

М.П. КОЛОДЯЖНАЯ, К.Р. ЖЕКОВ, мл. научный сотрудник

Низкотемпературные фазовые переходы в редкоземельном ферроборате $\text{Nd}_{0,6}\text{Dy}_{0,4}\text{Fe}(\text{BO}_3)_4$

Интерес к изучению редкоземельных ферроборатов $\text{RFe}_3(\text{BO}_3)_4$ ($\text{R} = \text{Y}; \text{La}-\text{Nd}; \text{Sm}-\text{Er}$), имеющих ромбоэдрическую структуру (тригональная пространственная группа $\text{R}\bar{3}2$), связан с обнаружением в них связи магнитной, электрической и упругой подсистем, в частности, в некоторых из них мультиферроэлектрических эффектов. Специфика их оптических, магнитных и магнитоэлектрических свойств обусловлена обменным взаимодействием между магнитными подсистемами ионов железа и редкой земли [1]. Магнитные структуры, которые реализуются в кристаллах этой группы, весьма разнообразны: в зависимости от типа редкоземельного иона эти соединения могут быть легкоосными (ферробораты Pr, Tb, Dy) или легкоплоскостными антиферромагнетиками (ферроборат Nd, Sm, Er), либо спонтанным образом переходить из легкоосного к легкоплоскостному состоянию (ферробораты Gd, Ho). Представляет интерес изучение конкурирующего вклада различных редкоземельных ионов в магнитную анизотропию ферроборатов бинарных составов типа $\text{R1}_{1-x}\text{R2}_x\text{Fe}_3(\text{BO}_3)_4$ (где $\text{R1} = \text{Dy}, \text{Tb}$, а $\text{R2} = \text{Nd}, \text{Er}$) [2], в которых можно ожидать реализации спонтанных ориентационных переходов от легкоплоскостного к легкоосному состоянию.

Изометричные монокристаллы $\text{Nd}_{0,6}\text{Dy}_{0,4}\text{Fe}_3(\text{BO}_3)_4$ выращивались из растворов-расплавов на основе тримолибдата висмута по технологии, подробно описанной в [3], и достигали размеров до 10-12 мм. Целью работы является изучение поведения акустических характеристик в зависимости от температуры и напряженности внешнего магнитного поля в монокристалле $\text{Nd}_{0,6}\text{Dy}_{0,4}\text{Fe}_3(\text{BO}_3)_4$. Кристаллы представляют собой прозрачную шестигранную призму зеленого цвета высотой порядка 5-7 мм в направлении, близком к оси симметрии третьего порядка C_3 . Акустические исследования проводились на звуковой установке по мостовой схеме. Образцы ориентировались с помощью метода обратной съемки (метод Лауэ).

В области температур ниже точки Нееля монокристалл находится легкоосном состоянии. Переход из легкоосного состояния в легкоплоскостное происходит в 2 этапа, через некую промежуточную фазу, структура которой не известна. На рис. 1 представлена фазовая диаграмма ферробората $\text{Nd}_{0,6}\text{Dy}_{0,4}\text{Fe}_3(\text{BO}_3)_4$.

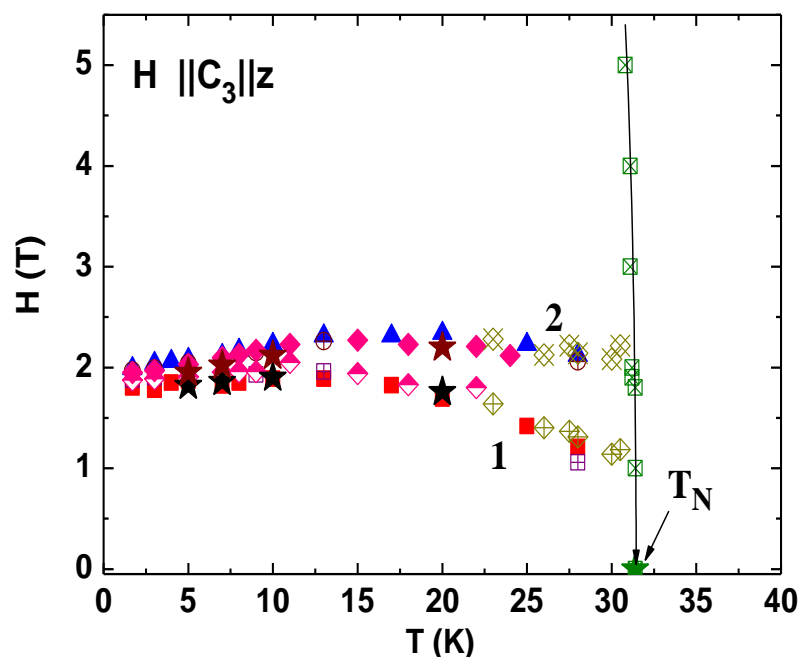


Рис. 1 – Фазовая H-T диаграмма кристалла $\text{Nd}_{0,6}\text{Dy}_{0,4}\text{Fe}_3(\text{BO}_3)_4$, $\text{H} \parallel \text{C}_3 \parallel z$. Четырехугольники соответствуют положению особенностей в температурных и магнитопольевых зависимостях скоростей и поглощения различных акустических мод, звездочки – особенности в намагниченности

В ходе проведенных исследований впервые определена температура Нееля для монокристалла $\text{Nd}_{0,6}\text{Dy}_{0,4}\text{Fe}_3(\text{BO}_3)_4$ в 31.4 К; обнаружены индуцированные магнитным полем фазовые переходы типа спин-флоп по полю, приложенному вдоль направления оси C_3 , вероятно, обусловленные спиновой переориентацией нескольких магнитных подрешеток кристалла; построен низкотемпературный фрагмент фазовой H-T диаграммы.

Список литературы:

1. Huang M., Chen Y., Chen X et al. Simultaneous green and blue laser radiation based on a nonlinear laser crystal $\text{Nd}:\text{GdAl}_3(\text{BO}_3)_4$ and a nonlinear optical crystal KTP // Optics Commun.-2002. – 208. – P.163.
2. Звягина Г. А., Жеков К. Р., Билыч И. В., Звягин А. А., Безматерных Л. Н., Гудим И.А. Низкотемпературные фазовые переходы в редкоземельном ферроборате $\text{Nd}_{0,75}\text{Dy}_{0,25}\text{Fe}_3(\text{BO}_3)_4$ // ФНТ. – 2010. – Вып. №36. – С. 352.
3. Попов Ю. Ф., Кадомцева К. М., Воробьев Г. П., Мухин А. А., Иванов В. Ю., Кузьменко А. М., Прохоров А. С., Безматерных А. Н., Теремов В. Л. Обнаружение спонтанной спиновой переориентации в ферроборатах $\text{Nd}_{1-x}\text{Dy}_x\text{Fe}_3(\text{BO}_3)_4$ с конкурирующим R-Fe обменом // Письма в ЖЭТФ. – 2009. – Том 89. – Вып. №7. – С. 405-411.