

УДК 617.57+611.77

ЭЛЕКТРОННАЯ КОЖА В НАНОСТРУКТУРЕ «ЯДРО-ОБОЛОЧКА»

Студент гр. 11307220 Едало Е. И.

Кандидат техн. наук, доцент Монич С. Г.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Кожа человека – это сложная сенсорная система, которая улавливает внешние раздражители и передает информацию в мозг. Она выполняет функцию терморегуляции за счет увеличения или уменьшения теплоотдачи. Реологические свойства кожи зависят от структуры и свойств компонентов [1].

Электронная кожа, реагирующая на силу, влажность и температуру, представлена путем объединения пьезоэлектрического оксида цинка (ZnO) и гидрогеля этиленгликоля дивинилового эфира в наноструктуре ядро-оболочка.

Сенсоры, подобные коже, состоят из множества чувствительных к прикосновению участков, называемых тактильными пикселями, которые могут измерять более одного свойства. В природе тактильное распознавание, то есть обнаружение признаков объекта, таких как текстура поверхности, осуществляется большим количеством свободных нервных окончаний, чувствительных к механическим раздражителям. Психофизические исследования показали, что предельное пространственное разрешение кончиков пальцев человека составляет порядка 1 мм. В норме кожа испытывает многоосевые силы и ряд угловых и линейных движений в разных местах тела [2]. Эта неоднородность в движениях и напряжениях кожи указывает на необходимость оптимизации датчиков в искусственных кожных покровах и протезах для конкретных мест. Для обнаружения давления и силы в наиболее распространенных методах используются пьезоэлектрические, пьезорезистивные или емкостные датчики. В то время как пьезоэлектричество ZnO обеспечивает чувствительность к внешней силе, терморективность ядра гидрогеля обеспечивает чувствительность к изменениям окружающей температуры и влажности. Ядро гидрогеля оказывает механическое напряжение на оболочку ZnO, что преобразуется в измеримый пьезоэлектрический сигнал [3].

Гибкий сенсор, реагирующий на множественные стимулы (сила, влажность и температура) может быть сконструирован как массив вертикальных наностержневых пикселей. Таким образом, датчик реагирует на воздействие в зависимости от местоположения. Эта конструкция позволяет создать модель электронной кожи, где активный слой состоит из массива наностержней ядро-оболочка, состоящих из гидрогелевого ядра. Таким образом, изменения температуры и влажности в окружающей среде воспринимаются ядром, которое в результате набухает. Набухание гидрогеля механически напрягает оболочку ZnO, и, в свою очередь, генерируется измеримый ток/заряд из-за его пьезоэлектрической природы [4]. Концепция реализуется с использованием биосовместимых материалов в упрощенной конструкции, которая обеспечивает чувствительность к множеству стимулов с высоким пространственным разрешением, что является необходимым условием для эффективной электронной кожи.

Литература

1. Epidermal keratinocytes as the forefront of the sensory system // Wiley Online Library [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1600-0625.2006.00529.x>. – Дата доступа: 27.02.2023.
2. Дженкинс, У. Л. Методы психологии // John Wiley & Sons Inc, 1948. – P. 250–267.
3. Influence of annealing temperature on the structural, optical and mechanical properties of ALD-derived ZnO thin films / C. Y. Yen [et al.] // Applied Surface Science, 2011. – Vol. 257, iss. 17. – P. 7900–7905.
4. Initiated chemical vapor deposition of thermoresponsive poly(N-vinylcaprolactam) thin films for cell sheet engineering / Bora Lee [et al.] // Acta Biomaterialia, 2013. – Vol. 9, iss. 8. – P. 7691–7698.