

ПОЛИМЕРНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ МЭМС-ДАТЧИКОВ ТЕМПЕРАТУРЫ

Студент гр. 11310120 Довгаль М. И.¹

Кандидат техн. наук, доцент Мельникова Г. Б.²,
академик, д-р техн. наук, профессор Чижик С. А.^{1,2}

¹Белорусский национальный технический университет,

²ГНУ «Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси», Минск, Беларусь

Актуальность использования полимерных материалов обусловлена их высокой функциональностью. Модификация полимерных материалов нанокompозитами позволяет изменить их свойства в зависимости от прикладной задачи.

Целью работы является анализ полимерных покрытий, используемых для МЭМС-датчиков температуры.

Для МЭМС-датчиков анализа температуры используются: платина, никель, медь, оксид алюминия и др. Одним из перспективных типов являются полимерные покрытия, что обусловлено повышением термо-чувствительности, точности, воспроизводимости результатов.

На основании проведенного анализа научной литературы показано, что одним из часто используемых полимеров является полиметилметакрилат (ПММА).

В работе [1] показано, что покрытия ПММА толщиной 5,2 мкм и 6,5 мкм в диапазоне температур от 26° до 80° характеризуются средней температурной чувствительностью 312,5 пм / °С и 257,0 пм / °С, соответственно.

Применение покрытия толщиной 10 мкм, которое состоит из полимерной керамики с наполнителем SiCN и наночастиц TiB₂, ZrB₂ и SiC, позволило уменьшить сопротивление тонкой пленки с повышением температуры и продемонстрировало хорошую воспроизводимость при температурах от комнатной до 800° в воздушной среде. Температурный коэффициент сопротивления в этом же диапазоне составляет от $\approx -0,53\%$ / К до $\approx -0,18\%$ / К [2].

Для улучшения характеристик МЭМС-датчика использовали покрытие из полимерной керамики SiAlCN (карбонитрид кремнезема и алюминия). Показано, что сопротивление головки потенциометрического датчика монотонно уменьшается с ростом температуры окружающей среды. При температуре до 830 °С демонстрирует хорошую повторяемость при однонаправленных, так и при двунаправленных изменениях температуры. Датчик с данным покрытием обладает высокой точностью и воспроизводимостью и может применяться в условиях высоких температур [3].

Для изменения модуля упругости использовали покрытие из ПММА с наночастицами диоксида кремния [4]. Увеличение концентрации наночастиц SiO₂ приводит к возрастанию локальных значений модуля упругости от 439,9 до 860,4 МПа. Нагревание пленки до 140° вызывает снижение модуля упругости до 390 МПа, что обусловлено размягчением полимера и переходом в вязкотекучее фазовое состояние.

Таким образом, полимерные покрытия ПММА с наночастицами являются перспективным материалом для применения в МЭМС-датчиках температуры, из-за их высокой функциональности.

Литература

1. High sensitivity temperature sensor based on Fresnel reflection with thermosensitive polymer: control of morphology and coating thickness / T. Salunkhe [et al.] // Jpn. J. Appl. Phys. – 2020 – P. 1–7.
2. Polymer-derived ceramic thin-film temperature sensor / C. Zaifu [et al.] // Sensors and Actuators A: Physical. – 2021. – Vol. 332, Part 1.
3. Temperature sensor made of polymer-derived ceramics for high-temperature applications / R. Zhao [et al.] // Sens. Actuator-Phys. – 2014. – № 219. – P. 58–64.
4. Термомеханические свойства ленгмюра–блоджетт пленок полиметилметакрилата с наночастицами диоксида кремния / Г. Б. Мельникова [и др.]. – Полюкомтриб, 2022. – С. 103–111.