

ТЕНЗОДАТЧИКИ В МЕДИЦИНЕ

М.И.АЛИЕВ, А.А.ХАЛИЛОВА, Д.Г.АРАСЛЫ, Р.Н.РАГИМОВ

*Институт Физики НАН Азербайджана
Az 1143, г.Баку, пр.Г. Джавида, 33*

В конструкции амортизирующего стельки-супинатора использовано разработанное нами динамометрическое устройство с тензорезистором на основе полупроводникового эвтектического композита.

Нано- и микрокомпозиционные материалы обладают целым рядом необычных и практически важных свойств, делающих их чрезвычайно перспективными объектами как для фундаментальных, так и для прикладных исследований. Среди многочисленных композитов эвтектические композиты полупроводник-металл занимают особое место.

Использование таких полупроводниковых эвтектических композитов как чувствительных элементов в тензорезисторах устраняет недостатки металлических (низкий коэффициент тензочувствительности) и полупроводниковых тензорезисторов (выраженный гистерезис, большой температурный коэффициент тензочувствительности и хрупкость). Их использование дает возможность получить большой сигнал, позволяет повысить быстродействие и точность измерений, исключает необходимость дополнительных схем и устройств для термокомпенсации. Наряду с этим их достоинством является сочетание свойств полупроводника и металла и возможность управления их свойствами под воздействием внешних факторов: электрических и магнитных полей, света, температуры, деформации и др.

Известно, что направленная кристаллизация соединений элементов III-V группы при определенных концентрациях 3d-переходных элементов приводит к образованию эвтектических композитов, в полупроводниковой матрице которых располагаются параллельно ориентированные металлические включения. Анизотропия, обнаруженная при исследовании кинетических коэффициентов, является одним из основных характеристических особенностей этих композитов [1-3]. Наличие равномерно распределенных и ориентированных игл металлической фазы в полупроводниковой матрице обуславливает некоторые специфические особенности тензоэффекта в таких композитах. В этих гетерогенных структурах имеется система контактов полупроводник-металл и их деформация должна вести к изменению контактного сопротивления фаз. При образовании эвтектического сплава ослабевают межатомные взаимодействия и уменьшается энергия связи валентных электронов, обусловленная существенным перераспределением зарядовых электронных плотностей вблизи атомов всех компонентов на границе фаз, что оказывает существенное влияние на все кинетические эффекты, в том числе и на тензоэффект. С другой стороны, эвтектические сплавы обладают высокими механическими свойствами, обусловленными сочетанием высокой прочности одного компонента с игольчатостью другого, играющего роль вязкой матрицы и препятствующего хрупкому разрушению кристалла, проявляют большую пластичность и ползучесть, чем его компоненты. Улучшенные механические свойства позволяют производить механическую обработку при меньших потерях, не допускают ухудшения параметров при вибрационных и температурных нагрузках.

Практически любая современная силоизмерительная система имеет в своей основе тензодатчик. Как известно, пьезокварцевые и виброчастотные датчики не выдерживают конкуренции с тензодатчиками на основе полупроводниковых

соединений и рассматриваемых нами эвтектических композитов по надежности и независимости от условий окружающей среды. По этим причинам полупроводниковые тензодатчики находят широкое применение в машиностроении, нефтяной промышленности и в авиации, при контроле состояний несущих конструкций, архитектурных сооружений, мостов, строительных кранов, в медицине и т.д. как самые надежные, точные и технологичные из всех видов датчиков.

Как известно, в медицине тензодатчики широко используются в приборах для измерения артериального давления. Это инвазивный метод, дающий большую точность (погрешность менее 0,1мм.рт.ст.) и непрерывную картинку измерения давления. Он широко используется в хирургических и прикроватных мониторах и является референсным для проверки других методик.

Широко используются тензорезисторы в пикфлоуметрах – приборах для измерения пиковой скорости выдоха, т.е. максимальной скорости воздушного потока при форсированном выдохе, что особенно важно знать для определения степени тяжести заболевания бронхиальной астмой и контроля эффективности лечения.

Созданные нами тензорезисторы на основе эвтектического композита GaSb-FeGa_{1.3} (ИАП-1) совместно с кафедрой травматологии и ортопедии Института

усовершенствования врачей им.А.Алиева (Рис.1). были использованы при создании амортизирующего стельки-супинатора с полупроводниковым тензометрическим устройством при лечениях переломов стопы

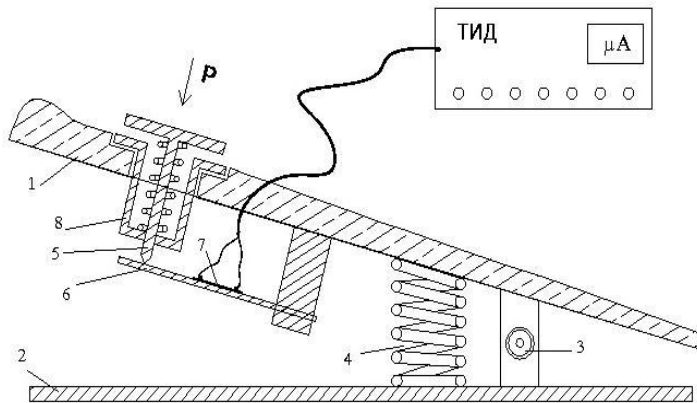


Рис.1.

Супинатор с полупроводниковым тензометрическим устройством.
1 - платформа, 2 - опорная платформа, 3 - шарнирная связка, 4- цилиндрическая пружина, 5 - шток, 6 - упругая консольная балка, 7 - тензорезистор, ТИД (тензометрический измеритель давления)- электронно – регистрирующий прибор.

Как известно, переломы пяточной кости хорошо срастаются, но полная разгрузка стопы при наложении гипсовой повязки приводит к развитию нейродистрофических нарушений и большому проценту инвалидности. Разработанная конструкция амортизирующего стельки-супинатора состоит из двух частей: 1- платформа, полностью повторяющая анатомическую форму стопы, 2- опорная платформа. Обе части соединены шарнирной связкой (3) и цилиндрической пружиной (4), создающей амортизирующий эффект. Это разгружает задний отдел стопы, переводя нагрузку на ее передний, что позволяет всей стопе участвовать в движении с уменьшенной нагрузкой на поврежденную пятку. Однако, это устройство не дает возможность количественно определить насколько разгружена пятка. Для количественной оценки нагрузки на поврежденную пятку к основной платформе (1) было приспособлено специально разработанное нами динамометрическое устройство, чувствительным элементом которого является полупроводниковый тензорезистор на основе эвтектического композита GaSb-FeGa_{1.3}. Коэффициент тензочувствительности тензорезисторов – 40, сопротивление – 70 Ом, температурной коэффициент -0,2%/К, предельно допустимая деформация - 10⁻³ отн.ед [4].

Принцип работы заключается в следующем: усилие P с помощью штока (5) передается упругой пластине (6). При $P=80\text{кг}$ шток смещается на 4мм. В зависимости от величины смещения и допустимой деформации полупроводникового тензорезистора ($1\cdot 10^{-3}$ отн.ед.) была изготовлена основная часть устройства – упругая пластина (6) в виде консольной балки из стали. Полупроводниковый тензорезистор наклеивался на консольную балку клеем ВЛ-931 и полимеризовался согласно инструкции клея. Готовая консольная балка (6) с тензорезистором (7) закреплялась на супинаторе и подключалась к электронно-регистрирующему прибору ТИД, который состоит из блока питания, усилителя, моста постоянного тока и микроамперметра. Предварительно стелька-супинатор с тензодатчиком в гипсовывался в наложенную на больную конечность гипсовую повязку с моделированием стопы. Нагрузка на пятку определялась при ходьбе и не превышала 10% собственного веса больного. Была проведена тарировка устройства и установлено, что погрешность не превышает 5%.

Таким образом, использование предложенного устройства дает возможность минимально нагрузить поврежденную пятку при ходьбе, определить ее величину и тем самым предупредить не только развитие травматического плоскостопия, но и нейродистрофические процессы, часто сопровождающие переломы костей стопы.

1. M.I.Aliyev, A.A.Khalilova, D.H.Arasly, R.N.Rahimov, M.Tanoglu, L.Ozyuzer, *J,Phys.D: Appl. Phys.*, **36** (2003) 2627.
2. M.I.Əliyev, A.Ə.Xəlilova, D.H.Araslı, R.N.Rəhimov, M.Tanoğlu, L.Özyüzər, *Fizika*, **13** №4 (2007) 8.
3. M.I.Aliyev, D.H.Arasly, R.N.Rahimov, A.A.Khalilova, I.Kh.Mammadov, R.Mjabbarov, *Transactions of Azerbaijan Academy of Sciences, Series of Physical-mathematical and Technical sciences, Physics and Astronomy*, **XXVII** №2 (2007) 72.
4. M.I.Aliyev, A.A.Khalilova, D.H.Arasly, R.N.Rahimov, M.Tanoglu, L.Ozyuzer, *Appl.Phys.:A*, **79** № 8 (2004) 2075.

TENZOÇEVİRİCİLƏR TİBB SAHƏSİNDƏ

M.İ.ƏLİYEV, A.Ə.XƏLİLOVA, D.H.ARASLI, R.N.RƏHİMOV

GaSb-FeGa_{1,3} yarımkeçirici evtektik kompozit əsaslı tenzomüqavimətlə təchiz olunmuş dinamometrik qurğu amortizasiya edici supinator - içliklərin konstruksiyasında istifadə olunmuşdur.

THE TENSORESISTORS IN MEDICINE

M.I.ALIYEV, A.A.KHALILOVA, D.H.ARASLY, R.N.RAHIMOV

The dynamometric device with the tensor resistor of GaSb-FeGa_{1,3} semiconductor eutectic composition has been used in the construction of the damping sock with a supinator.