

УДК 681.586

ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ ГИБКИЙ ЕМКОСТНОЙ ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

Студент гр. 11310119 Антонов М.С.

Ассистент Козлова Т.А

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

При разработке датчиков давления используют различные механизмы преобразования, такие как: пьезоэлектрические, емкостные, пьезорезистивные, трибоэлектрические и тензорезистивные. Емкостные датчики давления получили широкое распространение благодаря своим преимуществам. Простоте изготовления, дешевизне, высокой чувствительности и замечательной устойчивости к окружающей среде. К недостаткам емкостных сенсоров следует отнести высокую нелинейность выходного сигнала, наличие паразитных емкостей и более высокую по сравнению с тензорезистивными сенсорами чувствительность к электромагнитным наводкам.

Среди различных структур и морфологий наиболее распространенные емкостные датчики давления состоят из диэлектрического чувствительного материала, зажатого между двумя проводящими металлическими слоями. Чувствительность этих устройств очень высока и зависит от материалов диэлектрического слоя [1].

Часто в качестве диэлектрических материалов используют эластомерные или каучуковые материалы, такие как полидиметилсилоксан (PDMS), Ecoflex и полиуретан (PU). Это связано с их хорошей термической и химической стабильностью, эффективными диэлектрическими свойствами, биосовместимостью и превосходными механическими свойствами подвергаться обратной деформации. Для реализации высокопроизводительного емкостного датчика давления, использующие эти диэлектрические материалы, обычно применяются следующие методы:

- 1) введение микроструктуры, такие как пирамиды, столбы или морщины в эластомерный или диэлектрический материал;
- 2) использование нановолокна или диэлектрические материалы с пористой структурой;
- 3) развитие композиционных диэлектрических материалов с включением наполнителей таких как углеродные нанотрубки, серебряные нанопроволоки и т. д., к эластомеру матрицы.

Например, емкостные датчики давления с использованием структуры PDMS продемонстрировал повышение чувствительности ($0,6-2 \text{ кПа}^{-1}$), в 60 раз больше, чем плоские аналоги PDMS ($0,01-0,016 \text{ кПа}^{-1}$) при низком давлении области ($0-2 \text{ кПа}$). Хотя чувствительность повысилась, диапазон рабочего давления этой микроструктуры на основе емкостного датчик давления был ограничен. Альтернативно электронные наполнители, такие как углеродные наноструктуры, графен, нанопластинки, серебряные нанопроволоки, наночастицы с высокой диэлектрической проницаемостью и т. д., встраиваются в эластомерную матрицу для улучшения чувствительности наряду с широким диапазоном рабочего давления. Так же, пьезоэлектрические наноматериалы, такие как наночастицы ZnO, включен в композитный материал для улучшения чувствительности. Однако равномерное распределение наполнителя внутри эластомерной матрицы для воспроизводимых характеристик обнаружения очень сложно достичь [2].

Литература

1. Микроэлектронные сенсоры давления / Н.П. Криворотов [и др.] // Вестник Томского государственного университета. – 2005. – № 285. – С. 139–147.
2. Tripathy, A.R. Polymer matrix composite engineering for PDMS based capacitive sensors to achieve high-performance and broad-range pressure sensing / A.R. Tripathy // Applied Surface Science Advances. – 2021. – Vol. 3. – P 100062.