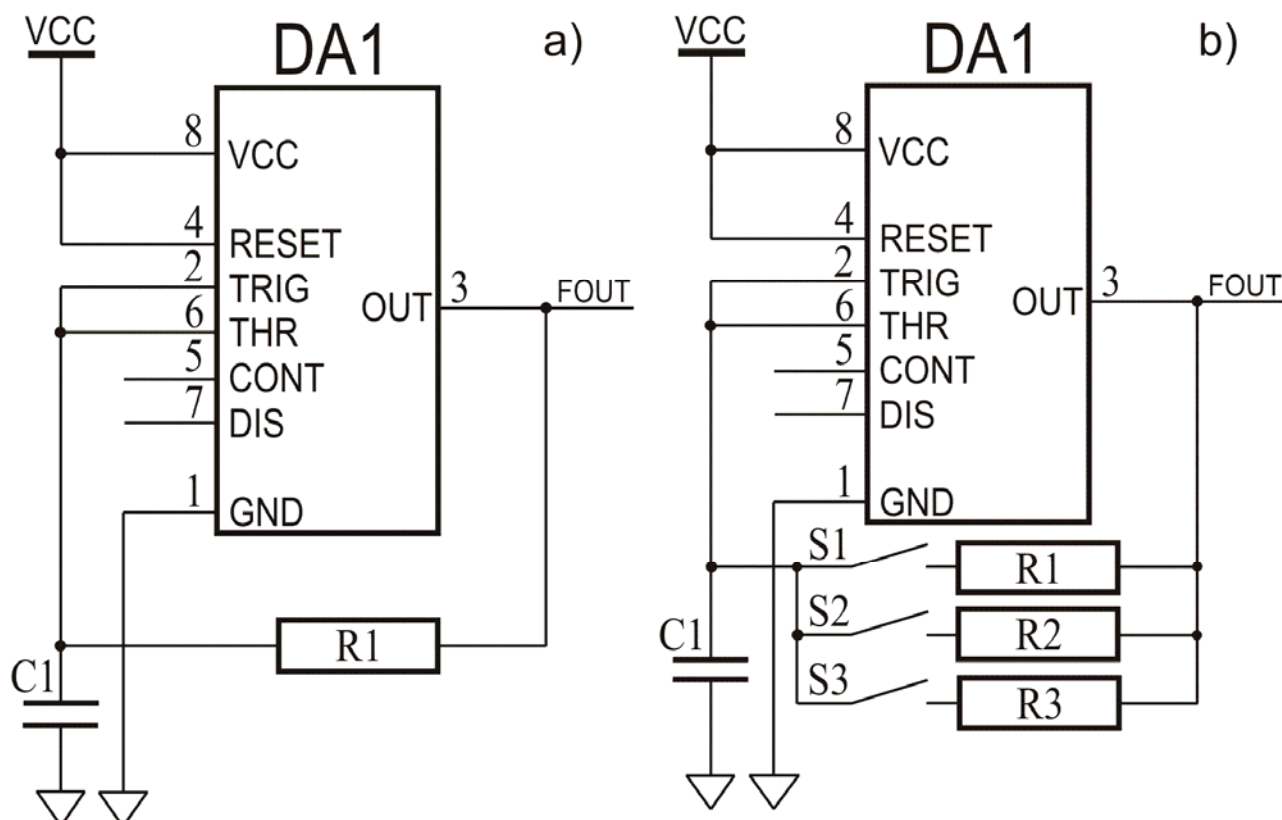


Рисунок 1. Схема преобразователя сопротивления ЧЭ в период колебаний автогенератора DA1: а) развязка ЧЭ по постоянному току; б) компенсация нелинейности автогенератора. Ключи S_1-S_3 – 5П14.3А (240 Ом), R_2 – МТ1/4W50KDM (50 кОм \pm 5%), R_3 – МТ1/4W100KDM (100 кОм \pm 5%).

Подключение ЧЭ по предложенной электронной схеме позволило развязать его по постоянному току, тем самым, предотвратив самонагрев и деградацию пленочной наноструктуры. Точность измерений температуры при этом составила 0.01°C .

Разработанные температурные датчики имеют следующие технические характеристики:

- диапазон температур, $^\circ\text{C}$	$-70 \div +120$	$+120 \div +200$
- потребляемый ток, А	$5 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-6}$
- чувствительность ЧЭ, В/ $^\circ\text{C}$	$20 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$
- потребляемая мощность, Вт	$10^{-7} \div 10^{-5}$	$10^{-7} \div 10^{-5}$
- точность измерений температуры, $^\circ\text{C}$	0,01	0,01
- габаритные размеры ЧЭ, мм	$5 \times 2 \times 0.6$	$5 \times 2 \times 0.6$