

Конкуренция оцк/гцк фаз и эффект усиления намагниченности насыщения в нанокристаллических Co-Fe-Ni плёнках¹

Хоменко Евгений Владимирович²

аспирант

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Введение

Магнитомягкие тонкие плёнки с высоким магнитным моментом применяются в магнитных системах хранения информации, высокочастотных планарных индукторах и перспективных энергонезависимых магнитных элементах памяти. В настоящее время наибольшее распространение получили пермаллоевые сплавы. Однако тройной сплав Co-Fe-Ni может обладать большей намагниченностью насыщения [1]. Атомы этого сплава могут образовывать кристаллиты с оцк и гцк решётками, конкуренция между которыми приводит к понижению коэрцитивной силы и уменьшению магнитострикции. В тоже время, сложная корреляция между условиями осаждения, микроструктурой и магнитными свойствами является основным сдерживающим фактором промышленного использования этого сплава.

Результаты

Влияние химического состава сплава на структуру и магнитные свойства Co-Fe-Ni плёнок удобно описывать, если ввести функцию, аргументами которой являются концентрации Co, Ni и Fe (x , y и z соответственно). Такой функцией может быть число электронов, приходящихся на один атом сплава: $n_e = 27x + 28y + 26z$.

Соотношение количества оцк и гцк кристаллитов в плёнке, а также параметры соответствующих решёток определялись методом дифракции рентгеновских лучей [2]. В идеализированном случае постоянная решётки в зависимости от состава меняется по закону Зена [3], основанному на атомных объёмах, приходящихся на каждый элемент сплава. Отклонение от этого закона можно интерпретировать как деформацию решётки. Было обнаружено, что величина деформации решёток оцк и гцк кристаллитов нелинейным образом зависит от n_e . При уменьшении концентрации Fe, т.е. при увеличении n_e параметр оцк решётки a_{exp}^{bcc} уменьшается быстрее, чем это ожидается по закону Зена. В гцк фазе происходит обратное - a_{exp}^{fcc} с падением n_e увеличивается быстрее, т.е. деформация приводит к «раздуванию» решётки.

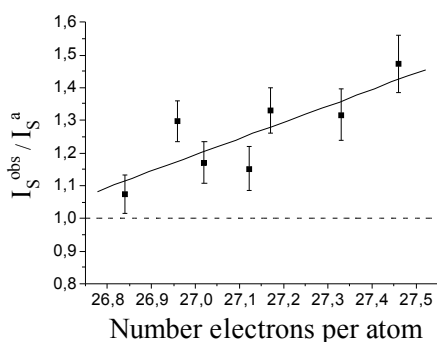


Рис.1.Эффект усиления намагниченности.

¹ Тезисы доклада основаны на материалах исследований, проведённых при частичной поддержке гранта президента Российской Федерации NSh-5365.2006.2.

² Автор выражает признательность профессору, д.ф.-м.н. Чеченину Н.Г. за помощь в подготовке тезисов.

Намагниченность сплава, главным образом, зависит от его состава и может быть выражена в виде линейной комбинации намагниченностей Fe, Ni и Co: $I_S^a = I_S^{Co} x + I_S^{Ni} y + I_S^{Fe} z$, где $I_S^x = 1400, 480$ и 1700 Гс соответственно. Сравнение ожидаемой намагниченности и намагниченности, измеренной ФМР методом показало, что при увеличении n_e от 26,8 до 27,5 возникает эффект усиления намагниченности (рис.1). При $n_e=26,8$ измеренная намагниченность превышает ожидаемую в 1,1 раза, а при $n_e=27,5$ – в 1,4 раза и по абсолютному значению достигает 21кГс, что существенно выше чем у пермаллоевых сплавов. Причиной возникновения этого эффекта может быть перестройка электронных оболочек разупорядоченного сплава Co-Fe-Ni плёнки, обусловленная деформацией кристаллической структуры.

Литература

1. T. Osaka, M. Takai, K. Hayashi, K. Ohashi, M. Saito and K. Yamada, *Nature*, **392** (1998) 796
2. N.G.Chechenin, E.V. Khomenko, J.Th.M. de Hosson, *JETP Letters*, **85** (2007) 251
3. E-an Zen, *Amer. Mineralogist*, **41** (1956) 523