

УДК 621.389

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ПРОВОДИМОСТЬ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОСТРОВКОВЫХ ТОНКИХ ПЛЁНОКАлена Алексеевна Попова⁽¹⁾*Студент 3 курса⁽¹⁾**кафедра «Электронные технологии в машиностроении»
Московский государственный технический университет**Научный руководитель: С.В. Сидорова,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Электронные технологии в
машиностроении»*

Интерес к наноструктурам из благородных металлов обусловлен широкими возможностями их использования. В последние годы в научной литературе обсуждается использование металлических наноструктур для производства интегральных схем, магнитных, оптических устройств, микросенсоров и т. п. В большинстве применений на первый план выступают электрические свойства тонкопленочных материалов.

Цель данной работы – анализ вопросов, связанных с особенностями активационной проводимости островковых тонких плёнок.

В многочисленных экспериментальных работах [2], [3], [4] показано, что характер проводимости наноразмерных материалов существенно отличается от проводимости гомогенных макрообразцов из того же материала. Установлено, например, что температурная зависимость проводимости nanoостровковых металлических пленок существенно отличается от аналогичной зависимости объемных образцов и носит активационный характер.

На примере nanoостровковой пленки титана (рис. 1) видно, что на начальном этапе нагревания (цикл 1) наблюдается рост проводимости, который носит активационный характер.

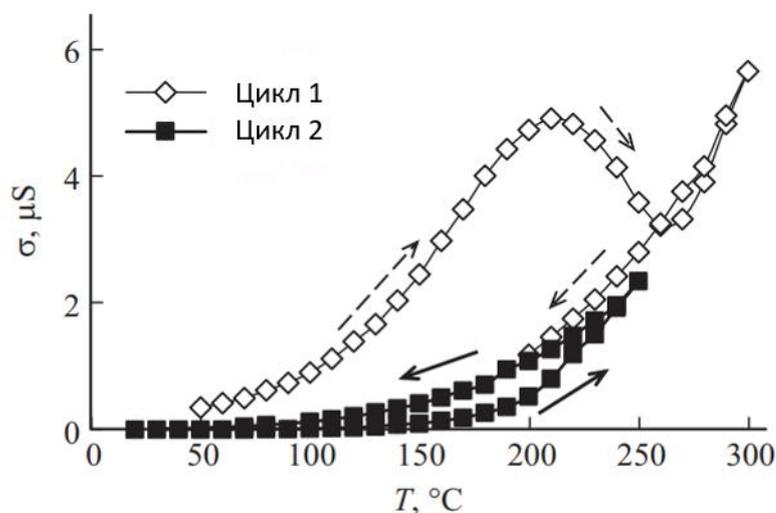


Рис. 1. Температурная зависимость проводимости островковой плёнки Ti.

Далее при определенной температуре (более 200 градусов С) наблюдается спад проводимости, вызванный процессами грануляции пленки (образование островковой структуры) вследствие тепловой активации поверхностной диффузии. Когда грануляция пленки завершается полностью, наблюдается повторный активационный рост проводимости. Здесь следует обратить внимание, что после грануляции пленки энергия активации проводимости существенно возросла. Таким образом, энергия активации существенно зависит от степени гранулированности, то есть от расстояния между островками.

При повторном нагревании образца плёнки Ti (цикл 2) область спада проводимости отсутствует (пленка полностью гранулировалась при первичном нагреве), однако общий характер активационной проводимости сохраняется.

Температурную зависимость активационной проводимости островковых и гранулированных плёнок (σ) чаще всего объясняют в рамках прыжковой проводимости с переменной длиной прыжка («закон $\frac{1}{2}$ »). Величина этой проводимости пропорциональна произведению вероятности туннелирования носителей заряда между островками на вероятность активации:

$$\sigma \sim e \left(-\frac{L}{\lambda} - \frac{E}{kT} \right)$$

Для формирования островковых тонких пленок на кафедре «Электронные технологии в машиностроении» МГТУ им. Н.Э. Баумана создан экспериментальный стенд контроля роста тонкопленочных покрытий на базе установки МВТУ-11-1МС, в который входит пикоамперметр для контроля проводимости в процессе роста покрытия.

В дальнейшей работе планируется формирование металлических островковых тонких пленок и исследование их тепловой проводимости.

Литература

1. Сидорова С.В., Кирьянов С.В., Юркин Н.О., Журавлева В.С., Гуляева П.С., Исследование свойств металлических островковых тонких пленок для применения в изделиях наноэлектроники // XXIX научно-техническая конференция с участием зарубежных специалистов «Вакуумная наука и техника»: Сборник трудов. – М.: Электровакуумные технологии, 2022. – С. 239-251.
2. Томилин I, В.Н. Бержанский I, Е.Т. Милюкова I, О.А. Томилина I, А.С. Яновский, Получение наноостровковых пленок Sn, Al, Cu и исследование их электропроводящих свойств. <https://journals.ioffe.ru/articles/viewPDF/44263>
3. Томилин I, В.Н. Бержанский I, Е.Т. Милюкова I, О.А. Томилина I, А.С. Яновский, Особенности электрической проводимости наноостровковых металлических пленок <https://journals.ioffe.ru/articles/viewPDF/46106>
4. Болтаев А.П., Пенин Н.А., Погосов А.О., Пудонин Ф.А., Активационная проводимость островковых металлических плёнок <http://jetp.ras.ru/cgi-bin/e/index/r/126/4/p954?a=list>