

Получение и оптимизация термомеханических свойств буферных слоёв для сверхпроводящих покрытий

Бойцова О.В.

Аспирантка

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,

Факультет наук о материалах, Москва, Россия

E-mail: boytsova@gmail.com

Изготовление многослойных мультифункциональных материалов, использующихся в условиях резкого перепада температур, требует знания коэффициента термического расширения (КТР). Достаточно часто подслои в таких материалах резко отличаются по химической природе, и как следствие в условиях эксплуатации ведут себя по-разному, что негативно отражается на качестве и эффективности. До сих пор свойство материала расширяться под действием температуры принималось как неизменное.

В данной работе впервые реализована попытка воздействовать на коэффициент термического расширения оксидного материала путем внедрения в него легкоплавкой примеси. В качестве объекта были выбраны твердые растворы на основе оксида магния со структурой каменной соли с различными допантами $Mg_{1-x}Cu_xO$ ($x = 0-0.2$) и $Mg_{1-y}Zn_yO$ ($y=0-0,5$). Такие системы являются наиболее перспективным материалом буферного слоя для сверхпроводящих длиномерных кабелей II поколения. Кабели представляют собой текстурированные металлические ленты (из сплавов на основе Ni) с нанесенным на них защитным буферным слоем и эпитаксиальным слоем сверхпроводника $YBa_2Cu_3O_{7-x}$. Большое несоответствие коэффициентов термического расширения (рассогласование порядка 20-30%), в виду различной химической природы материалов подложки и буферного слоя, в условиях получения и влекут за собой нарушение сплошности последнего, что существенно ухудшает эксплуатационные качества будущего проводника.

Экспериментально показано увеличение КТР MgO за счет воздействия на общую температуру плавления буферного слоя и исследовано поведение последнего в различных температурных режимах. Предложено моделирование свойств буферного тонкопленочного слоя на основе исследований керамических аналогов. Измерения линейного коэффициента термического расширения материалов оксидных буферных слоев и металлических подложек производилось как дилатометрическим методом, так и рентгенодифракционным с последующим сравнением результатов. Рассогласование КТР в системе металлическая подложка/буферный слой удалось понизить с 20% до 4%. Поверхность полученных тонкопленочных образцов исследована с помощью оптической и электронной микроскопии, также для полного исследования объектов использованы традиционные методики рентгеновской дифракции.