

ПРИМЕНЕНИЕ БУФЕРНЫХ СЛОЁВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ТЕКСТУРЫ В ПЛЁНКАХ Cr-Mn/Fe

Фещенко А.А.¹, Москалев М.Е.¹, Лепаловский В.Н.¹, Степанова Е. А.¹,
Васьковский В.О.^{1,2}, Кравцов Е. А.²

¹⁾ Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

²⁾ Институт физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

E-mail: asynikname@mail.ru

APPLICATION OF BUFFER LAYERS FOR THE FORMATION OF CRYSTALLINE TEXTURE IN Cr-Mn/Fe FILMS

Feshchenko A.A.¹, Moskaev M.E.¹, Lepalovskij V.N.¹, Stepanova E.A.¹,
Vas'kovskiy V.O.^{1,2}, Kravtsov E. A.²

¹⁾ Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

²⁾ Institute of Metal Physics, Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

The magnetic properties and crystal structure of X/Cr₈₀Mn₂₀/Fe/Ta films with various buffer layers (X = Ta, Ta/Fe, Ta/Cr) are studied in this work. The dependences of the main magnetic characteristics of the films are obtained and interpreted. Their structure has been studied.

Тонкопленочные материалы широко используются в качестве датчиков и устройств высокоплотной записи памяти. Системы антиферромагнетик/ферромагнетик являются важной составляющей многих функциональных сред благодаря реализуемому в них эффекту обменного смещения. Как следствие, антиферромагнетики долгое время использовались лишь как вспомогательные слои, обеспечивающий закрепление магнитного момента в прилежащих ферромагнитных слоях [1]. Последние несколько лет благодаря наблюдению в них таких эффектов, как аномальный и спиновый эффекты Холла, антиферромагнетики стали рассматриваться как самостоятельные среды для спинтроники [2]. Одним из таких материалов выступает антиферромагнитный сплав Cr-Mn, отличающийся высокой температурой Нееля и достаточно большим диапазоном составов, при котором реализуется антиферромагнитное упорядочение. Известно, что значительную роль в формировании свойств пленочных материалов играют буферные покрытия [3]. В этой работе изучено влияние буферных слоев на текстуру и магнитные свойства пленок системы X/Cr₈₀Mn₂₀/Fe/Ta. Верхний слой Fe выступает в качестве индикатора антиферромагнитного упорядочения при комнатной температуре. При реализации последнего наблюдается эффект обменного смещения, заключающийся в сдвиге петли гистерезиса ферромагнитного слоя Fe вдоль оси магнитных полей.

Исследуемые пленочные образцы были получены методом магнетронного со-распыления однокомпонентных мишеней Ta, Cr, Mn и Fe. Подложками служили покровные стёкла Corning, покрытые буферным слоем ($X=Ta$, Ta/Fe, Ta/Cr) толщиной 5 нм. Толщина антиферромагнитного слоя составляла 20 нм, ферромагнитного – 10 нм. Для исследования магнитных свойств пленок использовались Керр-магнитометр EvicoMagnetics, измерительный комплекс PPMS DynaCool 9T, SQUID-магнитометр MPMS XL7, вибромагнитометр LakeShore. Для аттестации структурного состояния плёнок использовался рентгеновский дифрактометр PANalytical Empyrean series 2.

В ходе исследования было установлено, что у исследуемых пленок не возникает обменного смещения как при комнатной температуре, так и в широком диапазоне температур (от 5 до 350 К). Проведение термической обработки также не способствуют его появлению. Однако эффект обменного смещения удаётся реализовать при использовании антиферромагнитного слоя толщиной 100 нм.

В результате исследований были обнаружены существенные различия в кристаллической структуре пленок. На рисунке 1, а видно, что в пленках толщиной 20 нм буферный слой Ta способствует формированию текстуры типа (200) (кривая 2), а покрытие Ta/Fe задают ярко выраженную текстуру типа (110) (кривая 4). У пленки с буферным слоем Cr текстуры не наблюдается (кривая 3), как и у пленки толщиной 100 нм с буферным покрытием Ta (кривая 4). Наличие текстуры подтверждается и приведенными на рисунке кривыми качания (рисунки 1, б и 1, в). По-видимому, вопреки широко распространённому мнению [1], наличие текстуры не является обязательным условием в формировании обменной связи между слоями.

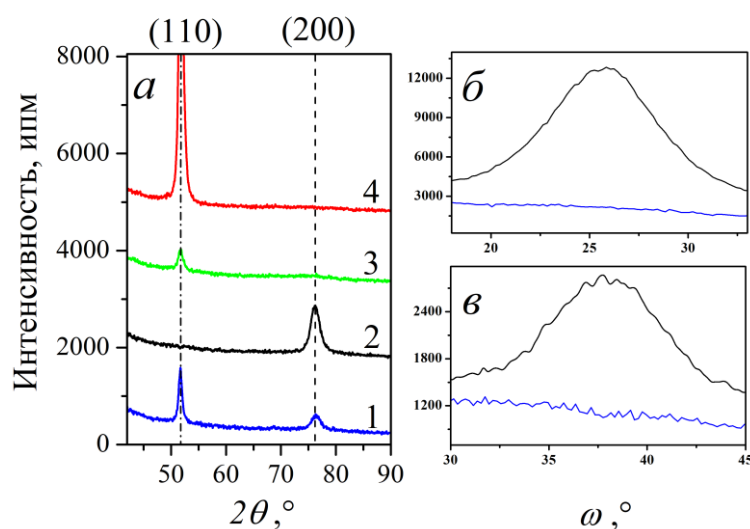


Рис. 1. Дифрактограммы (а) и кривые качания пиков (110) (б) и (200) (в) пленки Ta/Cr80Mn20 (100 нм)/Fe (кривая 1, нижний линии на б и в) и пленок X/Cr80Mn20 (20 нм)/Fe, где X – буферный слой Ta (кривая 2, верхняя линия на в), Cr (кривая 3) и Fe (кривая 4, верхняя линия на б)

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, проект №22-22-00814

1. O'Grady K. et al. Anisotropy in antiferromagnets //Journal of Applied Physics. – 2020. – Vol. 128. – No. 4. – P. 040901.
2. Baltz V. et al. Antiferromagnetic spintronics // Reviews of Modern Physics – 2018 – Vol. 90 – No. 1 – P. 015005.
3. Feng W. et al. Structural and magnetic phase diagrams of epitaxial Cr–Mn alloy thin films //Journal of Applied Physics. – 2010. – Vol. 108. – No. 7. – P. 073915.