

УДК 621.9.047

М.Н.Корытов (5 курс, каф. ФТТ), П.Н.Брунков, к. ф-м. н., с. н. с. ФТИ

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НИКЕЛЕВЫХ ЗОНДОВ ДЛЯ СТМ ИЗМЕРЕНИЙ ВНЕ ВАКУУМА

Задачей данной работы являлось создание оригинальной методики изготовления зондов из никелевой проволоки с радиусом кривизны острия порядка 10 nm для Сканирующей Туннельной Микроскопии (СТМ). Иглы с такими характеристиками необходимы для получения атомарного разрешения.

Отлаженная методика производства зондов является неотъемлемой частью любых СТМ измерений, поскольку качество и стабильность рабочей поверхности иглы кардинальным образом влияет на результаты проводимых с ее помощью измерений. К зондам, используемым в СТМ, предъявляются следующие требования:

1. Высокая проводимость (чтобы туннельные токи были измеримыми).
2. Жесткость (для минимизации вибрации острия)
3. Стабильность поверхности (для обеспечения повторяемости результатов измерений)

Необходимость разработки технологии изготовления зондов из никеля обусловлена тем, что часто применяемые вольфрамовые иглы пригодны лишь для работы в вакууме, т.к. их поверхность быстро окисляется на воздухе.

В качестве материала для зондов использовалась никелевая проволока диаметром 0.5 мм. Мы применяли электрохимическое травление металла в пленке раствора хлорида калия, т.к. именно этот метод позволяет получать наименьшую кривизну острия иглы. Пленка раствора была нанесена на платиновое кольцо, используемое в качестве катода. Анодом, в данной схеме, являлась сама никелевая проволока.

Схема управления процессом травления была реализована с использованием автоматизации. Внешнее напряжение на контур травления прикладывалось от Цифро-Аналогового Преобразователя (ЦАП) управляемого с компьютера. Величина тока травления измерялась через Аналого-Цифровой Преобразователь (АЦП) и так же подавалась на компьютер, где отображалась в виде графической зависимости. Необходимость автоматизации обусловлена тем, что было установлено существенное влияние момента отключения напряжения травления на радиус кривизны изготовленной иглы [1, 2]. Задержка даже на десятые доли секунды приводит к необратимому затуплению острия зонда.

В процессе отработки методики было изготовлено более ста пробных зондов. Радиус кривизны их рабочей поверхности контролировался в просвечивающем электронном микроскопе (ПЭМ). Лучшие иглы использовались непосредственно для СТМ измерений.

Итогом нашей работы стало создание методики воспроизводимого производства высококачественных никелевых игл, отвечающих заданным требованиям. Метод электрохимического травления позволяет получать зонды с малым радиусом кривизны. В ходе использования никелевые иглы выяснилось, что они обладают более низким уровнем шумов, по сравнению с вольфрамом. Кроме того, никель является ферромагнетиком, что дает возможность использовать его в методиках, измеряющих магнитные свойства материала.

ЛИТЕРАТУРА:

1. A.-D. Muller, F. Muller, M. Hietschold F. Demming, J. Jersch, and K. Dickmann "Characterization of electrochemically etched tungsten tips for scanning tunneling microscopy"
2. Massimiliano Cavallinia and Fabio Biscarini "Electrochemically etched nickel tips for spin polarized scanning tunneling microscopy"
3. G. Binnig and H. Rohrer. Great zur rasterartigen Oberflächenuntersuchung unter Ausnutzung des Vakuums –Tunneleffekts bei kriogenischen Temperaturen.