

состоит из димерно-тетраэдрических ассоциатов, имеющих наиболее близкую длину волны к длине волны резонансного поглощения воды СВЧ-излучения.

Таблица 1

Значения амплитуд колебаний, резонансных частот и длин волн от температуры воды.

T, °K	Молекула H ₂ O, R = 2,319 Å			(H ₂ O) ₂ , R = 4,638 Å			(H ₂ O) ₄ R = 3,34 Å		
	a, Å	$\nu, 10^{10}$ Гц	λ , см	a, Å	$\nu, 10^{10}$ Гц	λ , см	a, Å	$\nu, 10^{10}$ Гц	λ , см
293	1,172	8,381	0,357	2,93	2,378	1,262	1.054	4.671	0,642
313	3,756	2,702	1,1	6,76	1,065	2,817	5,258	0.964	3,112
333	8,658	1,21	2,479	16,65	0,446	6,72	12,387	0,4242	7,072
353	15,814	0,682	4,397	30,558	0,250	12	22,309	0,242	12,39

1. Френкель И.Я. Кинетическая теория жидкостей. М.:Л, Изд. АН СССР, 1945. 253-260 с.
2. North A.M. The collision theory of chemical reaction in liquids. Methuen, London, Wiley, New York, 1964. 117-121 с.

ВЛИЯНИЕ ТЕРМОМАГНИТНОЙ ОБРАБОТКИ НА ГИСТЕРЕЗИСНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЁНОК СПЛАВОВ ГРУППЫ ЖЕЛЕЗА

Горьковенко А.Н.¹, Панченко П.А.^{1*}, Кулеш Н.А.¹, Васьковский В.О.^{1,2}

¹ Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, Россия

² Институт физики металлов УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

*E-mail: pollyshenko@gmail.com

INFLUENCE OF MAGNETIC FIELD ANNEALING ON HYSTERESIS PROPERTIES OF POLYCRYSTALLINE FILMS OF IRON-GROUP ALLOYS

Gorkovenko A.N.¹, Panchenko P.A.^{1*}, Kulesh N.A.¹, Vas'kovskiy V.O.^{1,2}

¹Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

²Institute of Metal Physics, Yekaterinburg, Russia

Annotation. Comparative study of hysteresis properties was performed on Fe, Co, Ni, Fe₁₁Ni₈₉, Fe₂₀Ni₈₀, Co₃₀Ni₇₀ polycrystalline films obtained by magnetron sputtering before and after magnetic field annealing. Qualitative model explaining the specific features of experimental angular dependencies of coercivity was proposed.

Функциональные плёночные среды, предназначенные для использования в устройствах магнитомикроэлектроники и спинтроники, как правило, имеют сложную слоистую структуру, включающую, в том числе, слои ферромагнитных 3d-металлов и их сплавов [1]. Одним из важных свойств таких слоёв является

магнитный гистерезис, который влияет на устойчивость и воспроизводимость магнитных состояний плёночных структур. Данная работа посвящена исследованию гистерезисных свойств плёнок базисных элементов группы железа (Fe, Co, Ni) и некоторых их сплавов, обладающих высокой анизотропией магнитосопротивления.

Образцы для исследования были получены на стеклянных подложках методом магнетронного распыления в присутствии однородного технологического магнитного поля параллельного плоскости подложек. Они имели трёхслойную структуру – стекло/Ta/M/Ta, в которой основные магнитные слои ($M = \text{Fe, Co, Ni, Fe}_{11}\text{Ni}_{89}, \text{Fe}_{20}\text{Ni}_{80}, \text{Co}_{30}\text{Ni}_{70}$) толщиной 40 нм были защищены вспомогательными слоями Ta толщиной 5 нм. В ходе эксперимента образцы последовательно отжигались при температурах 200 и 400 °С. Отжиги продолжительностью 1 час проводились в вакууме в магнитном поле, которое ориентировалось относительно геометрии образцов так же, как технологическое поле. Величиной, характеризующей магнитный гистерезис, выступала коэрцитивная сила H_c , которая определялась из магнитооптических петель гистерезиса, измеренных под различными углами (ϕ) к оси приложения технологического поля.

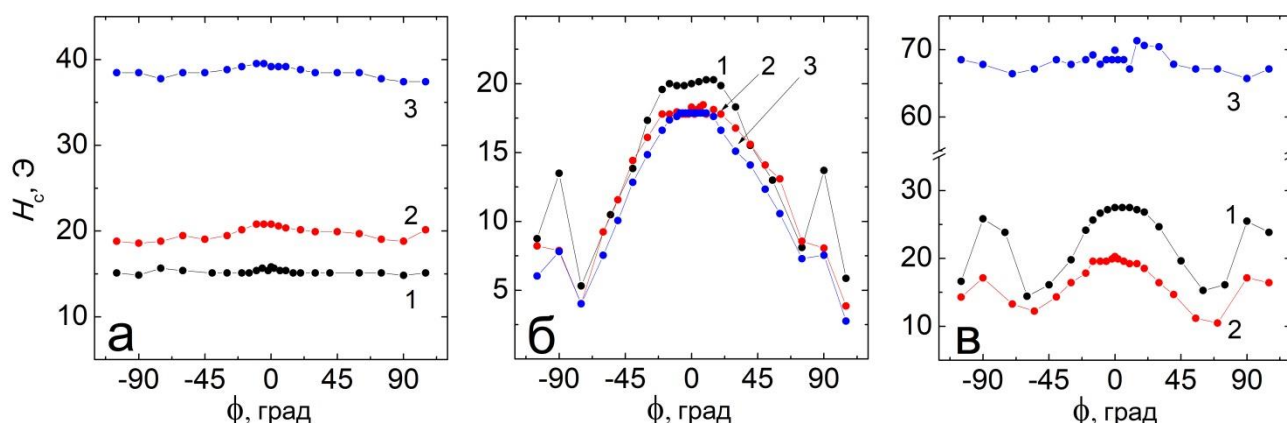


Рис. 1. Зависимости коэрцитивной силы от угла между внешним магнитным полем и осью приложения технологического магнитного поля для плёнок разного состава (а – Fe; б – Co; в – Ni) в исходном состоянии (кривые 1) и после термомагнитной обработки при 200 °С (кривые 2) и 400 °С (кривые 3)

Анализ полученных результатов показал, что уровень магнитного гистерезиса, вид зависимостей $H_c(\phi)$ и их трансформация при термомагнитной обработке весьма разнообразны (см. Рис.1) и отражают различия в структурном состоянии, характере и величине магнитной анизотропии плёнок разного состава. В работе дана модельная интерпретация установленных закономерностей.

Исследование проведено в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России 3.6121.2017/8.9.

1. Xu Y., Awschalom D.D., Nitta J., Handbook of Spintronics, Editors: N.-Y. Springer Reference (2016).