

ФОТОИНДУЦИРОВАННОЕ ЗАКРЕПЛЕНИЕ ДОМЕННЫХ СТЕНОК В МАГНИТНОМ ПОЛУПРОВОДНИКЕ $\text{Cd}, \text{Cr}_2, \text{Se}_4$

В.Е.Махоткин, Г.И.Виноградова, В.Г.Веселого

В работе показано, что уменьшение магнитной проницаемости CdCr_2Se_4 под действием света, связано с фотоиндуцированным закреплением доменных стенок.

Известно, что в ряде неметаллических магнитных соединений, например, в CdCr_2Se_4 , $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ и др., наблюдается прямое влияние света на начальную магнитную проницаемость [1 — 3]. Это влияние, как полагают, связано с фотоиндуцированным появлением центров, закрепляющих доменную стенку, что и приводит к уменьшению магнитной проницаемости. Однако, до настоящего времени не было экспериментов, подтверждающих это предположение.

Недавно авторами работы [4] был предложен новый метод изучения закрепления доменных стенок, с помощью которого они исследовали свойства закрепляющих центров в ферромагнитном гадолинии. Начальная магнитная проницаемость магнитных материалов зависит от того, находится ли доменная стенка в свободном состоянии или она связана с определенными закрепляющими центрами. В последнем случае наложив импульсное магнитное поле, можно сорвать стенку с закрепляющего центра и перевести ее в свободное состояние. Время, в течение которого магнитная проницаемость вернется к равновесному значению, а это равносильно закреплению стенки на новых центрах, является определенной характеристикой доменной структуры. Если наложить внешнее поле достаточно малой длительности и амплитуды, можно добиться, чтобы доменная стенка срелаксировала к тому же самому центру. Такая основная идея метода, предложенного в работе [4]. Мы применили этот метод для исследования фотоиндуцированного уменьшения магнитной проницаемости.

В качестве объекта изучения был выбран ферромагнитный полупроводник CdCr_2Se_4 , легированный галлием ($x = 0,035$) в силу того, что при такой степени легирования в этом соединении наблюдается максимальное влияние света на магнитную проницаемость, которое ранее нами было названо фотоферромагнитным эффектом (ФФЭ) [3,5]. Измерение магнитной проницаемости производилось по коэффициенту передачи высокочастотного ($f = 4 \text{ МГц}$) сигнала. Образец по форме был близок к тороиду и имел три обмотки, одну для подачи импульсного подмагничивающего поля, вторую для введения высокой частоты, третья обмотка являлась приемной. Амплитуда высокой частоты поддерживалась достаточно малой, чтобы преобладали обратимые смещения доменной границы. Длительность прямоугольного импульса подмагничивающего поля изменялась в широких пределах. Освещение образца производилось с помощью обычной лампы накаливания мощностью 100 вт без использования каких-либо светофильтров. Все эксперименты проводились при температуре жидкого азота.

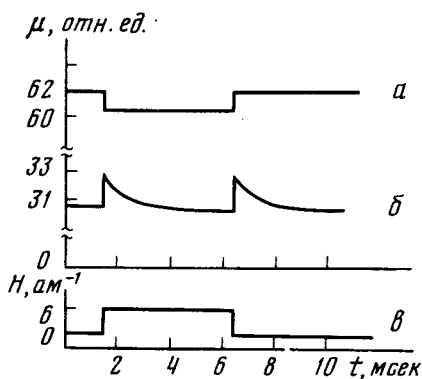


Рис. 1. Поведение высокочастотной магнитной проницаемости CdCr_2Se_4 под действием подмагничивающего поля: *a* — образец не освещен; *б* — образец освещен белым светом; *в* — импульс подмагничивающего поля ($\tau = 5 \text{ мсек}$, $H = 6 \text{ ам}^{-1}$)

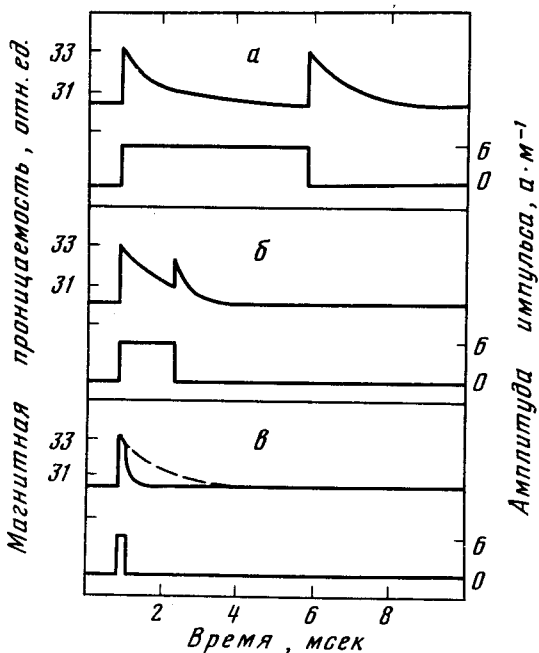


Рис. 2. Поведение высокочастотной магнитной проницаемости освещенного белым светом образца из CdCr_2Se_4 под действием подмагничивающего поля ($H = 6 \text{ ам}^{-1}$): *a* — длительность импульса $\tau = 5 \text{ мсек}$; *б* — $\tau = 1 \text{ мсек}$; *в* — $\tau = 0,1 \text{ мсек}$

На рис. 1 показан полученный результат для длительности подмагничивающего импульса $\tau = 5 \text{ мсек}$ и амплитуды $H = 6 \text{ ам}^{-1}$. В неосвещенном образце наблюдается уменьшение магнитной проницаемости под действием поля (рис. 1, а). В освещенном светом образце в моменты действия фронтов импульса поля наблюдается возрастание магнитной проницаемости, которое можно трактовать, как частичный срыв доменных стенок с закрепляющих центров. Если обозначить через $\Delta\mu_{\text{СВ}}$ уменьшение магнитной проницаемости под действием света, а через $\Delta\mu_{\text{П}}$ максимальное увеличение магнитной проницаемости освещенного кристалла под действием подмагничивающего поля, то максимальная величина отношения $\Delta\mu_{\text{П}}/\Delta\mu_{\text{СВ}}$ в наших экспериментах составляла 15%, т.е. наблюдается лишь частичное восстановление магнитной проницаемости. Закрепление доменных границ на новых центрах происходит за времена порядка нескольких миллисекунд.

На рис. 2 показано влияние прямоугольного импульса поля различной длительности на магнитную проницаемость освещенного кристалла CdGr_2Se_4 . Для длительности импульса $0,1 \text{ мсек}$ время релаксации магнитной проницаемости гораздо короче и уже является, по-видимому, характеристикой свойств самих закрепляющих центров. Для длительности импульса 1 мсек наблюдается более сложное поведение магнитной проницаемости. В неосвещенном кристалле для всех приведенных длительностей поля наблюдается уменьшение магнитной проницаемости.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что уменьшение магнитной проницаемости под действием света связано с закреплением доменных стенок на фотоиндуцированных центрах, в темноте же такого закрепления не наблюдается.

Физический институт им. П.Н.Лебедева
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
5 июня 1978 г.

Литература

- [1] U.Eny, Van der Heide. Sol. Stat. Comm., **6**, 347, 1968.
- [2] W.Lems, P.J.Rijnierse, P.F.Bongers, U.Enz, Phys. Rev. Lett., **21**, 1643, 1968.
- [3] В.Г.Веселаго, Е.С.Вигелева, Г.И.Виноградова, В.Т.Калинников, В.Е.Махоткин. Письма в ЖЭФ, **15**, 316, 1972.
- [4] G.H.J.Wantenaar, S.J.Campbell, D.H.Chaplin, K.R.Sydney, V.H.Wilson. Phys. Rev. Lett., **37**, 1767, 1976.
- [5] V.G.Veselago, E.S.Vigeeleva, G.J.Vinogradova, V.T.Kalinnikov, V.E.Makhotkin. Proc. Intern. Conf. on Physics Semiconductors, 1300, Warszawa, 1972.