

К ВОПРОСУ О НЕСОИЗМЕРИМЫХ СТРУКТУРАХ В ВТСП КРИСТАЛЛАХ

В.В.Зарецкий, В.А.Зарецкая-Элиашберг, М.Б.Космына

В кристаллах $\text{Bi}_{2,2}\text{Sr}_{1,8}\text{CaCu}_2\text{O}_{8+x}$ обнаружены несоизмеримые структуры с волновыми векторами модуляции $\mathbf{q}_1 = \delta_1 \mathbf{c}^*$ и $\mathbf{q}_2 = \delta_2 \mathbf{c}^*$. Обсуждается вопрос о природе и характере новых и ранее обнаруженных сверхструктур. Делается вывод о принадлежности Bi-Sr-Ca-Cu-O к семейству несоизмеримых кристаллов.

За последний год появилось несколько десятков статей, в которых сообщается о наличии в высокотемпературных сверхпроводниках различного рода несоизмеримых сверхструктур. Так например, в системе Bi-Sr-Ca-Cu-O (2212) в плоскости ab обнаружено сразу несколько видов длиннопериодических модуляций¹⁻³.

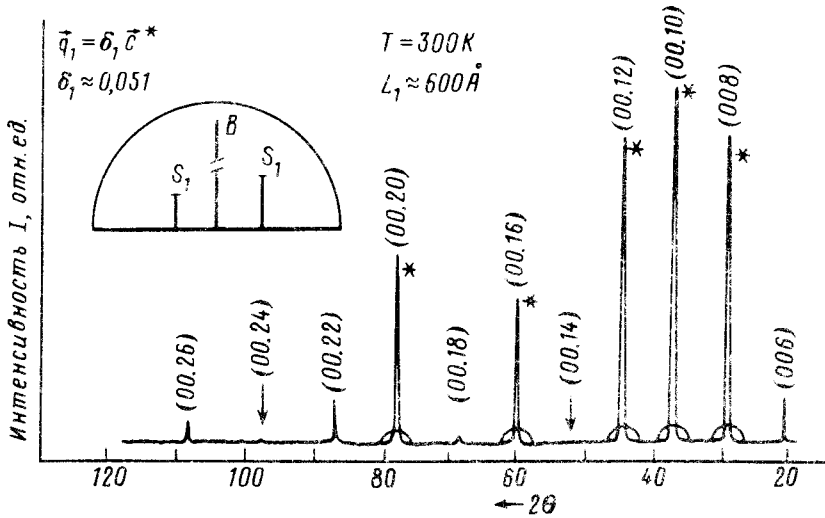


Рис. 1. Рентгенограмма кристалла $\text{Bi}_{2,2}\text{Sr}_{1,8}\text{CaCu}_2\text{O}_{8+x}$ вдоль направления $[001]$. Около четных рефлексов ($l = 2n$), отмеченных звездочками, располагаются сателлиты $S_1(00l \pm \delta_1)$. (На вставке схематическое представление расположения сателлитов S_1). Стрелками отмечены брэгговские рефлексы с очень маленькой интенсивностью. Нечетные рефлексы отсутствуют. δ – параметр несоизмеримости, L – период модуляции

Анализ экспериментальных данных свидетельствует о том, что все эти сверхструктуры соответствуют длиннопериодическим структурам из плоских дефектов, таких как антифазные границы и дефекты упаковки, а "эффекты несоизмеримости" являются следствием комбинации *соизмеримых* (!) периодов в различных пропорциях². Поэтому, в данной ситуации для интерпретации полученных результатов нет необходимости прибегать к несоизмеримым структурам, которые по своей физической сути являются объектами другой природы⁴. Нами в работе⁵ было сделано предположение о существовании в ВТСП несоизмеримых структур, но в правильном смысле этого слова.

Для поиска несоизмеримых структур были проведены рентгенографические исследования (Fe-излучение) на монокристаллах $\text{Bi}_{2,2}\text{Sr}_{1,8}\text{CaCu}_2\text{O}_{8+x}$. Все экспериментальные результаты представлены на рис. 1–3 (см. подписи к рисункам). Использование Fe $K\alpha_1$ -излучения позволило нам зафиксировать сателлитные рефлексы $S_1(00l \pm \delta_1)$ с очень маленькой интенсивностью I_{S_1} ($I_B/I_{S_1} \approx 10^3 - 10^4$), которые расположены на "хвостах" брэгговских рефлексов B

с $l = 2n$ (рис. 1, 2). Сечения, проведенные вблизи рефлексов $(00l)$, показали, что волновой вектор модуляции строго параллелен оси c , т.е. $q_1 = \delta_1 c^*$ ($\delta_1 \approx 0,051$, $L_1 \approx 600 \text{ \AA}$, L_1 – период модуляции) (рис. 2).

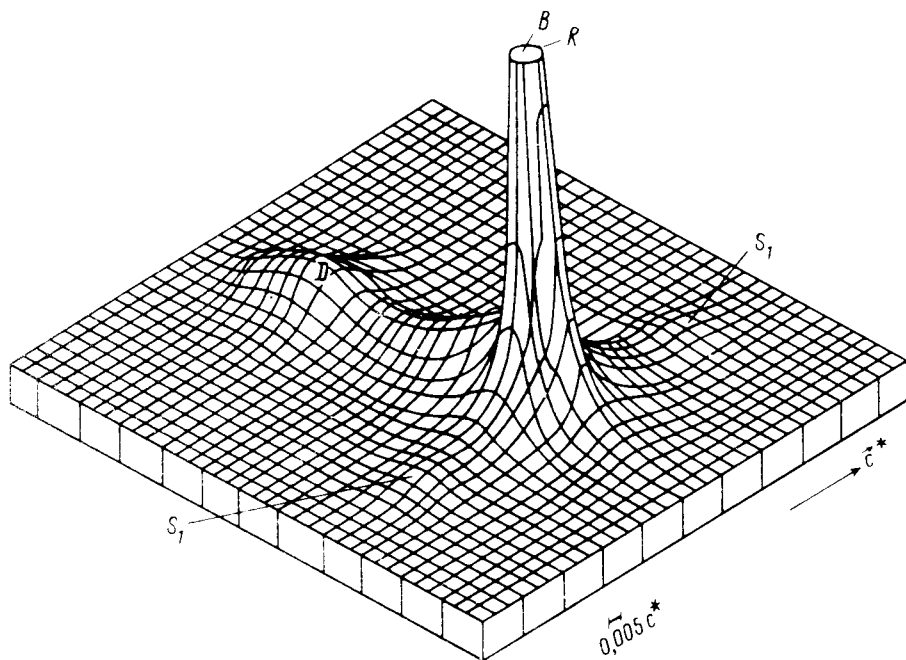


Рис. 2. Изометрическое представление сечения одного из узлов обратной решетки $\text{Vi}_{2,2}\text{Sr}_{1,8}\text{CaCu}_2\text{O}_{8+x}$. (S_1 – сателлиты, D – диффузное рассеяние, B – брэгговский рефлекс, R – дополнительные рефлексы)

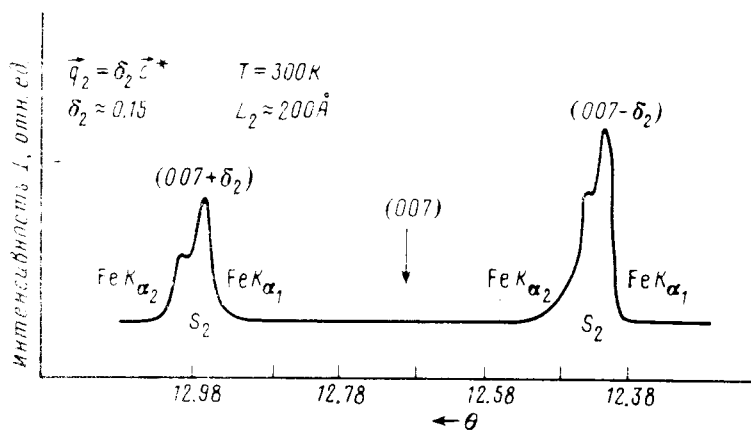


Рис. 3. Профили сателлитов S_2 , расположенных около нечетных (запрещенных) рефлексов ($l = 2n + 1$)

Вблизи рефлексов $00l$ ($l = 2n + 1$), которые запрещены симметрией, были обнаружены сателлиты $S_2(00l \pm \delta_2)$; $I_{S_1}/I_{S_2} \approx 10$, $q_2 = \delta_2 c^*$, $\delta_2 \approx 0,15$, $L_2 \approx 200 \text{ \AA}$ (рис. 3). Сателлиты как S_1 так и S_2 при уменьшении температуры сдвигаются к центру узла обратной решетки. Пред-

ставленные экспериментальные результаты позволяют заключить, что обнаруженные в $\text{Bi}_{2,2}\text{Sr}_{1,8}\text{CaCu}_2\text{O}_{8+x}$ сверхструктуры являются *истинно* несоизмеримыми структурами. А это означает, что основные свойства и особенности несоизмеримых кристаллов будут присущи и высокотемпературным сверхпроводникам,

В заключение отметим (см. рис. 2), что в $\text{Bi}_{2,2}\text{Sr}_{1,8}\text{CaCu}_2\text{O}_{8+x}$ брэгговские рефлексы $(00l)$ и их окрестности имеют сложную конфигурацию: вокруг основного рефлекса на очень близком расстоянии располагаются дополнительные рефлексы R , природа которых пока неизвестна, а также наблюдается сильное диффузное рассеяние. Для ответа на эти вопросы необходимы температурные исследования.

Авторы благодарны А.П.Леванюку и Е.Коломейскому за обсуждение результатов работы.

Литература

1. *Albouy P.A. et al.* J. Phys. France, 1988, 49, 1987.
2. *Herrera R. et al.* Physica C, 1989, 159, 490.
3. *Hewat E.A. et al.* Physica C, 1988, 155, 619.
4. *Blinic R., Levanyuk A.P.* Incommensurate Phases in diellectrics. North-Golland, 1986, p. 402.
5. *Zaretskii V.V. et al.* XII Europ. Cryst. Meet., Moscow. aus 20-29, 1989, Vol. 1, 540P.

Институт физики твердого тела и полупроводников
Академии наук Белорусской ССР

Поступила в редакцию
17 октября 1989 г.