

## СВЕТОИНДУЦИРОВАННАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ НЕУСТОЙЧИВОСТЬ ДОМЕННОЙ СТРУКТУРЫ В $\text{FeVO}_3 : \text{Ni}$

Ю.М. Федоров, А.А. Лексиков, А.Е. Аксенов

Обнаружено явление светоиндуцированной неустойчивости доменной структуры в кристалле  $\text{FeVO}_3 : \text{Ni}$ , наблюдаемое в поляризованном свете в виде возникновения распространяющихся волновых возбуждений в спиновой системе, параметры которых зависят от интенсивности и длины волны света, внешнего магнитного поля и температуры.

Борат железа — представитель класса фоточувствительных кристаллов, изменяющих магнитные свойства при освещении. Исследования влияния светового воздействия на магнитную восприимчивость<sup>1</sup>, частоту магнитоакустического резонанса<sup>2</sup> в этом кристалле были истолкованы как уменьшение магнитокристаллической анизотропии в направлении ферромагнитного момента. При этом оставалось невыясненным поведение доменной структуры кристалла в этих условиях. Решению этого вопроса с помощью прямых наблюдений посвящена настоящая работа.

Исследуемые образцы представляли собой монокристаллы  $\text{FeVO}_3$  с небольшой примесью Ni (меньше 0,1%), внесенной для увеличения фоточувствительности<sup>3</sup>. Монокристаллические пластины имели толщину 40 мкм и линейные размеры 1 — 1,5 мм, плоскость пластинок совпадала с базисной плоскостью кристалла. Образцы помещались в криостат на хладагент с регулируемой температурой 78 — 350 К. С помощью оптической системы изображение кристалла в поляризованном свете малой интенсивности регистрировалось либо визуально, либо на фотопленку. Возбуждающее излучение от лампы накаливания фокусировалось на образце с интенсивностью  $10^{-3}$  Вт/см<sup>2</sup>.

1. При температуре  $T = 78$  К наблюдаемые доменные структуры (ДС) мало чем отличались от ДС при комнатной температуре и хорошо соответствуют описанию доменов в этих кристаллах, сделанных Скоттом<sup>4</sup> рис.1, *a*. При включении освещения некоторые стенки наблюдаемой ДС испытывали скачки и перемещались на заметные расстояния, рис. 1, *b*. Кроме этого на этой же фотографии зафиксировано появление субструктуры в виде тонких полос различного контраста. Полосы представляют собой движущуюся решетку с сохраняющимся периодом и различными направлениями движения. Скорость движения полос составляет десятки микрон в секунду и с увеличением интенсивности возбуждающего оптического излучения растет. Направление перемещения перпендикулярно полосовой структуре и может без видимых причин инвертироваться в ту или иную сторону. При этих изменениях не происходит разрывов субструктуры: она движется как единое целое. Истоками и стоками движущихся полос служат границы макродоменов и поверхностные дефекты кристалла. Величина периода движущейся решетки несколько различается в различных областях образца и составляет в среднем несколько десятков микрон. При изменениях азимута поляризатора относительно кристаллографической оси симметрии  $C_2$  установлено перераспределение контраста между тремя системами полос, направления движения в которых ориентированы относительно друг друга под 60 или 120°. На рис. 1, *c* показаны все три системы движущихся полос. При введении в возбуждающий световой поток фильтра, отсекающего ближнюю ИК область, прекращалось движение как полосовой субструктуры так и стенок макродоменов. При этом результирующее распределение ДС оставалось статичным и могло быть сохранено в течении эксперимента (8 час.). Выделяя различные участки спектра излучательной способности лампы накаливания с помощью светофильтров, была установлена спектральная область 0,8 — 1 мкм светового излучения, наиболее эффективно возбуждаю-

шая динамику возникающей субструктуры <sup>1)</sup>. При наложении в базисной плоскости магнитного поля одновременно с „активным” освещением происходит смещение доменных стенок макроструктуры с увеличением доменов, намагниченных по полю, и развитием той системы полос, в которой их направление движения близко к направлению поля. При вращении этого поля в базисной плоскости происходит плавный переход от одной движущейся системы к другой. На рис. 1, *d* показана фотография фотоиндуцированной динамической структуры в магнитном поле  $H = 8$  Э, направленном перпендикулярно движущимся полосам (вдоль стрелки). При дальнейшем увеличении магнитного поля несколько увеличивается период движущейся решетки и уменьшается контраст между полосами. В полях  $H \approx 60$  Э образец становится однородным по контрасту. Если после этого уменьшать поле, сначала появляется полосовая субструктура, которая двигаясь заполняет всю поверхность образца, а затем в малых полях появляется обычная ДС. В случае выключения „активного” освещения в  $H = 0$  движение субструктуры прекращается, и насыщение образца до однородного состояния происходит в гораздо меньших полях  $H \approx 20$  Э. При повышении температуры образца светоиндуцированная динамика ДС существует до температур  $T \approx 130$  К, и при дальнейшем повышении температуры происходит исчезновение статических полосовых структур, созданных „активным” освещением при  $T = 78$  К.

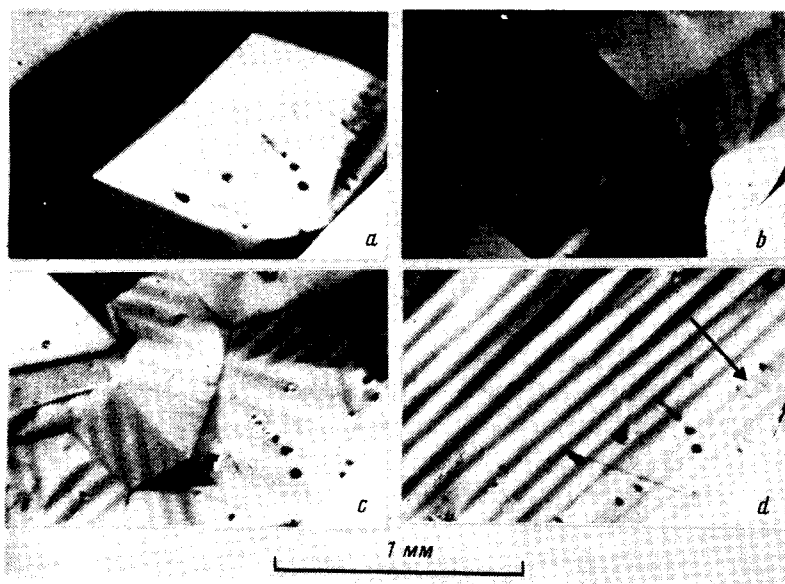


Рис. 1. Развитие доменной структуры кристалла  $\text{FeVO}_3 : \text{Ni}$  при освещении. *a* – *c* – без внешнего магнитного поля; *d* – поле  $H = 8$  Э приложено в направлении, указанном стрелкой

2. Для выяснения вопроса о направлении легкой оси светоиндуцированной магнитной анизотропии в этом кристалле был поставлен следующий эксперимент. Образец насыщался в магнитном поле  $H = 100$  Э и освещался белым светом в течении нескольких минут. После выключения освещения снималось магнитное поле, и наблюдалась сформировавшаяся после этого ДС. Результаты приведены на рис. 2, где показаны фотографии образовавшихся ДС после освещения во взаимно перпендикулярных полях, направления которых обозначены стрелками. В отличие от ДС, показанной на рис. 1, *a*, в этом случае формируются домены в виде макрополос, которые в обоих случаях направлены перпендикулярно магнитному полю,

<sup>1)</sup> В этой области находится максимум фоточувствительности эффекта изменения магнитной восприимчивости.

приложенному на время освещения. Из анализа изменений магнитооптического контраста в образовавшихся доменах при различных наклонах образца относительно направления распространения визуализирующего света следует, что ферромагнитный момент в доменах ориентирован параллельно направлению осей полос, т.е. нормально прикладываемому во время освещения магнитному полю.

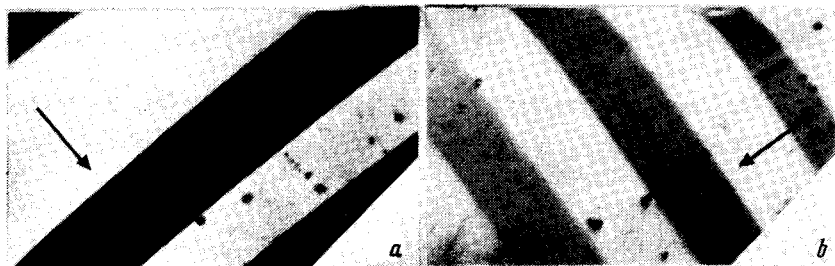


Рис. 2. Фотографии доменной структуры, сформировавшейся после освещения образца в насыщающих магнитных полях. Направление магнитного поля во время освещения показано стрелкой на каждой фотографии

3. Таким образом, прямыми наблюдениями при освещении кристалла  $\text{FeVO}_3:\text{Ni}$  обнаружена неустойчивость доменной структуры и возникновение волновых возбуждений в виде движущихся полос различного контраста. Так как внешнее магнитное поле влияет на параметры динамической полосовой субструктуры, то, по-видимому, ее можно рассматривать как волновой процесс в спиновой системе слабоферромагнитного  $\text{FeVO}_3:\text{Ni}$ , индуцируемый светом. Формирование ДС в виде параллельных макрополос после освещения в насыщенном состоянии говорит о том, что в образце наводится одноосная магнитная анизотропия, легкая ось которой в отличие от других фоточувствительных кристаллов индуцируется в направлении, перпендикулярном внешнему магнитному полю, приложенному во время освещения. Следовательно, при непрерывном освещении кристалла индуцируется поле магнитной анизотропии, направленное всегда нормально ферромагнитному моменту и создающее вращательный момент в спиновой системе. Возникающая таким образом неустойчивость реализуется в виде длинноволновых возбуждений в спиновой системе.

Авторы признательны В.Г.Баряхтару и В.А.Игнатченко за плодотворное обсуждение полученных результатов.

#### Литература

1. Lacklison D.E., Chadwick J., Page J.L. J. Appl. Phys., 1971, 42, 1445.
2. Lacklison D.E., Chadwick J., Page J.L. J. Phys. D.: Appl. Phys., 1972, 5, 810.
3. Seavey M.H. Sol. St. Comm., 1973, 12, 49.
4. Scott G.B. J. Phys. D.: Appl. Phys., 1974, 7, 1574.