

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ БАТАРЕИ В СИЛОВОМ КАРКАСЕ С ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ПЕРЕХОДАМИ

Кулиев А.З., Алескеров Ф.К., Кахраманов К.Ш., Набиева С.А., Багиров С.Г.

НПО “Селен” НАНА, Баку, Азербайджан
E-mail: aleskerov1941@gmail.com

В работе изложены конструктивные особенности термоэлектрической батареи с повышенной механической прочностью и надежностью, работающие с поджатием по рабочим поверхностям к теплообменным системам с цеолитовыми покрытиями. В конструкции такой термоэлектрической батареи предусмотрен каркас жесткости из теплоизоляционного материала, снабженный двумя диэлектрическими платами, на которые нанесены компаунды из смесей Al_2O_3 и цеолита.

Известны термоэлектрические батареи, установленные в сборный силовой каркас из текстолита, залитые эпоксидным компаундом. Установка данной ТБ в систему теплообмена производится через электроизолирующие прокладки, обладающие малым тепловым сопротивлением; при этом для обеспечения хорошей теплопередачи ТБ должны быть поджаты к системам теплообмена с определенным усилием. Необходимость приложения значительных усилий поджатия непосредственно к элементам для обеспечения эффективной работы ТБ при малом тепловом сопротивлении между рабочими поверхностями и теплообменными средами приводит к тому, что механические воздействия на преобразователь, в котором она используется, передается на элементы, изготовленные из механически непрочного полупроводникового материала, вызывая опасность выхода ТБ из строя.

Другой метод содержит теплопереходы в виде пластины, выполненной из алюминия, на стороне которой, обращенной к ТБ, нанесен электрохимическим способом оксидный слой и далее приклеена медная фольга. При изготовлении ТБ химическим травлением медной фольги получают металлический коммутационный рисунок, залуживают полученные таким образом коммутационные пластины и далее паяют к ним термоэлементы (ТЭ) с контактными столбиками. Однако и эта технология имеет недостаток, связанный в первую очередь с низкой механической прочностью и малым ресурсом работоспособности. Этот недостаток обусловлен тем, что хотя в ТБ теплопереход и выполняет при сборке роль силового каркаса, в устройстве ветви ТЭ оказываются под

сжимающей механической нагрузкой и при внешних воздействиях могут выйти из строя.

Наиболее технически совершенным является, предложенное нами устройство, содержащее ТЭ, силовой каркас в виде плоской кассеты с отверстиями для установки элементов и винтов крепления, коммутационные шины, жестко связанные с каркасом, и теплообменную систему.

На поверхности кассеты, обращенной к теплообменной системе, образованы участки слоя меди, по форме и размерам соответствующие расположению коммутационных шин. Полупроводниковые элементы установлены в отверстиях кассеты, а коммутационные шины припаяны одновременно к поверхности элементов и к залуженным участкам слоя фольгированного текстолита. После механической обработки рабочих поверхностей ТБ, она через электроизоляционные прокладки устанавливается в конкретный преобразователь на основе теплообменной системы. При этом прижим рабочей поверхности осуществляется крепежным элементом через отверстия, выполненные в кассете. В такой ТБ усилие поджатия, необходимое для создания хорошего теплового контакта действует на силовой каркас и далее на коммутационные шины, а ТЭ оказываются механически разгруженными. Ранее подобные устройства имели низкий ресурс работоспособности. Это связано с тем, что при длительной эксплуатации происходит нарушение плоскостности рабочей поверхности ТБ. При длительной эксплуатации механические напряжения, создаваемые в каркасе крепежными винтами, также ухудшают плоскостность рабочей поверхности, что приводит в итоге к существенному снижению выходных температурных и энергетических параметров ТБ. При плотной посадке элементов в отверстия кассеты зона наивысшей температуры в ТБ сдвигается по длине элемента в сторону холодных спаев на высоту, равную толщине кассеты, что также ухудшает выходные температурные и энергетические параметры ТБ. Все изложенное здесь свидетельствует о том, что повышение ресурса работоспособности ТБ является современной и актуальной задачей.

Для решения этой задачи силовой каркас ТБ изготовлен из сплава (дюралюминия) с высокой теплопроводностью и покрыт слоем электроизоляционного материала из смесей порошков (Al_2O_3 :50 вес.% - цеолита, 50 вес.%) и на ее стороне, обращенной к теплообменной системе, выполнена выемка для установки коммутационных шин глубиной, равной их толщине.

Цеолиты - это синтетические кристаллические алюмосиликаты, в каркасе которых кремний и алюминий находятся в тетраэдрической конфигурации, содержащие щелочные металлы. Строение цеолитов представлено системой регулярных каналов и сообщающихся плоскостей с размером пор от 0,3 до 1,0 нм в зависимости от типа цеолита. В ходе процесса адсорбции частицы другой компоненты диффундируют через поры и поверхности внутренних плоскостей, которые видны на атомно-силовом микроскопе (АСМ) – (см.рис.1). На этом рисунке дано АСМ – изображение в 3Д–масштабе: между нановыступами расположились нанопоры, обладающие уникальной селективностью адсорбции в зависимости от размеров частиц [1]. Нами был использован цеолит месторождения Газах (Азербайджан).

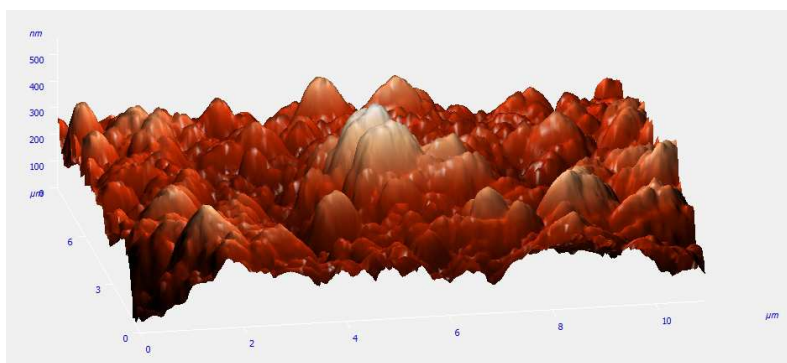


Рис. 1. 3Д–АСМ изображение цеолитовой поверхности.

Изготовление ТБ. Из специальных сплавов дюралюминия изготавливается кассета, (сверление отверстий выполняют по специальному «кондуктору»), далее кассету подвергают обработке для покрытия изоляций. В другом «кондукторе» осуществляют пайку выступа пластин. С помощью особого компаунда осуществляется вклеивание шин посредством третьего «кондуктора». После технологической обработки при 500К склеивающим компаундом, образованный таким образом силовой каркас для ТБ последовательно шлифуют по теплоконтактной плоскости и плоскости свободных торцов выступов. Затем залуживают торцы выступов и припаивают к ним полупроводниковые ветви разного типа проводимости, которую в свою очередь коммутируют по плоскости холодных спаев плоскими коммутационными шинами и шлифуют по второй рабочей плоскости.

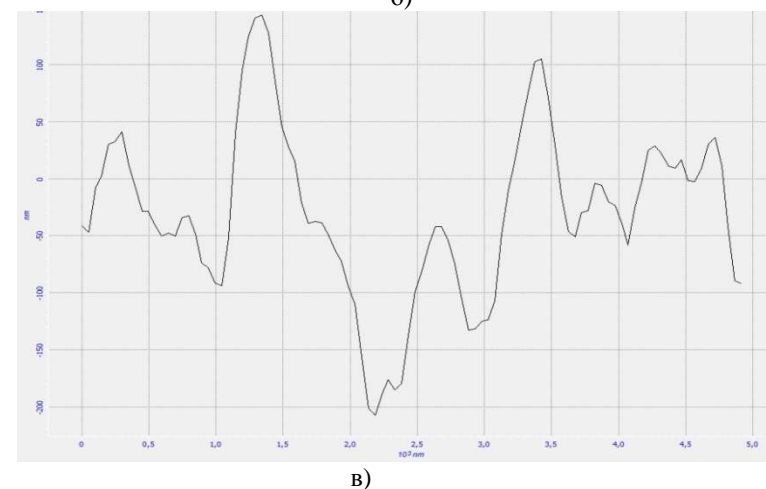
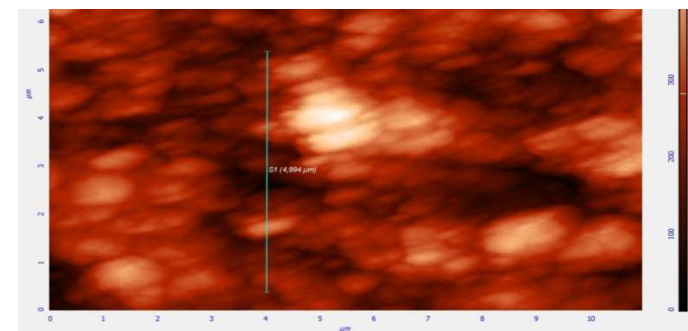
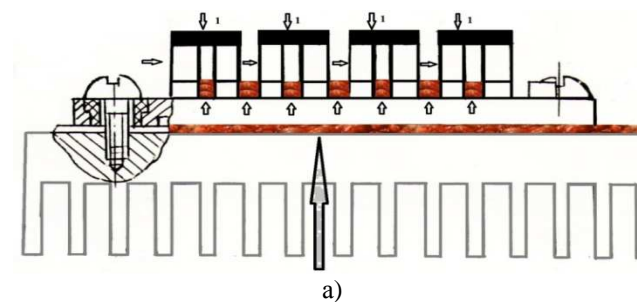


Рисунок 2. Схема термобатареи с диэлектрическими покрытиями из цеолита.

После установки ТБ через электроизолирующую прокладку на основание теплообменной системы заливают тонкий слой клея с наночастицами из цеолита.

В предложенной конструкции ТБ обеспечивается возможность создания достаточно больших усилий поджатия теплоконтактной плоскости горячих спаев к основанию теплообменной системы и соответственно гарантируется достижение минимально возможной в такой конструкции величины теплового сопротивления по наиболее напряженной в тепловом отношении плоскости контакта. При этом усилия поджатия замыкаются в силовом каркасе, а полупроводниковые ветви оказываются механически разгруженными.

Схема силового каркаса с ТБ, с системой теплосброса и диэлектрическими переходами дана на рисунке 2.

Таким образом, нам удалось добиться высокой надежности работы в условиях значительных механических воздействий при более высоких перепадах температур на ТБ и значительно удешевить технологию изготовления, избежав анодирования всего силового каркаса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ганбаров Д.М., Амиров С.Т. «Структурная химия цеолитов». Изд. «Элм», 2001. Стр. 240.