

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ В СИСТЕМЕ Bi – Sr – Ca – Cu – O

Н.В.Анищукова, А.И.Головашкин, О.М.Иваненко,
К.В.Крайская, К.В.Мицен

Высокотемпературная сверхпроводимость с $T_c = 60 - 80$ К наблюдалась в системе Bi – Sr – Ca – Cu – O в широком диапазоне. В образцах состава $\text{BiCaSr}_2\text{Cu}_2\text{O}_y$ обнаружено наличие ($\sim 10\%$) сверхпроводящей фазы с $T_c \gtrsim 110$ К.

Недавно в ¹ сообщалось о наблюдении сверхпроводимости в системе Bi – Sr – Cu – O. Образцы с $T_c = 7 - 22$ К были получены для составов близких к орторомбической фазе $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Cu}_2\text{O}_{7+\delta}$. Обнаружение нового семейства сверхпроводящих купритов не содержащих в своем составе редкоземельного иона открывает перспективы для дальнейшего поиска высокотемпературной сверхпроводимости в перовскитоподобных структурах. В настоящем сообщении приведены результаты исследования сверхпроводящих свойств в системе Bi – Sr – Ca – Cu – O различных составов.

Образцы готовились методом твердофазной реакции с использованием в качестве исходных компонентов соответствующих окислов: Bi_2O_3 , SrO, CaO, CuO. Синтезированные образцы отжигались в потоке O_2 при температурах $820 - 870^\circ\text{C}$ в течение нескольких часов и охлаждались в атмосфере O_2 со скоростью 100°C/ч .

Обнаружено, что образцы различных составов в системе Bi – Sr – Cu – O являются сверхпроводниками с температурой перехода в сверхпроводящее состояние $T_c = 7 \div 15$ К в соответствии с результатами ¹. С другой стороны в системе Bi – Ca – Cu – O во всем исследованном диапазоне составов сверхпроводимости не обнаружено.

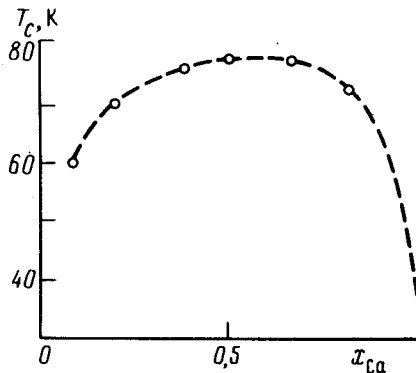


Рис. 1. Зависимость T_c от концентрации x кальция в системе $\text{Bi}(\text{Sr}_{1-x}\text{Ca}_x)_2\text{Cu}_3\text{O}_y$

Высокотемпературная сверхпроводимость с $T_c > 60$ К была найдена в смешанной системе Bi – Sr – Ca – Cu – O. На рис. 1 показана зависимость T_c от x для состава $\text{Bi}(\text{Sr}_{1-x}\text{Ca}_x)_2\text{Cu}_3\text{O}_y$, с $0,1 < x < 0,9$ (предполагаемая фаза 1 – 2 – 3). Величина T_c определялась по середине скачка сопротивления. Удельное сопротивление образцов при 300 К $\rho_{300} = 4 \div 100$ мОм · см (относительное уменьшение содержания Cu приводило к некоторому снижению ρ) и линейно уменьшалось при понижении температуры. Отношение сопротивлений $\rho_{300} / \rho_{100} = 1,5 - 2,2$ и максимально для состава $\text{BiSr}_{1,6}\text{Ca}_{0,4}\text{Cu}_3\text{O}_y$. Отклонение от линейного хода $R(T)$ началось уже при $T = 130 - 150$ К (относительное отклонение, равное 10% наблюдается при $T_{c0} \gtrsim 90$ К).

Основные переходы в зависимости от x наблюдались при $T_c = 60 - 80$ К. Ширины переходов по наиболее резкой части $\Delta T_c = 4 - 10$ К. Образцы были неоднородны. Измерение восприимчивости показало наличие мейснеровской фазы в количестве до 20 - 25 %.

Для некоторых образцов состава $\text{Bi}(\text{Sr}_{1-x}\text{Ca}_x)_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ на зависимостях $R(T)$ наблюдается второй скачок сопротивления в области $T > 100$ К величиной 1 - 2 %, что указывало на возможное существование в исследованных образцах небольшого количества фазы с $T_c > 100$ К. Были изучены различные составы с целью увеличить процентное содержание высокотемпературной фазы. Наилучшие результаты были получены на образцах, имеющих состав, близкий к $\text{BiCaSr}_2\text{Cu}_2\text{O}_y$. На рис. 2 приведена зависимость $R(T)$ для образца указанного состава. Основной переход по сравнению с фазой 1 - 2 - 3 сдвигается в область более высоких температур. Однако, отчетливо виден второй переход, начинающийся при 115 К. Величина скачка сопротивления при этом составляет уже $\sim 10\%$. Данные ЭПР-анализа подтверждают существование сверхпроводящей фазы в этих образцах при $T \lesssim 120$ К.

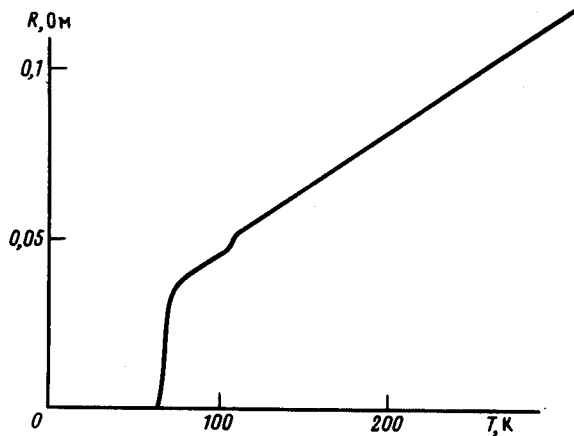


Рис. 2. Температурная зависимость сопротивления для образца состава $\text{BiCaSr}_2\text{Cu}_2\text{O}_y$.

Таким образом, полученные результаты указывают на существование в системе $\text{Bi} - \text{Sr} - \text{Ca} - \text{Cu} - \text{O}$ высокотемпературной сверхпроводимости фазы с $T_c \geq 110$ К. Однако необходимы дальнейшие исследования с целью расшифровки структуры этой фазы и разработки методов получения однофазных образцов.

В заключение выражаем благодарность Цапину А.И. за проведение ЭПР анализа.

Литература

1. Michel C., Hervieu M., Borel M.M. et al. (Preprint, Caen University (CRISMAT), France, 1987.