

НЕСКВОЗНАЯ ДОМЕННАЯ СТРУКТУРА В ТОНКИХ ПЛЕНКАХ ПЕРМАЛЛОЯ

Л. В. Киренский, Р. В. Суханова и В. Г. Пынько

В электронном микроскопе УЭМВ-100 [1] исследовалась доменная структура частично ориентированных (рис. 1а) тонких пленок пермаллоя 82% Ni—18% Fe. Пленки получались термическим напылением на кристаллы NaCl в вакууме 10^{-4} мм рт. ст. при температуре подложки 160°С.

На пленках наблюдались сравнительно крупные домены шириной от 20 до 40 мк с 90- и 180°-ными границами, что хорошо выявлялось при изучении тонкой магнитной

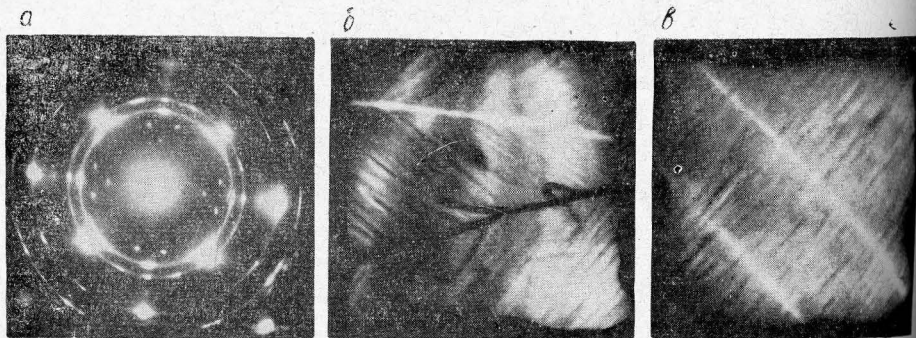


Рис. 1. Электронсграмма и доменная структура пленки 82% Ni—18% Fe толщиной 700 Å:

а — электронограмма; б — обычная доменная структура. Видны 90°-ные границы противоположного контраста. Средняя длина волны колебаний вектора намагниченности 1,60 мк, $H_c = 1,9$ э. в; в — необычная доменная структура, видны 180°-ные границы одинакового контраста; $\times 540$.

структуры доменов (рис. 1б). Средняя длина волны колебаний вектора намагниченности $\lambda_{cp} = 1,60$ мк. Ось легкого намагничивания в пленке совпадает с направлением типа [110] кристаллитов преобладающей ориентации.

Обычно при исследовании доменной структуры пленок с помощью электронного микроскопа наблюдается чередование светлых и темных границ доменов (см. рис. 1б). Это объясняется механизмом образования их электронооптического изображения [2]. Однако на этой же пленке наряду с обычным чередованием светлых и темных границ имели место расположенные рядом 180°-ные границы одинакового контраста (рис. 1в). Схема распределения средней намагниченности в этой части пленки представлена на рис. 2а. Такое распределение намагниченности может быть лишь в случае, если пленка имеет несквозную доменную структуру.

Подобную картину расположения границ одинакового контраста наблюдали Пухальская и Спайн [3] на пленке из двух слоев пермаллоя 80% Ni—20% Fe, разделенных слоем золота толщиной 100 Å. Нами же напылялся один слой.

Обычно сквозная доменная структура свойственна пластинам до довольно больших толщин (~ 100 мк) [4]. Наблюдаемая картина свидетельствует о том, что доменная структура исследуемой пленки пермаллоя несквозная. Причиной образования несквозной доменной структуры может быть неоднородность состава пленки по толщине, образовавшаяся при ее напылении из-за более легкого перехода в газообразную фазу атомов железа по сравнению с атомами никеля. Вследствие этого ближний к подложке слой пленки богаче железом, чем слой, получившийся в конце напыления. Этот факт был подтвержден с помощью спектрального рентгеновского анализа. Определенный вклад в образование несквозных границ могут вносить и напряжения, возникающие в некоторых областях пленки.

На рис. 2б схематически показаны возможное распределение намагниченности в данной пленке и образование электронооптического изображения несквозных границ А и В. Штриховой линией указана область, разделяющая верхний и нижний домены, в которой вектор намагниченности поворачивается по винтовой линии на 180°, оставаясь в плоскости пленки. Наличие несквозных границ не меняет характера колебаний вектора намагниченности внутри доменов; в областях с несквозными доменами средняя длина волны колебаний намагниченности по-прежнему равна 1,60 мк,

Еще одним подтверждением предположения о наличии несквозных границ в этой пленке является уменьшенная интенсивность их изображения по сравнению с интенсивностью изображения сквозных границ. Интенсивность изображения границы A снижается некогерентным рассеянием электронного пучка нижним доменом, вектор намагниченности которого антипараллелен намагниченности верхней части пленки.

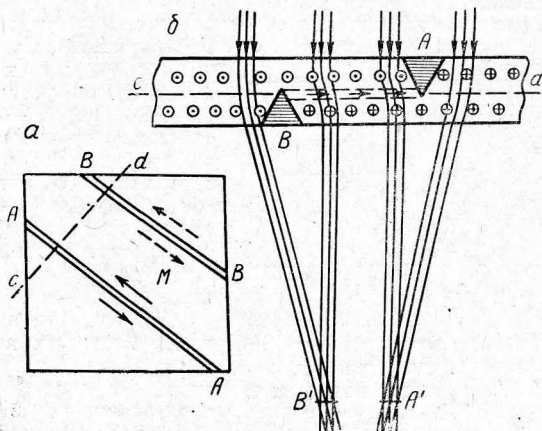


Рис. 2. Возможная схема распределения векторов намагниченности в пленке с несквозной доменной структурой:

a — вид сверху, AA' и BB' — 180° -ные границы одинакового контраста, M — вектор намагниченности (сплошной — для верхней, штриховой для нижней части пленки); b — сечение пленки по cd и электроннооптическое изображение границ, A и B — несквозные доменные границы, A' и B' — изображения их на экране электронного микроскопа.

Естественно, что такое распределение намагниченности по глубине в тонкой однородной пленке толщиной 700 \AA энергетически невыгодно. Но данная ситуация могла сложиться в результате неоднородного напыления и дальнейшей работы с пленкой (снятия ее с подложки и укрепления в патроне для наблюдения доменной структуры в электронном микроскопе).

Институт физики
СО АН СССР

Красноярский пединститут

Поступило в редакцию
4 мая 1965 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пынько В. Г. ПТЭ, 1964, № 1, 178.
2. Fuller H. W., Hale M. E. J. Appl. Phys., 1960, 31, 238.
3. Puchalska I. B., Sprain V. J. C. r. Acad. Sci., 1962, 254, 53.
4. Киренский Л. В. и Савченко М. К. Кристаллография, 1959, 4, 5, 702.