

Электрофизические низкотемпературные свойства нанокompозитов сверхпроводник-опал

М. С. Конончук

Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе РАН, С.-Петербург, Россия

Опал представляет собой плотную гранецентрированную кубическую (ГЦК) упаковку одинаковых силикатных шаров [1] с диаметром D порядка сотен нм, пустоты между которыми образуют регулярную решетку. Решетка пустот состоит из полостей двух видов: тетраэдрические и октаэдрические, с характерными размерами $d_O = 0.41D$ и $d_T = 0.23D$ соответственно, которые соединены между собой каналами переменного сечения с наименьшим размером $d_b = 0.15D$. Доля свободного объема в матрице опала составляет 26%. Для приготовления нанокompозита In-опал расплавленный металл вводился под давлением в полости образцов опала. Изменение размеров наночастиц In достигалось за счет:

- использования опалов с различными размерами силикатных шаров;
- осаждения оксида кремния из раствора полисиликата для достижения значительной глубины геометрической модуляции канала протекания тока, т.е. соотношения между его максимальным и минимальным сечением;
- наслаивания заданного количества монослоев диоксида титана на внутреннюю поверхность опала для прецизионного изменения размеров полостей [2].

Измерения электрического сопротивления образцов R проводились четырехзондовым методом на постоянном токе в области температур 300–0.4 К и в магнитных полях до 60 кОе.

Во всех исследованных образцах нанокompозита In-опал при понижении T наблюдается переход в СП состояние. Критические температуры T_c и критические магнитные поля H_c СП перехода для всех образцов заметно превышают соответствующие значения для объемного In. Для образца N1.4 с минимальным размером мостиков $d_b = 10$ нм критическое магнитное поле, экстраполированное к нулю температуры, превышает $H_c^{\text{bulk}}(0)$ почти на два порядка (в 70–80 раз), достигая величины более 20 кОе.

Прослеживается корреляция параметров СП перехода с размерами наногранул индия: уменьшение размеров гранул In, соответствующее уменьшению

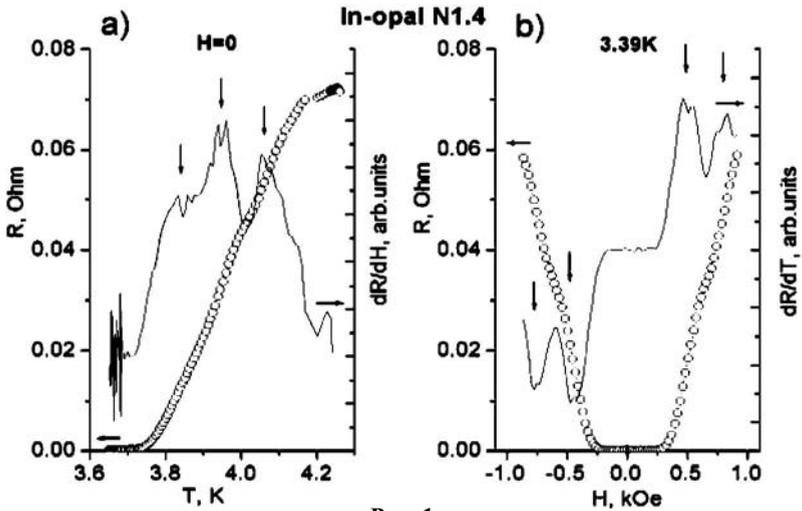


Рис. 1.

объемной доли индия k_{In} в образце, сопровождается монотонным увеличением T_c и H_c . Для образцов с $k_{In} < 16\%$ на зависимостях $R(T)$ и $R(H)$ появляются ступени (рис. 1). Пики на производных соответствуют переходам в сверхпроводящее состояние гранул индия, находящихся в различных полостях опала.

Работа поддержана грантом РФФИ 02-02-17685, Президиума РАН и грантом НШ-2200.2003.

Литература

- [1] В. Н. Богомолов, Л. К. Казанцева, Е. В. Колла, Ю. И. Кумзеров, ФТТ, 29, 622 (1987).
- [2] С. Г. Романов, А. В. Фокин, К. Х. Бабамуратов, Письма в ЖЭТФ, 58, 883 (1993).