

МИКРОЭЛЕКТРОНИКА-94

Российская конференция

с участием

зарубежных ученых

Звенигород,

28 ноября - 3 декабря 1994

MICROELECTRONICS'94

Russian conference

Zvenigorod,

28 November - 3 December 1994

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ
BOOK OF ABSTRACTS**

Часть 1

Part 1

Москва 1994 Moscow

During the patterning experiments a significant traces of the tip and charge deposition have been observed. A number of experiments were performed by changing the bias voltage 0.45 V or the contact time. In all experiments the dimension of the traces were about 100 nm or less depending upon the apex size of the AFM tip.

The nanometer dimension mechanically produced traces and electric charge deposition features were not reported till now. Here, we have produced mechanically the nanometer scale traces of the AFM tip in the ultra thin, uniformly smooth organic polymer films, for the first time.

The phenomena of charge deposition was accompanied with dielectric breakdown. The threshold electric field strength of the breakdown was in order of about 1 V/nm taking into account underlying silicon oxide layer. The current was limited with resistors of the order of 10^9 Ohms. The deposited by AFM electric charge can be used to promote chemical reaction on the surface, for example, etching in an atmosphere of reactive gases, or deposition.

SF₆ gas was applied to the deposited negative charge and irreversible change of the potential surface have been observed. It definitely proves interaction of SF₆ molecules with deposited charge.

Well shaped gold deposition have been also observed from the newly mounted tips. It was accompanied with a development of a deep hole/indentation in the film. The mechanism of gold deposition and such deep indentation is supposed to be due to a Joule heating of the tip by the electric current flowing through the dielectric layers.

Одноэлектронное туннелирование в ленточных пленках с металлоорганическими кластерами.

Е.С.Солдатов, С.П.Губин, В.В.Ханин, Г.Б.Хомутов, С.А.Яковенко

Физический факультет МГУ, 119899, Москва, Ленинские горы, 939-16-82, факс: 939-39-87.

Stable samples of molecular tunnel structures based on Langmuir-Blodgett films with metalloorganic clusters are formed. Regular one- and two-dimensional cluster arrays are observed and studied by the help of scanning tunneling microscope (STM). Single electron tunneling is recorded at high temperatures (77 K and 300 K) with high Coulomb blockade values (~500 mV). Good agreement of experimental current-voltage curves with simulated ones was obtained if the tunnel barrier suppression is taken into account.

В настоящее время все большее внимание исследователей коррелированного электронного транспорта в туннельных структурах привлекают структуры, построенные на основе одиночных молекул и даже атомов [1-3]. В них оказалось возможным коррелированное одноэлектронное туннелирование при существенно ослабленных температурных ограничениях, что позволяет рассчитывать на создание реально применимых электронных устройств молекулярного масштаба.

Одним из удобных объектов для построения таких систем являются металлоорганические кластеры [2]. Они проявляют характерные для одноэлектронного транспорта черты, однако при работе с ними обычно возникают проблемы фиксации объекта и получения воспроизводимых результатов, без чего разговор об устройствах теряет смысл.

Решить проблему фиксации можно, поместив кластеры в диэлектрическую матрицу, роль которой может играть пленка Лентмора-Блоджетт.

Нами изготовлены по методике Шеффера [4] смешанные пленки стеариновой кислоты с втроеенными в них карбонами кластерами $1,7-\text{C}_6\text{H}_5$, $1,2-\text{C}_6\text{H}_4$, $1,3,5-\text{C}_6\text{H}_3$, $1,3,5-\text{C}_6\text{H}_3$. Смешанные монослои переносились с поверхности водной субфазы на поверхность пиролигического графита со скоростью 0.01 мм/мин при поверхностном давлении 25 мН/м.

Исследование поверхности и электрических характеристик пленок проводилось с помощью сканирующего туннельного микроскопа (СТМ) при температурах 300 К и 77 К. СТМ в топографическом режиме имеет разрешающую способность в плоскости X-Y около 1 А и по высоте около 0.1 А, а при снятии вольт-амперных характеристик (ВАХ) его чувствительность по току около 10 пА.

В результате удалось сформировать и зарегистрировать как образцы с отдельно лежащими одиночными кластерами размером 1.5-2 нм, так и регулярные одномерные цепочки и упорядоченные двумерные решетки кластеров с расстоянием между кластерами около

2 нм. Это близко к размерам кластеров и свидетельствует о плотной упаковке их на поверхности.

В отдельных случаях наблюдалось образование регулярных массивов с постоянной решеткой 5-7 нм, что существенно превышает размер кластера и может свидетельствовать о наличии у кластера значительного дипольного момента и о самоорганизации кластеров в результате их дипольного взаимодействия.

ВАХ, снятые в разных точках поверхности, существенно отличаются между собой в зависимости от того, находится ли острей СТМ над ровным участком поверхности (без кластеров) или над кластером. В первом случае это плавная гладкая кривая без особенностей. На большинстве ВАХ, снятых вблизи кластера, в начале координат появляются четко выделенные участки с существенно подавленной (при $T=77$ К - до нуля) проводимостью ("блокада") с размером до 800 мВ, а на ветвях ВАХ наблюдаются ступеньки.

Полученные ВАХ можно объяснить тем, что при расположении острия над кластером образуется двухпереходная туннельная система "острие-кластер-подложка" и в ней реализуется режим коррелированного одноэлектронного туннелирования. Оценка "емкости" туннельного перехода ("острие-кластер" и "кластер-подложка") как емкости шара с $R=1$ нм над проводящей плоскостью в среде с $\epsilon=3$ дает величину $C=3 \cdot 10^{-19}$ Ф. Это приводит к оценке величинных блоков $e/C=0.5$ В, что близко к результатам измерений.

Нами было проведено также компьютерное моделирование ВАХ исследуемой двухпереходной структуры на основе "ортогональной" теории одноэлектроники [5] и на основе теории туннелирования с учетом подавления барьера [6]. Сравнение экспериментальных ВАХ с результатами компьютерного моделирования показывает, что эксперимент лучше согласуется с ВАХ, рассчитанными с учетом несимметричного подавления туннельного барьера. Эта теория позволила смоделировать ВАХ с наблюдавшейся практически на всех ВАХ асимметрией и нелинейностью ветвей ВАХ, причем ход теоретических и экспериментальных кривых практически совпадают. Это подтверждает сильное воздействие СТМ на туннельную систему и указывает на необходимость учета при анализе.

Измеренные ВАХ и их анализ свидетельствуют о реализации режима коррелированного туннелирования в исследуемой молекулярной структуре и в сочетании с данными по топографии пленок они могут служить основой для работ по созданию элементов одноэлектронных молекулярных устройств.

1. Aветин D.V. et al. // Appl. Phys. Lett., 1994, v.64,1, p. 126.
2. Dibois J.G.A. et al. (to be published).
3. Neigh N., Aono M. // Jpn. J. Appl. Phys., 1993, v. 32, p. 532.
4. O.B.Чечель, Е.Н.Николаев, ПТЭ, N 4, 19, (1991).
5. Aветин D.V., Likharev K.K. // J. Low Temp. Phys., 1986 v. 62, p. 345.
6. Korotkov A.N., Nazarov Yu. V. // Physica B, 1991, v.173, p. 217.

ИССЛЕДОВАНИЕ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА МНОГОСЛОЙНЫХ ПЛАНАРНЫХ СТРУКТУР МЕТОДАМИ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА И ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ. (обзор)

Мельник Н.Н., Пудонин Ф.А., Сибельдин Н.Н. Цветков В.А.

Физический институт им. П.Н.Лебедева РАН

(117924 Москва В-333, Ленинский пр-т. 53; телекс:

Москва 113308 НЕОДИМ; факс: (095)135 78 80; тел.: 132 66 55)

Raman and luminescence spectroscopy are discussed as the techniques to control the quality of multilayer structures and obtain information on their electron and phonon spectra. For the case of Si/SiO₂ and Si/Ge superlattices (SL) we demonstrate that the high-frequency part of the Raman spectra originating from the optic phonons contains information on the amorphousity, interfacial layers and can be used to control the annealing of amorphous SLS. Studying of the low-frequency part of the Raman spectra of the Si/Ge SLS have demonstrated that independent acoustic modes folding takes place for each constituent material of the SL. From simultaneous measurement of luminescence and resonant Raman spectra we obtain the data on energy spectrum and electron density in the SL.

Оптические исследования твердых тел позволяют получать обширную информацию о кристаллической структуре, дефектности и энергетических состояниях в фоновой и электронной областях спектра. Оптические методы особенно полезны при исследованиях и контроле многослойных планарных структур, так как позволяют получать данные как о локальных свойствах образцов, так и об однородности этих свойств по всей площади структуры. Возможность в процессе одного эксперимента регистрировать спектры комбинационного рассеяния света