

АНОМАЛЬНОЕ ПОВЕДЕНИЕ КРИТИЧЕСКОГО ТОКА ДЖОЗЕФСОНОВСКОГО ПЕРЕХОДА НА МЕЖЗЕРЕННОЙ ГРАНИЦЕ В ОБЪЕМНЫХ БИКРИСТАЛЛАХ (Ba, K)BiO₃

И.В.Рощин, В.Н.Степанкин, Ю.П.Яковец, М.А.Баранов, А.В.Кузнецов,
Д.И.Жигунов¹, С.В.Ширяев¹*

*Институт общей физики РАН
117942 Москва, Россия*

**Московский инженерно-физический институт
115409 Москва, Россия*

*¹Институт физики твердого тела и полупроводников АН Беларуси
Минск, Беларусь*

Поступила в редакцию 12 ноября 1993 г.

Исследованы электрические транспортные свойства межзеренной границы в объемных бикристаллах оксидного сверхпроводника $Ba_{0,55}K_{0,45}BiO_3$. Показано, что межзеренная граница в этих бикристаллах представляет собой джозефсоновский барьер, характеризующийся вблизи критической температуры степенной температурной зависимостью критического тока с критическим показателем 3/2. Обнаружено немонотонное поведение критического тока межзеренной границы при понижении температуры, возможная природа которого обсуждается.

1. Введение

Объемные бикристаллы оксидного сверхпроводника $Ba(Pb, Bi)_O_3$ были первым объектом, с помощью которого была продемонстрирована возможность использования макроскопического планарного дефекта типа межзеренной границы (МГ) в качестве джозефсоновского барьера, разделяющего сверхпроводящие монокристаллические блоки [1]. Подобный подход, примененный после открытия ВТСП к созданию джозефсоновских переходов в тонкопленочных ВТСП бикристаллах, привел к значительным успехам в исследовании эффекта Джозефсона в ВТСП материалах [2-4]. До сих пор, однако, отсутствуют сообщения о создании и исследовании джозефсоновских переходов на основе бикристаллов весьма интересного "безмедного" ВТСП $Ba_{0,55}K_{0,45}BiO_3$ с температурой перехода выше 30 К.

2. Детали эксперимента

Бикристаллы были получены по технологии, основанной на применении метода электрохимического осаждения, развитого в [5]. Исследованные образцы представляли собой систему из двух монокристаллических блоков (МБ), каждый из которых имел кубическую огранку, характерную для совершенных кубических кристаллов $(Ba,K)BiO_3$ [6]. Лауэграммы бикристаллов, снятые методом широкого луча, позволили зарегистрировать две смещенные системы дифракционных максимумов, каждая из которых соответствовала монокристаллу с кубической симметрией. Относительный сдвиг систем максимумов на лауэграмме был использован для определения пространственного угла разориентации МБ. В настоящей работе были использованы бикристаллы с разориентацией по каждой компоненте угла более 15°. Результаты детального исследования влияния величины угла разориентации и свойств малоугловых границ зерен (разориентация менее 15°) будут опубликованы позднее. Характерный размер МБ в исследованных образцах составлял около 1 мм, поперечное сечение МГ порядка 0,5 мм².

Изучение транспортных электрических свойств бикристаллов проводилось в режиме заданного постоянного тока, протекающего в направлении, перпендикулярном МГ. Сравнительные измерения сопротивления в нормальном состоянии и критического тока в сверхпроводящем состоянии для МБ и МГ соответственно показали, что вклад МБ в сопротивление бикристалла не превышает 0,1%, а критический ток МБ по меньшей мере в 10^4 раз больше, чем для МГ. В связи с этим дополнительная обработка образцов с целью создания сужений при измерениях критического тока МГ не проводилась, пары измерительных контактов устанавливались непосредственно на поверхности каждого из МБ. При исследованиях влияния магнитного поля на транспортные свойства был использован образец с МГ в виде плоскости, параллельно которой прикладывалось внешнее поле. Измерения магнитного момента выполнены с помощью вибромагнетометра с чувствительностью 10^{-5} в измерительном поле 5Э.

3. Результаты и обсуждение

3.1. Джозефсоновский переход в бикристаллах $\text{Ba}_{0,55}\text{K}_{0,45}\text{BiO}_3$

На рис.1 приведены температурные зависимости сопротивления бикристалла и его магнитного момента. Измерения проведены при плотности измерительного тока I через МГ $0,2 \text{ А/см}^2$. Наличие четкого резистивного перехода с температурой начала $T_c = 31,2 \text{ К}$ шириной не более $2,7 \text{ К}$ (по критерию падения сопротивления ниже $3 \cdot 10^{-6} \text{ Ом}$) и монотонное возрастание диамагнитного отклика ниже T_c свидетельствует о достаточно высоком качестве сверхпроводящих МБ и бездиссипативном переносе тока через МГ ниже $28,5 \text{ К}$.

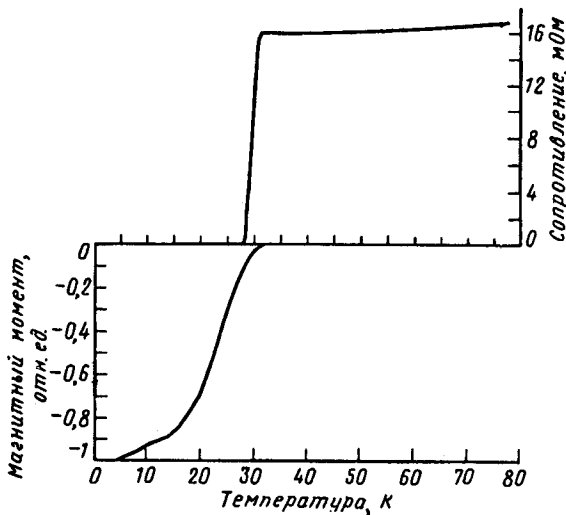


Рис.1. Температурные зависимости магнитного момента и сопротивления границ зерен бикристалла $\text{Ba}_{0,55}\text{K}_{0,45}\text{BiO}_3$

ВАХ бикристалла $\text{Ba}_{0,55}\text{K}_{0,45}\text{BiO}_3$, приведенная на вставке на рис.2, также свидетельствует о наличии бездиссипативного состояния, критический ток I_c разрушения которого, определенный по критерию возникновения напряжения $V = 1 \text{ мкВ}$, приведен, как функция температуры, на рис.2. Весьма важно при этом, что этот критический ток, достигающий 22 А/см^2 при 13 К составлял не более 10^{-4} от значения критического тока МБ, определенного по результатам измерения кривой намагничивания при той же температуре. Таким образом, наличие МГ приводит к значительному ослаблению критического тока.