

ВЛИЯНИЕ ТЕРМООБРАБОТКИ НА МАГНИТНУЮ АНИЗОТРОПИЮ ТОНКИХ ПЛЕНОК СПЛАВОВ Fe-Si-B-M-Cu (M: Nb, W, NbMo)

Путинцев А.Д.*, Михалицына Е.А., Катаев В.А., Лепаловский В.Н.

Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

*E-mail: alexander.putinsev@gmail.ru

EFFECT OF HEAT TREATMENT ON THE MAGNETIC ANISOTROPY OF THIN FILMS OF ALLOYS Fe-Si-B-M-Cu (M: Nb, W, NbMo)

Putintsev A.D.*, Mikhaliitsyna E.A., Kataev V.A., Lepalovskiy V.N.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. Study of the heat treatment effect on $\text{Fe}_{72.5}\text{Si}_{14.2}\text{B}_{8.7}\text{W}_{3.5}\text{Cu}_{1.1}$ thin films magnetic anisotropy is presented. It is shown the coercivity increase at a heat treatment of 450 °C for all samples under study.

Сплавы типа Finemet являются предметом огромной научно-исследовательской работы и широко используются в области магнитных датчиков на основе гигантского магнитного импеданса [1,2,3]. Заданный уровень магнитных свойств в данных сплавах, как правило, контролируется подходящей термообработкой. В данной работе исследовано влияние термообработки на магнитную анизотропию, доменную структуру и гистерезисные свойства пленок сплавов Fe-Si-B-M-Cu (M=Nb, W, NbMo).

Исследуемые образцы были получены методом высокочастотного ионно-плазменного распыления мишени сплава и имеют различную толщину, определяемую по скорости напыления от 10 до 200 нм. Пленки осаждались в атмосфере аргона в присутствии технологического поля напряженностью 100 Э, приложенного в плоскости пленки. Образцы отжигались при температурах 350, 400, 450 °C в присутствии технологического поля, ориентированном также, как и при напылении. Магнитные свойства изучались с помощью магнитооптического микроскопа на основе эффекта Керра.

На рис. 1 представлены петли гистерезиса для пленок сплава Fe-Si-B-Nb-Cu в исходном состоянии и после отжигов. Для исходных пленок характерны одноосная магнитная анизотропия, наведенная присутствием технологического поля, и полосовая доменная структура. В результате последующих отжигов при температурах 350 и 400 °C в пленках с Nb и W наблюдается отсутствие магнитной анизотропии и неоднородная доменная структура. Однако в пленках с NbMo наведенная магнитная анизотропия сохранялась вплоть до отжига при температуре 450 °C, хотя наблюдалось уменьшение поля наведенной анизотропии. После термообработки при 450 °C во всех исследуемых пленках резко возросла коэрцитивная сила, что связано с их кристаллизацией.

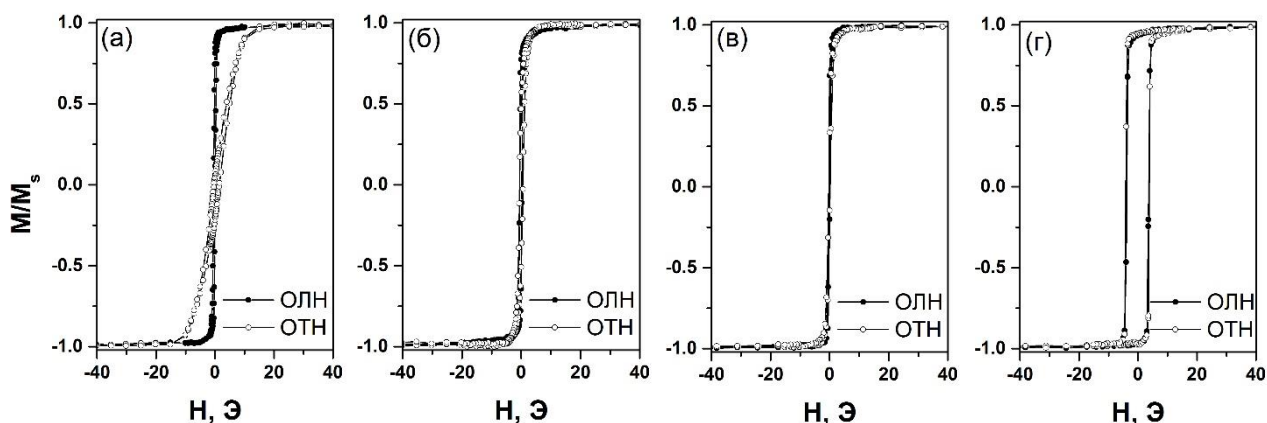


Рис.1. Петли гистерезиса, измеренные вдоль оси легкого намагничивания (ОЛН) и перпендикулярно к ней (ОТН), пленки толщиной 200 нм сплава Fe-Si-B-Nb-Cu в состоянии после получения (а) и после отжига при температурах 350°C (б), 400°C (в) и 450°C (г)

1. Y. Yoshizawa, S. Oguma, and K. Yamauchi, *Journ. Appl. Phys.*, **64**, 6044 (1998).
2. F. Zighem, A. El Bahoui, J. Moulin and et. al, *Journ. Appl. Phys.*, **116**, 1 (2014).
3. W. Wang, *Thin Solid Films*, **484**, 299 (2005).

МЕТОД РАСЧЕТА ТЕПЛООБМЕНА В СИСТЕМАХ С ФАЗОВЫМИ ПРЕВРАЩЕНИЯМИ И ПОДВИЖНЫМИ ГРАНИЦАМИ ЗОН

Черных В.Н., Денисов М.А.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

E-mail: vladislav.5@mail.ru

THE METHOD OF CALCULATION OF HEAT EXCHANGE IN SYSTEMS WITH PHASE TRANSFORMATIONS AND MOBILE BORDERS OF ZONES

Chernykh V.N., Denisov M.A.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

The article is devoted to development of a method of modeling heat oxidized metal blanks that have changed over time the size and thickness of the layer of scale. Used in the design approach facilitates the use of modern software packages for the analysis of objects with variable geometry and due to this can dramatically reduce the complexity of the development of mathematical models of a number of process metallurgy. The experimental method of verification. The possibility of using the simulation method for improved ways of controlling industrial heating processes.