

Гистерезисные свойства монокристаллов фрустрированных ферримагнитных оксидов $\text{BaFe}_{12-x}\text{In}_x\text{O}_{19}$ при различных ориентациях магнитного поля

Н.Н. Ефимова, Н.В. Ткаченко, Н.В. Могильченко

Харьковский национальный университет имени В.Н.Каразина

61077, Харьков, пл. Свободы, 4, Украина

mykola.v.tkachenko@univer.kharkov.ua

Представлены результаты экспериментальных исследований гистерезисных свойств монокристаллических образцов фрустрированных ферримагнитных оксидов $\text{BaFe}_{12-x}\text{In}_x\text{O}_{19}$ с $x = 2,8$ и $3,0$ ($0 \leq H \leq 6$ кЭ, $5 \text{ K} \leq T \leq 60 \text{ K}$) при ориентациях внешнего поля $\vec{H} \perp \vec{c}$ и $\vec{H} \parallel \vec{c}$; \vec{c} - гексагональная ось и легкое направление кристаллов. В результате избирательного размещения в решетке немагнитных ионов In^{3+} в этих соединениях сформировалась наноразмерная субструктура: вдоль оси \vec{c} чередуются слои ферримагнитно упорядоченных спинов ($\Delta c \sim 1$ нм) и слои фрустрированных спинов ($\Delta c \sim 0,2$ нм). Установлено, что в этих объектах в формировании гистерезисных свойств существенную роль играют два механизма – анизотропный и обменный. Анизотропией определяется наличие/отсутствие гистерезиса при $\vec{H} \parallel \vec{c} / \vec{H} \perp \vec{c}$ соответственно и переход в суперпарамагнитное состояние при повышении температуры ($T > 30 \text{ K}$). Величина коэрцитивной силы H_c при $\vec{H} \parallel \vec{c}$ определяется обменом, т.е. поведением фрустрированных слоев, которые выступают в роли доменных границ.

Ключевые слова: гистерезисные свойства, монокристаллы, наноразмерная субструктура, фрустрированный слой.

Представлені результати експериментальних досліджень гістерезисних властивостей монокристалічних зразків фрустрованих ферримагнітних оксидів $\text{BaFe}_{12-x}\text{In}_x\text{O}_{19}$ з $x = 2,8$ и $3,0$ ($0 \leq H \leq 6$ кЕ, $5 \text{ K} \leq T \leq 60 \text{ K}$) при орієнтаціях зовнішнього поля $\vec{H} \perp \vec{c}$ і $\vec{H} \parallel \vec{c}$; \vec{c} - гексагональна вісь і легкий напрямок кристалів. У результаті вибіркового розміщення в ґратці немагнітних іонів In^{3+} в цих з'єднаннях сформувалася нанорозмірна субструктура: уздовж осі \vec{c} чергуються шари ферримагнітно впорядкованих спінів ($\Delta c \sim 1$ нм) і шари фрустрованих спінів ($\Delta c \sim 0,2$ нм). Встановлено, що в цих об'єктах у формуванні гістерезисних властивостей істотну роль відіграють два механізми - анізотропний і обмінний. Анізотропією визначається наявність/відсутність гістерезису при відповідно $\vec{H} \parallel \vec{c} / \vec{H} \perp \vec{c}$ і перехід в суперпарамагнітний стан при підвищенні температури ($T > 30 \text{ K}$). Величина коерцитивної сили H_c при $\vec{H} \parallel \vec{c}$ визначається обміном, тобто. поведінкою фрустрованих шарів, які виступають у ролі доменної межі.

Ключові слова: гістерезисні властивості, монокристали, нанорозмірних субструктура, фрустрированной шар.

The results of the experimental studies for the hysteretic properties of frustrated ferrimagnet oxide monocrystal samples $\text{BaFe}_{12-x}\text{In}_x\text{O}_{19}$, with $x = 2.8$ and 3.0 ($0 \leq H \leq 6$ kOe, $5 \text{ K} \leq T \leq 60 \text{ K}$), are given. The directions of the external field are: $\vec{H} \perp \vec{c}$ and $\vec{H} \parallel \vec{c}$; \vec{c} - is a hexagonal axis and an "easy" axis simultaneously. The nano-scale structure has formed in these samples due to the selective placement in the lattice of non-magnetic ions In^{3+} : along the axis \vec{c} there are alternating layers of ferromagnetically ordered spins ($\Delta c \sim 1$ nm) and the layers of frustrated spins ($\Delta c \sim 0.2$ nm). It has been found that two mechanisms are essential in the determination of hysteretic properties for these objects – anisotropic and exchange ones. The anisotropy defines the presence/absence of the hysteresis with $\vec{H} \parallel \vec{c} / \vec{H} \perp \vec{c}$ correspondingly, and the transition to the super-paramagnetic state when the temperature increases ($T > 30 \text{ K}$). The magnitude of the coercive force, H_c , with $\vec{H} \perp \vec{c}$, is determined by the exchange, i.e. by the behaviour of the frustrated layers, which play the role of domain boundaries.

Keywords: hysteresis properties, single crystals, nanoscale substructure, frustrated layer.