

На втором этапе анодирования начинает утоняться барьерный слой АОА, далее идёт локальное растворение слоя ванадия под каждой порой и формирование проникаемого канала к медному подслою (рисунок 2, а). Процесс растворения ванадия контролировали визуально, наблюдая за изменением цвета образца с серебристого (пористый оксид алюминия толщиной 1,5 мкм полностью прозрачный, плёнка ванадия серебристого цвета) на чёрный (нанопорошок меди с размером частиц менее 50 нм может быть чёрного цвета). При дальнейшем выдерживании образца при минимальном токе, происходит постепенное расширение канала в подслое ванадия, образец изменяет цвет с чёрного на тёмно-бурый, рыжий. На этом этапе подслоя ванадия полностью растворяется, и плёнка оксида алюминия отслаивается (рисунок 2, б).

Разработана методика формирования проникаемых структур с металлическим подслоем. Определены оптимальные условия равномерного анодирования плёнки алюминия и растворения барьерного оксидного слоя. Выявлены два основных этапа анодирования тонкоплёночной системы Al-V-Cu. Проведены электронно-микроскопические исследования созданных шаблонов. Полученные шаблоны могут быть использованы для последующего синтеза массивов нанопроводов из различных материалов.

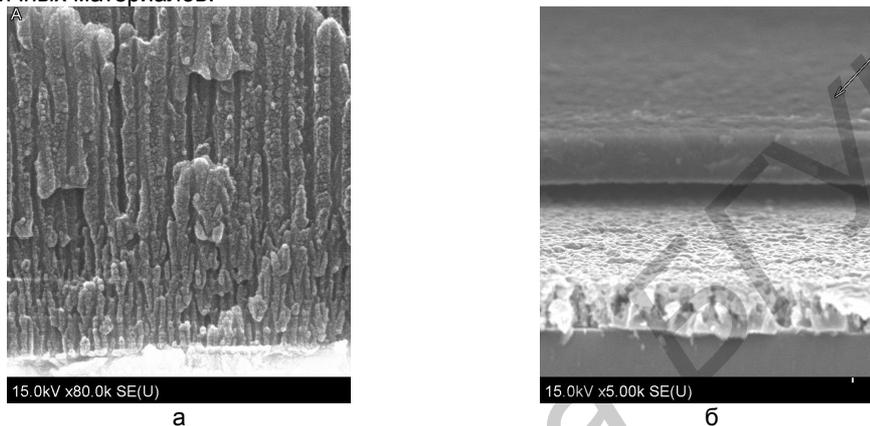


Рис. 2 – Поперечные сколы тонкоплёночной системы Al-V-Cu в различных точках кинетики анодирования

Список использованных источников:

1. Обухов, И. А. Нанопровод как активный элемент генератора СВЧ излучения / И. А. Обухов, Е. А. Смирнова // *Нано- и микросистемная техника*. – 2016. – Т. 18. – № 8. – С. 509 – 514.
2. Room temperature-synthesized vertically aligned InSb nanowires: electrical transport and field emission characteristics / Kuo [et al.] // *Nanoscale Research Letters* [Electronic resource] – 2013. – Mode of access: <http://www.nanoscalereslett.com/content/8/1/69>. – Date of access: 07.04.2017.
3. Синтез нанопроводов InSb в модифицированных матрицах анодного оксида алюминия / Горюх Г. Г. [и др.] // *СВЧ-техника и коммуникационные технологии: материалы 22-й Междунар. Крымск. конф., Севастополь, Украина, 10–14 сент. 2012 г.: в 2 т.* – М. [и др.], 2012. – Т. 2. – С. 655 – 658.
4. Плазмохимическое проявление резиста на основе аморфного оксида ванадия / Величко А. А. [и др.] // *Современные наукоемкие технологии*. – 2004. – № 2. – С. 50 – 52. – Режим доступа: <https://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=21624>.

ЭВОЛЮЦИЯ МОБИЛЬНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Республика Беларусь*

Назаренко М. С., Сарамбаев К. С.

Бычек И. В. – канд. техн. наук, доцент

Представлены этапы развития мобильных аккумуляторов. Показаны достоинства и недостатки каждого типа аккумуляторов. Рассмотрены перспективные разработки аккумуляторов для мобильных устройств.

Первый мобильный телефон, который можно было носить с собой, был представлен компанией *Motorola* в 1983 году. Аппарат весил 793 грамма и умел только совершать звонки [1]. Нынешние смартфоны – полноценные карманные компьютеры. Прогресс в этой области очевиден, но мало кто задумывается, что не меньший эволюционный путь проделали и батареи мобильных устройств. Разработчикам аккумуляторов приходится учитывать много различных параметров: емкость, скорость зарядки, надежность и безопасность, долговечность, размеры, легкость, дешевизна материалов. Наибольшее распространение получили четыре основных типа аккумуляторов.

Первое время в мобильных устройствах использовались никель-кадмиевые аккумуляторы. Катод в никель-кадмиевых аккумуляторах выполняется из никельсодержащих соединений с добавлением графитового порошка, анод – из кадмийсодержащих соединений, электролит – из смеси гидроксидов калия

и лития. Никель-кадмиевые батареи имеют ряд достоинств: большой ток заряда и, как следствие, небольшое время полной зарядки; большой ресурс (несколько тысяч циклов); возможность работы в широком диапазоне температур. К недостаткам таких аккумуляторов относятся сравнительно небольшая удельная ёмкость (45-65 Вт ч/кг), высокий саморазряд (около 10 % ёмкости в месяц), токсичность. Серьезной проблемой оказался так называемый «эффект памяти» (снижение ёмкости аккумулятора с течением времени).

В никель-металлогидридных аккумуляторах в качестве катода используется оксидно-никелевый электрод, в качестве анода – электрод из сплава никеля с редкоземельными металлами, поглощающий водород, **электролит** – гидроксид калия. Такие батареи менее токсичны, имеют большую ёмкость и меньший «эффект памяти» по сравнению с никель-кадмиевыми аккумуляторами. К недостаткам относятся высокий саморазряд и меньшее количество циклов перезарядки.

Наиболее популярными среди производителей мобильной техники являются литий-ионные аккумуляторы. Они обладают рядом достоинств: высокая ёмкость, низкий саморазряд, возможность выдерживать много циклов перезарядки, отсутствие «эффекта памяти». В литий-ионных аккумуляторах отрицательный электрод изготавливается из углеродных материалов, положительные электроды – из литированных оксидов кобальта или никеля и из литий-марганцевых шпинелей.

При разряде литий-ионного аккумулятора происходит деинтеркаляция лития из углеродного материала (на отрицательном электроде) и интеркаляция лития в оксид (на положительном электроде). При заряде аккумулятора процессы идут в обратном направлении. Следовательно, во всей системе отсутствует металлический литий, а процессы разряда и заряда сводятся к переносу ионов лития с одного электрода на другой. Схема работы литий-ионного аккумулятора представлена на рисунке.

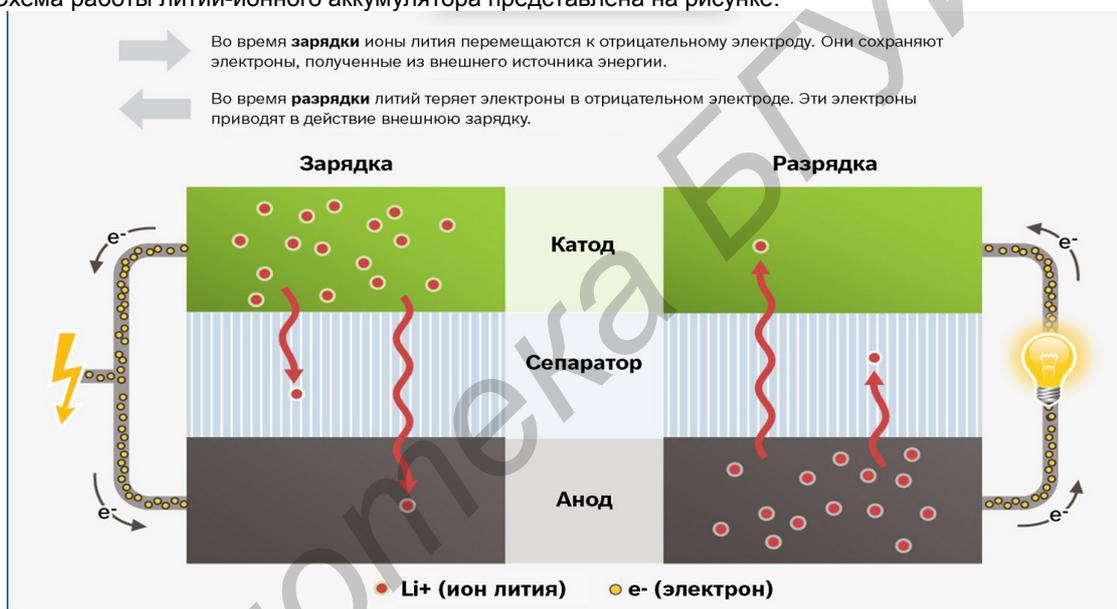


Рис. – Схема работы литий-ионного аккумулятора

Минусом литий-ионных аккумуляторов является способность воспламеняться при определенных условиях вследствие высокой химической активности лития.

Рядом достоинств обладают литий-полимерные аккумуляторы. Особенностью их конструкции является применение солей лития со специальным полимерным электролитом. Такие аккумуляторы не нуждаются в металлической оболочке для жидкого электролита и могут быть практически любой формы. Литий-полимерные аккумуляторы более безопасны и менее токсичны, а по стоимости, ёмкости, количеству циклов перезарядки не отличаются от литий-ионных.

На сегодняшний день подавляющее большинство смартфонов, планшетов, ноутбуков и прочих девайсов и гаджетов оснащается литий-ионными и литий-полимерными батареями, которые являются наиболее эффективными с точки зрения соотношения ёмкости, веса, количества циклов перезарядки и стоимости производства. Однако несмотря на все достоинства этих батарей, ученые продолжают вести поиск и разрабатывать новые аккумуляторные технологии. В настоящее время ведутся исследования сразу по нескольким направлениям: увеличению скорости заряда, срока службы и удельной ёмкости.

Одна из наиболее перспективных разработок – алюминий-ионный аккумулятор. Они абсолютно безопасны, таким батареям можно придать практически любую форму, а заряжаются они с невероятной скоростью – за минуту. Алюминиево-ионный аккумулятор способен выдержать до 7500 циклов перезарядки без потери ёмкости, что в 7 раз больше по сравнению с литий-ионными батареями. Однако они имеют свои минусы – небольшую энергоёмкость [2].

Другой тип аккумуляторов, работоспособность которых уже подтверждена научными исследованиями – литий-воздушные. Они имеют огромную удельную ёмкость – более 500 Вт ч/кг, но небольшой срок службы.

Разработаны серебряно-цинковые батареи. К достоинствам относятся достаточная ёмкость, они не воспламеняются и не взрываются, не загрязняют окружающую среду. Но эти аккумуляторы недолговечны и имеют небольшое количество циклов перезарядки.

Развитие технологий производства аккумуляторов для мобильных устройств не стоит на месте. Наверное, не стоит ждать, что в следующем году или даже через год случится революция в мире аккумуляторов, но вот чего ожидать точно стоит – постепенного улучшения их параметров, а, значит, и увеличения времени работы девайсов и гаджетов.

Список использованных источников:

1. Самый первый в мире мобильный телефон [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fb.ru/article/275239/samyiy-pervyyiy-v-mire-mobilnyiy-telefon>. – Дата доступа: 11.12.2016.
2. Эволюция аккумуляторов мобильных устройств [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.coultrury.com/blog/batteries-history/>. – Дата доступа: 11.12.2016.

БУДУЩЕЕ БИОПРОТЕЗИРОВАНИЯ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Республика Беларусь*

Масленкова Е.А., Амбражей В.В.

Позняк А.А. – канд. физ.-мат.наук, доцент

Кратко рассмотрено современное состояние протезирования утраченных конечностей, показанные недостатки современных протезов. Рассмотрены пути развития протезирования и перехода к различным видам биопротезирования.

Принцип работы современных функционально-косметических протезов основан на том, что хирург во время операции выводит сохранившийся двигательный нерв на остающуюся крупную мышцу. После заживления операционной раны, нерв может передавать двигательный сигнал. В процессе восприятия нервного импульса участвует сложная компьютерная программа, а для тактильных ощущений кости срачивают с титаном, датчики движений и чувств соединяют непосредственно с живым нервом.

Однако, помимо стоимости таких протезов, они еще обладают рядом минусов – это программное функционирование, основанное на том, что в процессе восприятия участвуют только датчики, соединенные с нервной системой человека. В случае сбоя программы, или другой неполадки, потребуется немало средств и хирургического вмешательства, чтобы их исправить. Функционально-косметические протезы хоть и могут выполнять осязательную функцию, однако этот процесс очень сложен и не позволяют человеку все так же чувствовать себя полноценным. Для этого необходима разветвленная нервная система, непосредственно, в ампутированной конечности.

Чтобы контролировать нервные импульсы в мышцах необходимо задействовать эффекторы и проприорецепторы с помощью межнейрональных синапсов. В синапсах идет передача возбуждения химическим путем, т. е. с помощью, заключенных в синаптической бляшке, медиаторов, и только в одном направлении. Одностороннее проведение возбуждения обеспечивает рефлекторную деятельность нервной системы, в основе которой лежит рефлекс. Это позволяет человеку полностью ощущать недостающую конечность. Чтобы осуществить связь между чувствительным и двигательным нейронами необходимо вставить один или несколько ассоциативных нейронов. В трехнейронной рефлекторной дуге возбуждение от рецептора поступает по дендриту чувствительного нейрона в его тело, далее по нейриту передается вставочному нейрону, от него – двигательному, и затем, по его нейриту – к эффектору действующего органа. Для того чтобы нервные импульсы от головного и спинного мозга поступали по эффекторам к необходимым группам мышц ноги, необходимо в правильном порядке соединить синаптические окончания, к примеру, латеральный и медиальный кожные нервы икры к заднему кожному нерву бедра. Давление тех или иных участков стопы в пол помогают задействовать определенные мышцы, тем самым подавая с помощью рецепторов сигнал через спинной мозг к головному, о том, что стопа касается пола. В дополнении с нервными импульсами, тактильно указывающими на то, что стопа коснулась пола, человек полностью осознает то, что он обладает конкретной конечностью.

Мышечная ткань, состоящая из микронитей фибрина с выращенными на них мышечными клетками, полностью заменяет икроножную мышцу, к которой с помощью аксонов присоединяются нервные волокна и с помощью нерастяжимых сухожилий присоединяется биоструктурированные имплант кости. В состав импланта входит гидроксилпатит с геномом человека, которому его вживляют. Это дает гарантию на то, что имплант не будет отторгнут. Так же гены того, кому вживляется данный протез, необходимы для выращивания мышечной ткани и нервных волокон, чтобы исключить возможность отторжения. Однако, генноструктурированные нервные волокна возможно заменить синтетическими, выполняющими функцию передачи нервных импульсов к мышцам для их дальнейшего сокращения. Волокна состоят из специальных полимеров, главными особенностями которых являются: длительное сохранение основных физико-механических свойств в условиях постоянного воздействия ферментативной системы живого организма и биологическая инертность, обуславливающая легкую адаптацию организма к имплантанту, проявляющуюся в его инкапсуляции. Наиболее успешно применяются полиакрилаты – полимеры на основе производных акриловой и метакриловой кислот для целей аллопластики. Полиакрилаты могут быть использованы в роли миерической оболочки аксона. Однако роль самого аксона в нервной клетке должен играть материал с высокой электропроводностью, чтобы обеспечивать быструю передачу импульса непосредственно к мышце, управление которой осуществляется с помощью большого числа мотонейронов. Передача импульса к