

К ВОПРОСУ О СТАРЕНИИ ПЛЕНОК $MnBi$

Я. М. ПОГОСЯН, М. А. СОЛИМАН

В работе непосредственно в электронном микроскопе исследовано влияние локального нагрева на структуру пленок $MnBi$, полученных на поверхности стекла, а также свежего скола слюды. Показано, что при этом на микроучастках пленки, граничащих с центром электронного пучка, где градиент температуры максимален, выделяется свободный висмут, что, по-видимому, и является одной из причин старения пленок $MnBi$ при их использовании в качестве элементов памяти с термомагнитной записью информации.

Известно, что при вакуумной конденсации пленок Bi и Mn (соотношение атомных концентраций 50 : 50) и последующем диффузионном отжиге образуется интерметаллическое соединение $MnBi$, являющееся ферромагнитным. Благодаря высокой кристаллографической анизотропии $K_u = 9,1 \cdot 10^6$ эрг/см³, установлению оси «С» в направлении, перпендикулярном к поверхности пленки, и высокому фарадеевскому вращению этот класс пленок выдвигается в ряд наиболее перспективных при их использовании как элементов памяти в ЭЦВМ с большой плотностью термической записи информации. Термическая запись обычно осуществляется путем импульсного локального термического нагрева до температуры, близкой к температуре Кюри, с одновременным приложением небольших подмагничивающих полей. В работе [1] показано, что при таком циклическом нагреве пленок $MnBi$ происходит изменение магнитных параметров пленки, т. е. процесс старения, связанный с возможными структурными изменениями.

Целью настоящей работы является электронномикроскопическое исследование влияния локального нагрева на структуру пленок $MnBi$.

Экспериментальные результаты и их обсуждение

Исследуемые пленки были получены методом вакуумной конденсации при остаточном вакууме 10^{-5} тор как на покровных стеклах микроскопа, так и на поверхности свежего скола монокристаллической слюды. Образцы, предназначенные для исследования в электронном микроскопе, отделялись от подложки с помощью склеивающей ленты. Диффузионный отжиг осуществлялся как в вакуумной установке, так и непосредственно в электронном микроскопе под действием интенсивного пучка [2]. Исследования проводились на электронном микроскопе JEM-100U.

Результаты исследований показали, что при длительном нахождении образца пленки под интенсивным пучком электронов на участках пленки вблизи центра пучка падающих электронов, где температура максимальна, выделяется отдельная фаза в виде капелек (рис. 1). По мере перемещения образца под пучком эти капельки смещаются так, что они занимают участки пленки, где градиент температуры максимален. При таком перемещении капелек одновременно наблюдается и их рост, причем создается впечатление, что капельки являются резервуаром, куда поступает избыток ве-

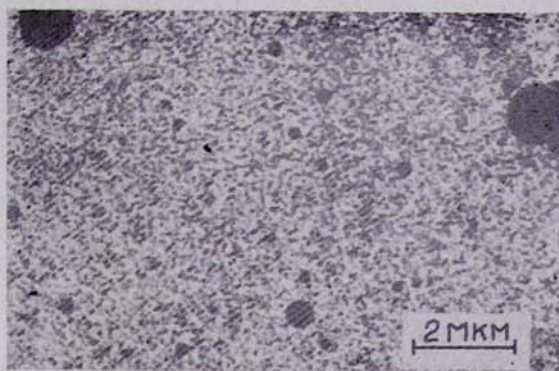


Рис. 1. Электронная микрофотография пленки $MnBi$ в момент начала выделения Bi в виде черных капелек.

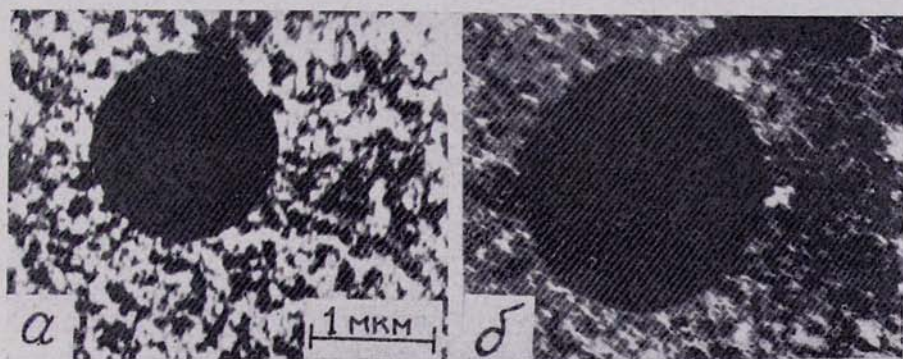


Рис. 2. Микрофотография, иллюстрирующая процесс роста капельки Bi при ее смещении с помощью электронного пучка.

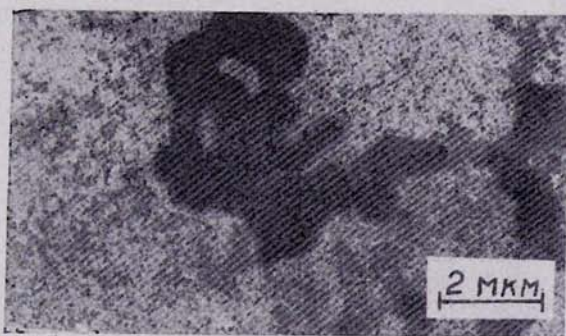


Рис. 3. Появление игольчатой структуры после выделения Bi .

щества, выделяющийся из $MnBi$ из-за возникновения термодинамического неравновесия на этих участках (аналогично зонной очистке). При смещении пятна виден «островок», который всасывает избыток вещества в этот резервуар (см. рис. 2, а, б).

Наряду с вышеописанным на этих же участках наблюдается возникновение игольчатой структуры, выделяющейся на микрофотографии своей контрастностью. Иначе говоря, возникновение выделений в виде капелек сопровождается образованием игольчатой (дендритной) структуры (рис. 3). Электронографические исследования показали, что наблюдаемое выделение и образование игольчатой структуры не приводит к качественному изменению исходной структуры $MnBi$.

Известно, что многокомпонентным тонким пленкам, полученным вакуумной конденсацией, свойственна термодинамическая неравновесность, которая, в частности, может проявляться на диаграмме состояния, например, расширением области предельной растворимости одного компонента в другом [3]. В этой связи объяснение кинетики образования интерметаллического соединения $MnBi$ с помощью диаграммы состояния для массивного $MnBi$ [4] вряд ли будет приемлемым. В работе [5] на основании прецизионных измерений параметров решетки пленок $MnBi$ было установлено, что возникновение высокотемпературной фазы $MnBi$ при нагреве пленок до температуры 355°C и выше обусловлено переходом $MnBi \rightarrow Mn_{1,06}Bi + \text{свободный висмут}$. При последующем охлаждении пленки переход из высокотемпературной фазы в низкотемпературную может сопровождаться выделением уже избыточного марганца. Этот гистерезис на диаграмме состояния $MnBi$, наблюдающийся при температуре, соответствующей температуре Кюри, по-видимому, и является одной из основных причин выделения свободного висмута при циклическом локальном нагреве пленок $MnBi$. Переход из низкотемпературной фазы в высокотемпературную в локальных областях пленки при циклическом нагреве, имеющем место при термической записи информации на монокристаллических пленках $MnBi$, в свете вышеизложенного является причиной изменения магнитных характеристик исследуемых пленок, что представляет собой не что иное, как старение.

Ереванский государственный
университет

Поступила 26.I.1975

ЛИТЕРАТУРА

1. S. Honda, T. Nomura et al. Japan. J. Appl. Phys., 12, 1824 (1973).
2. Я. М. Погосян, М. А. Солиман. Доклад на школе-семинаре по современным магнитным материалам, Куйбышев, 1974.
3. А. С. Палатник, М. Я. Фукс, В. М. Косевич. Механизм образования и субструктура конденсированных пленок, Изд. Наука, М., 1972.
4. М. Хансен, К. Андерко. Структуры двойных сплавов, Металлургиздат, М., 1962.
5. D. Chen. J. Appl. Phys., 45, 2358 (1974).

MnBi ԹԱՂԱՆԹՆԵՐԻ ՀՆԱՑՄԱՆ ՄԱՍԻՆ

Յա. Մ. ՊՈԳՈՍՅԱՆ, Մ. Ա. ՍՈԼԻՄԱՆ

Աշխատանքում անմիջապես էլեկտրոնային մանրադիտակում հետազոտված է լուրջ տարացման ազդեցությունը MnBi թաղանթների կառուցվածքի վրա, որոնք ստացված են ապակու, ինչպես նաև փայլարի թարմ կտրվածքի վրա: Ցույց է տված, որ էլեկտրոնային փնջի շուրջը ընկած միկրոտիրույթում, որտեղ շերտաստիճանային գրադիենտը մաքսիմալ է, գոյանում է ազատ բիսմութ, որն էլ ըստ երևույթին հանդիսանում է MnBi թաղանթների հնացման պատճառներից մեկը ինֆորմացիայի թերմոմագնիսական գրանցման ժամանակ, նրանց որպես հիշողության տարր օգտագործելիս:

ON THE AGING PROCESS OF MnBi FILMS

J. M. POGOSYAN, M. A. SOLIMAN

The effects of position heating process on the structure of MnBi films prepared on the surfaces of glass and freshly cleaved mica was studied with an electron microscope. The results show that during this process on a micropart of the film adjacent to the center of the electron beam, where the gradient of temperature was maximum, free bismuth drops were distinguished. This could be one of the reasons of the aging of MnBi films at their use as memory elements in thermomagnetic recording of information.