

## Туннельная спектроскопия палладий-бариевых эмиттеров

© В.Б. Байбурин, Ю.П. Волков, Е.М. Ильин, С.В. Семенов

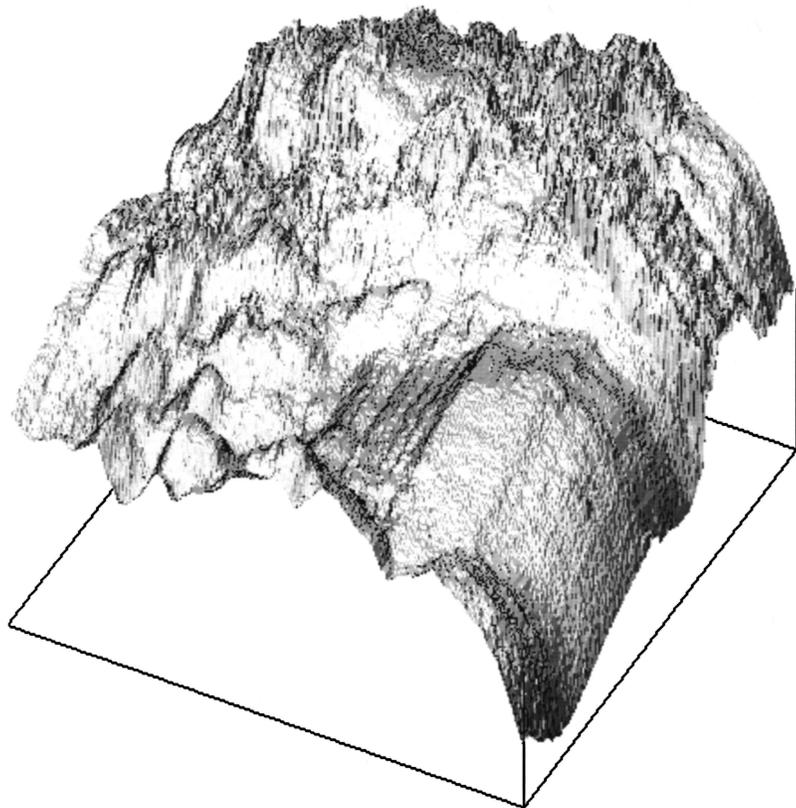
Саратовский государственный технический университет  
E-mail: bai@sstu.saratov.su

Поступило в Редакцию 26 июня 2002 г.

Экспериментально исследована поверхность палладий-бариевого катода методами сканирующей зондовой микроскопии. С помощью туннельной спектроскопии получена картина распределения работы выхода на микроучастке поверхности катода. Проведено сопоставление распределения работы выхода с различными фазами палладий-бариевого сплава.

Надежность и долговечность работы мощных электровакуумных приборов сверхвысокочастотного диапазона во многом определяется физическими свойствами используемых эмиттеров (их составом, структурой, особенностями механизма функционирования и т.д.). Эффективным источником электронов во многих современных электровакуумных приборах являются металлосплавные эмиттеры [1]. Несмотря на достаточно длительное их применение, до сих пор нет полного представления о механизме их функционирования, в частности формирования эмиссионных участков на поверхности катодов. Успешность решения данной проблемы, имеющей не только научное, но и большое практическое значение, связанное с совершенствованием эмиссионных свойств катодов, во многом определяется возможностью анализа с высоким пространственным разрешением физических параметров, характеризующих микроучастки поверхности эмиттера.

Экспериментальные данные об исследовании свойств поверхностей металлосплавных, и в частности палладий-бариевых катодов, по данным авторов практически отсутствуют. Классические методы анализа (например, оптическая металлография, химический и рентгеноструктурный анализ) не позволяют проводить исследование рельефа и состава поверхности эмиттеров с высоким пространственным разрешением и зачастую весьма дороги. Для решения данной проблемы весьма эффективными могут оказаться методы сканирующей туннельной ми-



**Рис. 1.** Изображение топографии поверхности палладий-бариевого эмиттера, полученное с помощью сканирующего туннельного микроскопа на воздухе. Размер участка сканирования  $90 \times 90$  nm, максимальная высота выступов 30.7 nm, туннельный ток 1 nA, напряжение смещения 100 mV.

кроскопии [2], дающие возможность исследовать топографию и работу выхода поверхности со сверхвысоким пространственным разрешением. В настоящей работе приведены результаты наблюдений поверхности палладий-бариевых катодов методами сканирующей туннельной микроскопии (СТМ). Поверхность катода промывалась 96%-ным этиловым



**Рис. 2.** Туннельная спектроскопия с модуляцией туннельного зазора участка поверхности палладий-бариевого катода  $90 \times 90$  nm. Участком белого цвета соответствует минимальная работа выхода (2.3 eV), серым — 3.7 eV, черным — максимальная (5.2 eV).

спиртом для удаления загрязнений и далее исследовалась на воздухе с помощью универсального комплекса сканирующей зондовой микроскопии [3], с использованием в качестве острия механически обрезанной проволоки из платиноиридиевого сплава. На рис. 1 представлено СТМ-изображение топографии микроучастка поверхности эмиттера раз-

мерами  $90 \times 90$  nm, полученное при туннельном токе 1 nA. Как видно из рис. 1, поверхность эмиттера достаточно сильно изрезана и имеет пористый характер, что соответствует современным теоретическим представлениям.

На рис. 2 показано распределение областей с различными величинами работы выхода по участку  $90 \times 90$  nm поверхности эмиттера, которым соответствуют различные цвета от белого (минимальная работа выхода — 2.3 eV) до черного (максимальная работа выхода — 5.2 eV). Изображение получено с помощью туннельной спектроскопии, выполненной с модуляцией туннельного зазора, при этом цифровая обратная связь, поддерживающая постоянное значение туннельного тока, отключалась. Предположительно белые участки соответствуют соединениям бария с кислородом (среднее значение работы выхода — 2.3 eV), серые участки — интерметаллиду (3.7 eV), а черные представляют собой палладиевую матрицу с максимальной работой выхода — 5.2 eV. Полученный результат подтверждает теоретическое представление об островковом характере участков эмиссии катода.

Представляется, что исследования топографии поверхности эмиттера и его состава методами СТМ могут оказаться полезными при изучении влияния различных химико-технологических факторов на эмиссионные способности катодов при их производстве и эксплуатации и возможности их оптимизации.

## Список литературы

- [1] *Ашкинази Л.А.* Термо-вторично-электронные катоды для электровакуумных и газоразрядных приборов. Обзор по электронной технике. Сер. 1. СВЧ техника. В. 5. М.: ЦНИИ „Электроника“, 1992. 103 с.
- [2] *Binnig G., Rohrer H., Gerber Ch.* et al. // Phys. Rev. Lett. 1982. V. 49. N 1. P. 57–61.
- [3] *Baiburin V.B., Volkov Yu.P., Konnov N.P.* // Instrum. and Experim. Techniq. 1997. V. 40. N 5. P. 242–247.