

сегодняшний день ведутся лицензионные переговоры с изготовителями камер для мобильных телефонов.

#### Литература

1. Commander, L. G. Variable Focal Length Microlenses / L. G. Commander, S. E. Day, D.R. Selviah // Optics Commnuications. – 2000. – vol. 177. – P. 157-170.
2. Zhang, D.-Y. Fluidic Adaptive Lens with High Focal Length Tunability / D.-Y. Zhang [et al.] // Applied Physics Letters. – 2003. – vol. 82. – P. 3171-3172.
3. Fluid focus lens. [Электронный ресурс] URL: <http://www.authorstream.com/Presentation/karthik122-1311269-fluid-focus-lensppt/>
4. Hendriks, B. H. W. Electrowetting-Based Variable-Focus Lens for Miniature Systems / B.H. W. Hendriks [et al.] // Optical Review. – 2005. – vol. 12(3). – P. 255-259.

УДК 621.311.6

### ИОНИСТОР

Чумаченко М.А., Волынец А.В.

Научный руководитель – Маркова Л.В., д.т.н., профессор

Ионистор – энергонакопительный конденсатор с органическим или неорганическим электролитом, обкладками в котором служит двойной электрический слой на границе раздела электрода и электролита. Функционально представляет собой гибрид конденсатора и химического источника тока.

Электрическая ёмкость конденсатора зависит от площади обкладок: чем она больше, тем больше ёмкость. Большую площадь своеобразных «обкладок» получают путем применения электродов ионисторов из вспененного углерода или активированного угля.

В отличие от конденсатора ионистор не содержит диэлектрика, а между электродами расположен электролит, который изготавливают на основе растворов кислот и щелочей и он является кристаллическим твёрдым веществом (рис.1). Кроме этого, в ионисторе дополнительно используется ионопроницаемая мембрана (разделитель), которая предотвращает контакт электродов [1].

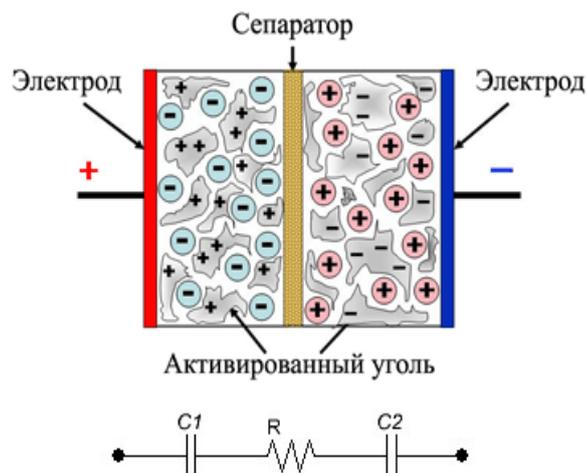


Рисунок 1. Устройство ионистора

Например, с помощью твёрдого кристаллического электролита на основе рубидия, серебра и йода ( $\text{RbAg}_4\text{I}_5$ ) возможно создание ионисторов с низким саморазрядом, большой ёмкостью и выдерживающие низкие температуры. Также возможно изготовление ионисторов на основе электролитов растворов кислот, таких как  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Такие ионисторы обладают низким внутренним сопротивлением, но и малым рабочим напряжением, около 1В. В последнее время ионисторы на основе электролитов из растворов щелочей и кислот почти не производят, так как такие они содержат токсичные вещества [2].

В электрическом поле заряды (ионы) электролита, адсорбируясь, накапливаются на границах раздела электролит – электроды, образуя двойной электрический слой. Через некоторое время происходит полная зарядка ионистора (рис. 2). При разрядке ионистора происходит десорбция ионов.

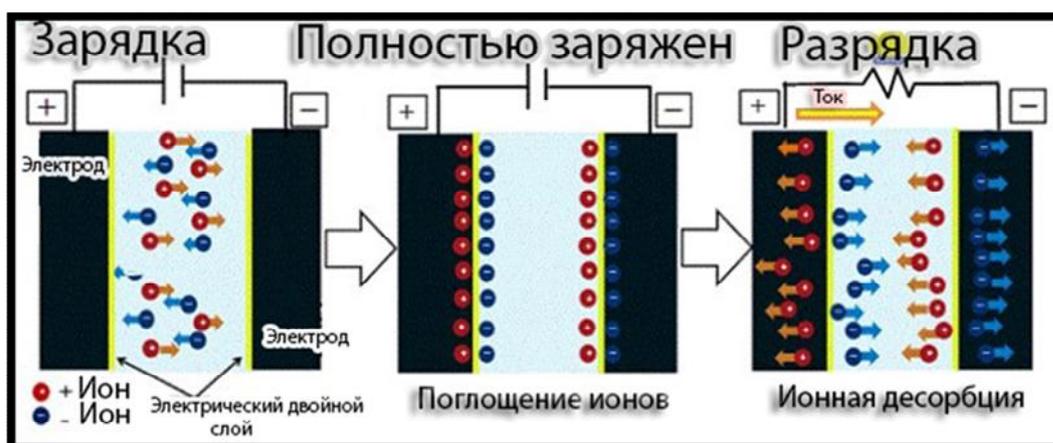


Рисунок 2. Процесс зарядки/разрядки ионистора

Заряд в ионисторе сохраняется на границе раздела электрода и электролита. Толщина электрического слоя, который образован анионами и катионами, составляет очень малую величину (1...5 нм). В связи с тем, что толщина двойного электрического слоя (то есть расстояние между «обкладками» конденсатора) крайне мала, запасённая ионистором энергия выше по сравнению с обычными конденсаторами того же размера. К тому же, использование двойного электрического слоя вместо обычного диэлектрика позволяет намного увеличить площадь поверхности электрода. Благодаря малому расстоянию между обкладками и большой площади поверхности электродов достигается высокая емкость ионистора – несколько Фарад, при номинальном напряжении 2–10 Вольт.

Ионисторы являются продуктом высоких технологий, в их работе нашли применение квантовые эффекты и эффекты межмолекулярных взаимодействий. Этим объясняются их высокое быстродействие, высокая удельная ёмкость и другие свойства, отличающие ионисторы от электролитических конденсаторов и аккумуляторных батарей.

По сравнению с литий-ионными аккумуляторными батареями ионисторы обладают преимуществами по следующим эксплуатационным характеристикам:

- время зарядки (может заряжаться за считанные минуты, несмотря на очень большую емкость);
- на порядок большей плотностью мощности;
- быстрым зарядом и глубоким разрядом;
- возможностью работы в жёстких климатических условиях (от –50 до +85 °С);
- большим количеством циклов заряда – разряда (до  $10^6$  циклов);
- сроком службы до 20 лет;
- длительное время сохранения заряда (после снижения напряжения на ионисторе до ~70% от номинального по причине саморазряда, срок хранения оставшегося заряда резко увеличивается от нескольких месяцев до нескольких лет).

В настоящее время продолжают работы по оптимизации материалов и конструкции ионисторов. В 2009 году были проведены испытания аккумулятора на основе ионистора, в котором в пористый материал были введены наночастицы железа. Полученный двойной электрический слой пропускал электроны в два раза быстрее за счет создания туннельного эффекта. Группа учёных из Техасского университета в Остине разработала новый материал, представляющий собой пористый объемный углерод. Обработка такого углерода гидроксидом калия привела к созданию в углероде большого количества крохотных пор, которые в сочетании с электролитом смогли хранить в себе высокий электрический заряд [3].

Совершенствование ионисторов является перспективным направлением в создании портативных автономных источников электропитания с

улучшенными энергетическими характеристиками. В последние годы разработаны автобусы на ионисторах. Так автобусы компании HyundaiMotor представляют собой обыкновенные автобусы с электроприводом, питаемым от бортовых ионисторов. ОАО «Белкоммунмаш» выпустил перспективную модель электробуса Е433, запас хода которого составляет 12 километров, зарядка занимает 5–7 минут и будет производиться на конечных остановках.

### Литература

1. Ионистор [Электронный ресурс] // Всё о химических источниках тока. 2007. URL: <http://www.powerinfo.ru/supercapacitor.php> (дата обращения: 15.05.2017).
2. Устройство, характеристики и применение ионисторов [Электронный ресурс] // Радиоэлектроника для начинающих. 2005. URL: <http://go-radio.ru/ionistor.html> (дата обращения: 16.05.2017).
3. Галушко, А.И. Исследование свойств ионисторов и эффективности их применения в системах электропитания космических / Ю.И. Гром, А.Н. Лазарев, Р.С. Салихов – Т. 133. 2013. – С.15–18.

УДК 536.12

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ТРЕХМЕРНОЙ ПЕЧАТИ В ИНЖЕНЕРНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Бойко А. О., Ворочков Д. А.

Научные руководители: Русакевич Д. А., Коноплицкая И. А.

Замечали ли вы как быстро шагнула техника за последние 20-30 лет? Всего 20 лет тому назад для изготовления пластиковой заглушки вам требовалось сначала создать чертеж отдать его на производство на котором вам изготовят мастер модель, после этого найти тех кто изготовит по этой модели либо пресс формы либо литейные. Только после всех этих операций и затрат которые занимают не 1 неделю порой даже не 1 месяц вы могли бы получить готовое изделие. Сегодня такие огромные издержки сократила трехмерная печать.

Трехмерная печать является стремительно развивающимся направлением технологий. Постоянно улучшается скорость и точность печати, удешевляются 3-д принтеры и расходные материалы к ним. Материалы становятся все прочнее и прочнее, скорость выше, себестоимость 1 сантиметра кубического ниже. Если всего 6-8 лет тому