

3. Кочаков В.Д., Новиков Н.Д., Яблоков М.Ю., Ерёмкин А.В., Васильев А.И. Способ модификации металлами пленок углерода в Sp^1 состоянии // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2009. № 12. С. 11-15.

4. Кочаков В.Д., Новиков Н.Д., Яблоков М.Ю., Ерёмкин А.В., Васильев А.И. Металлоуглеродные системы на основе углерода в состоянии Sp^1 // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2009. № 12. С. 15-18.

ВАСИЛЬЕВ АЛЕКСЕЙ ИВАНОВИЧ – аспирант кафедры теплофизики, Чувашский государственный университет, Россия, Чебоксары (ljasha@mail.ru).

VASILYEV ALEKSEI IVANOVICH – post-graduate student of Thermal Physics Department, Chuvash State University, Russia, Cheboksary.

КОЧАКОВ ВАЛЕРИЙ ДАНИЛОВИЧ – профессор кафедры теплофизики, Чувашский государственный университет, Россия, Чебоксары (kocherishca@mail.ru).

KOCHAKOV VALERY DANILOVICH – professor of Thermal Physics Department, Chuvash State University, Russia, Cheboksary.

УДК 004.08

В.Д. КОЧАКОВ, А.И. ВАСИЛЬЕВ НА ПУТИ К ТЕРАБИТНОЙ ПАМЯТИ*

Ключевые слова: информация, линейно-цепочечный углерод, жесткие диски.

Рассмотрена перспектива использования уникальных свойств пленок линейно-цепочечного углерода для создания долговременной памяти с высокой плотностью.

**V.D. KOCHAKOV, A.I. VASILYEV
ON THE WAY TO ТЕРРАБИТНОЙ MEMORIES**

Key words: information, linearly-chained carbon, hard disks.

In the given work the prospect of use of unique properties of films of linearly-chained carbon for creation of long-term memory with high density is considered.

Разработкой технологических методов сверхплотной записи информации для запоминающих устройств на молекулярных электронных носителях памяти занимаются все ведущие лаборатории мира. Одно из направлений записи и считывания основано на применении принципа сканирующих зондовых микроскопов. В основном работа ведется по поиску материала, допускающего сверхплотную запись информации. Исследователи из Калифорнийского университета в Беркли и Массачусетского университета в Амхерсте предлагают использовать высокоорганизованные структуры, сформированные блочными полимерами, которые могут быть использованы для изготовления жестких дисков с емкостью до 10 терабит информации на квадратный дюйм. Результаты этой работы опубликованы в журнале Science [3]. На рис. 1 представлено изображение поверхности пленки из сополимера с цилиндрическими включениями, полученными путем самоорганизации.

В межвузовской лаборатории (МГУ и Чув.ГУ) ионно-плазменным методом синтезирован линейно-цепочечный углерод в Sp^1 -состоянии в виде пленочного материала. Пленки линейно-цепочечного углерода (ЛЦУ) состоят из поликумуленовых цепей, ориентированных перпендикулярно поверхности подложки, которые расположены на расстоянии $\sim 5 \text{ \AA}$ и связаны между собой силами Ван-дер-Ваальса. Такая структура обладает уникальной электрической анизотропией. Вдоль цепочек проводимость металлическая, а перпендикулярно им вещество ведет себя как диэлектрик.

* Исследование выполнено по проекту № 2.1.1/10075 АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы (2009-2011 годы)».

Данная структура подтверждена многочисленными исследованиями, которые опубликованы в работах [1, 2]. Одним из доказательств структуры служат данные, полученные на атомно-силовом микроскопе. На рис. 2 приведена структура поверхности пленки ЛЦУ с атомным разрешением. Светлые образования указывают на расположение поверхностных атомов углерода.

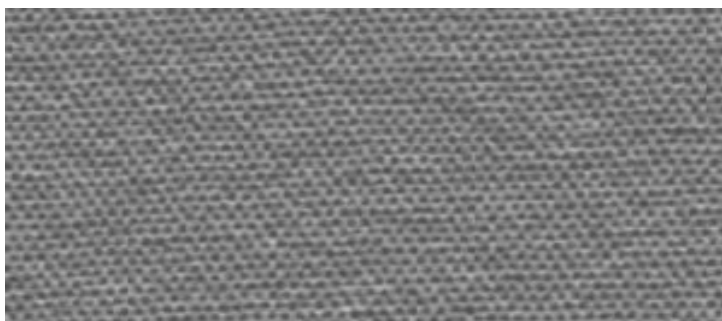


Рис. 1. Торцы полимерных цилиндров диаметром 3 нм, равномерно самоорганизовавшихся в массе другого полимера (Массачусетский университет)

Если использовать отсутствие проводимости между кумуленовыми цепочками углерода и наличие проводимости вдоль, то данный пленочный материал может быть использован как основа для записи информации. Для записи информации можно использовать явление пробоя. Данное явление было исследовано на системе пленка ЛЦУ, легированная серой ($400 \text{ \AA}$) – пленка пленка ЛЦУ, легированная азотом ($50 \text{ \AA}$) – пленка металла ($1000 \text{ \AA}$). На рис. 3 показана трехслойная система записи информации методом пробоя. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) пробоя представлена на рис. 4. В месте пробоя возникает скачок потенциала, который регистрируется зондом сканирующего микроскопа в туннельном режиме.

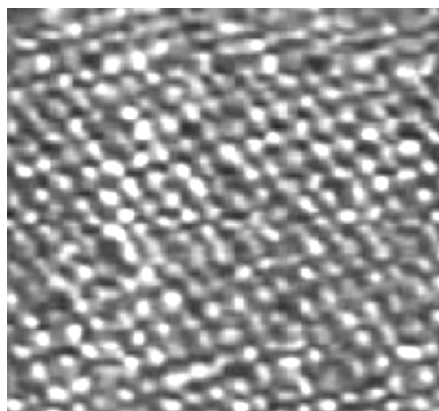


Рис. 2. Поверхностные атомы цепочек углерода (Яминский И.В., МГУ)

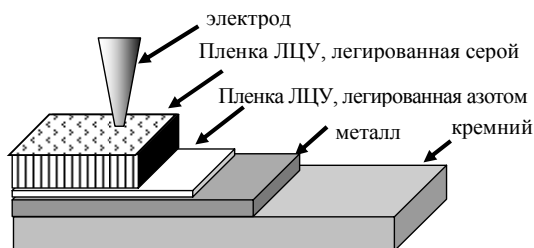


Рис. 3. Трехслойная система записи информации

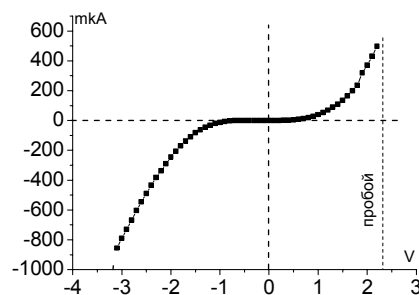


Рис. 4. ВАХ пробоя пленочной системы ЛЦУ – диэлектрик – металл

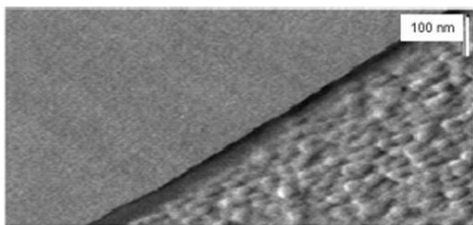


Рис. 5. Свободно лежащая пленка ЛЦУ на поверхности, покрытой пленкой золота (Яминский И.В., МГУ)

Плотность записи определяется размерами области разрушенной пробоем трехслойной структуры. При диаметре зоны пробоя $50\text{\AA}$ плотность записи будет составлять 10^9 бит/мм², или 65 Тбит/дюйм².

Для осуществления записи и считывания информации с такой плотностью необходимо использовать атомно-гладкие поверхности. Эта за-

дача может быть успешно решена на основании следующего эксперимента. Пленка ЛЦУ, нанесенная на скол кристалла NaCl, была снята в дистиллированной воде и положена на поверхность, покрытую пленкой золота. Из рис. 5 видно, что поверхность свободно лежащей пленки ЛЦУ атомно-гладкая и может использоваться как среда для записи информации с высокой плотностью.

Литература

1. Бабаев В.Г., Гусева М.Б., Савченко Н.Ф., Новиков Н.Д., Хвостов В.В., Флад П. Высокоориентированные плёнки Sp^1 -углерода // Поверхность. 2004. № 3. С 16-27.
2. Babaev V., Guseva M., Khvostov V., Novikov N., Flood P. Carbon Material with Highly Ordered Linear-Chain Structure // POLYYNES – Synthesis, Properties, Applications / Ed. by Fr. Cataldo. Boca Raton: CRC press, 2005. P. 219-252.
3. Park S., Lee D.H., Xu J., Kim B., Hong S.W., Jeong U., Xu T., Russell T.P. Macroscopic 10-Terabit-per-Square-Inch Arrays from Block Copolymers with Lateral Order // Science. 2009. Vol. 323. P. 1030-1033.

КОЧАКОВ ВАЛЕРИЙ ДАНИЛОВИЧ. См. с. 192.
ВАСИЛЬЕВ АЛЕКСЕЙ ИВАНОВИЧ. См. с. 192.

УДК 53.043, 535.015

В.Д. КОЧАКОВ, Н.Д. НОВИКОВ,
А.И. ВАСИЛЬЕВ, А.В. СМIRНОВ

ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОНИКИ НА ОСНОВЕ ПЛЕНОК ЛИНЕЙНО-ЦЕПОЧЕЧНОГО УГЛЕРОДА*

Ключевые слова: тонкие металлоуглеродные пленки, углерод в состоянии Sp^1 , электроника.

Рассмотрен качественный и количественный анализ пленок ЛЦУ, легированных серой. Вольт-амперные характеристики (ВАХ) пленок показали возможность изготовления пленочного барьерного диода на их основе.

V.D. KOCHAKOV, N.D. NOVIKOV, A.I. VASILYEV, A.V. SMIRNOV
ELEMENTS OF ELECTRONICS ON THE BASIS OF FILMS
OF LINEARLY-CHAINED CARBON

Key words: thin metal carbonic films, carbon in the state of Sp^1 , electronics.

In the present article considers with the qualitative and quantitative analysis of the linear-chain carbon (LCC) films doped with sulfur. I-V characteristics of the films showed the possibility of making a barrier diode based on them.

Исследования, проведенные с пленками металл – углерод (в состоянии Sp), показали, что при отжиге на воздухе и в азоте происходят структурные изменения, которые приводят к изменению оптических и электрофизических характе-

* Исследование выполнено по госконтракту № 14.740.11.1229 ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2012 гг.