

Л. В. КИРЕНСКИЙ, В. Г. ПЫНЬКО, Р. В. СУХАНОВА
и Г. П. ПЫНЬКО

ДОМЕННАЯ СТРУКТУРА ПЛЕНОК КОБАЛЬТА, ВЫРАЩЕННЫХ НА КРИСТАЛЛАХ NaCl

Основной целью данной работы являлось изучение изменений доменной структуры пленок кобальта с изменением температуры подложки при напылении и с переходом пленки от поликристаллического строения к монокристаллическому. Для исследования доменной структуры был применен наиболее чувствительный метод наблюдения — просвечивающая электронная микроскопия.

Об особенностях получения монокристаллических пленок кобальта докладывается в отдельном сообщении.

Результаты

На рис. 1 приведены электронограмма пленки кобальта, напылявшейся при комнатной температуре подложки в начале напыления, в вакууме 10^{-4} мм рт. ст., а также снимки доменной структуры в исходном и размагниченном состояниях. Электронограмма свидетельствует о наличии в пленке гексагональной, кубической и аморфной фаз кобальта. Доменная

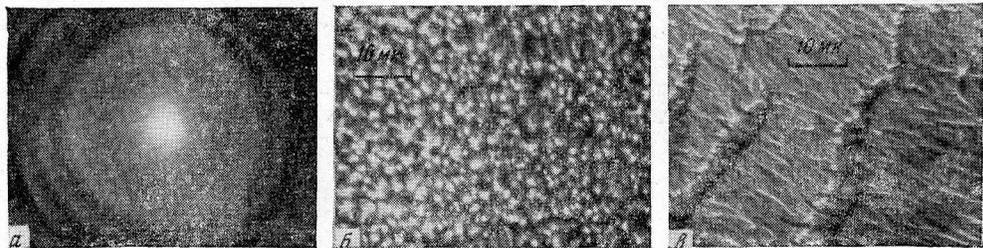


Рис. 1. Пленка Co, напыленная при комнатной температуре подложки: а — электронограмма; б — доменная структура в исходном состоянии; в — структура после размагничивания

же структура в исходном состоянии относится к так называемому крапчатому типу (рис. 1, б), т. е. состоит из очень мелких доменов, границы которых изображаются в виде изолированных точек. Под действием переменного поля крапчатая структура пленки «развертывается» в крупные домены со слабо выраженной подструктурой (рис. 1, в). По петлям гистерезиса такие пленки магнитноодноосны, коэрцитивная сила их около 60 э.

На рис. 2 представлены электронограмма и снимки доменной структуры пленок кобальта, напыленных при температуре подложки 100°C . Пленки состоят из кристаллитов с гексагональной и кубической решеткой, в них присутствует, видимо, и небольшое количество аморфной фазы.

В исходном состоянии пленка разбита на крупные домены с подструктурой. Петля гистерезиса в направлении легкого намагничивания прямоугольна, намагниченность насыщения большая, коэрцитивная сила 26—30 э.

При некоторых благоприятных условиях пленка кобальта может получиться в значительной степени ориентированной на кристалле, имеющем температуру 150°. Электронограмма такой пленки показана на рис. 3, а. В исходном состоянии пленка имеет крапчатую доменную струк-

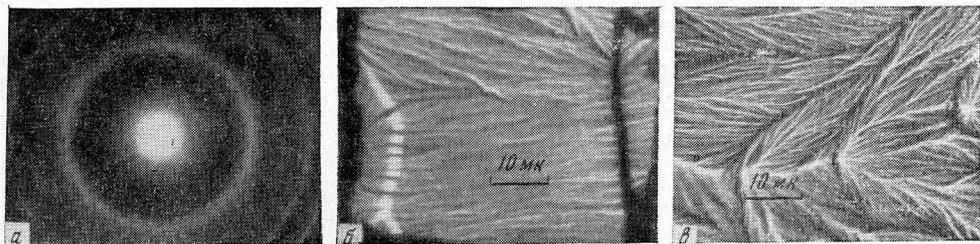


Рис. 2. Пленка Co, напыленная при температуре подложки 100°; а — электронограмма; б и в — доменные структуры в исходном состоянии

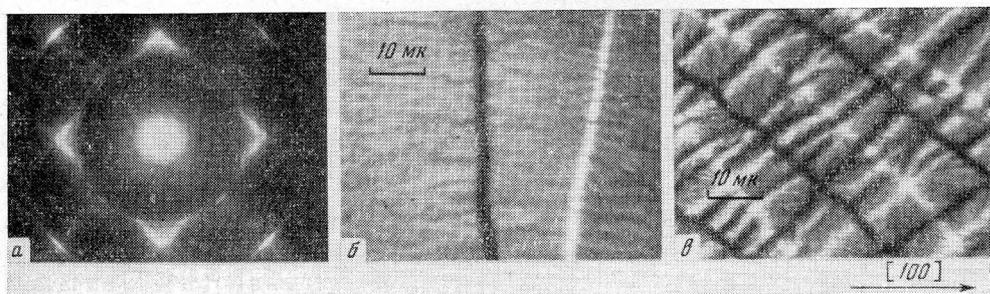


Рис. 3. Пленка Co, напыленная при температуре подложки 150°; а — электронограмма; б — доменная структура пленки после размагничивания вдоль направления [100]; в — то же, что и рисунок б при [110]

туру. После размагничивания вдоль направления [100] пленка разбивается на домены 180-градусного соседства (рис. 3, б). После размагничивания вдоль направления [110] преобладающих одинаково ориентированных кристаллитов в пленке образуется доменная структура типа шахматной доски с приблизительно 90-градусными границами, что хорошо определяется по подструктуре (рис. 3, в).

Полностью ориентированная пленка из кристаллитов β-кобальта может получиться при температуре подложки 200°. Доменная структура таких пленок отличается от структуры 150-градусных пленок тем, что в ней отсутствует подструктура.

Для высокотемпературных (300° и выше) пленок (ориентированных и неориентированных) характерна снова крапчатая доменная структура. В хорошо ориентированных пленках под действием сильного переменного поля, приложенного вдоль направления [110], из нее может образоваться структура, напоминающая шахматную доску (рис. 4). Границы ее неоднородны, очень неоднородна и сама намагниченность внутри доменов,

Образование крапчатой доменной структуры, видимо, связано не только с температурой подложки, но и со скоростью напыления.

В ориентированных пленках, напыленных в магнитном поле, не замечено каких-либо отличий доменной структуры от структуры таких же пленок, полученных без поля.

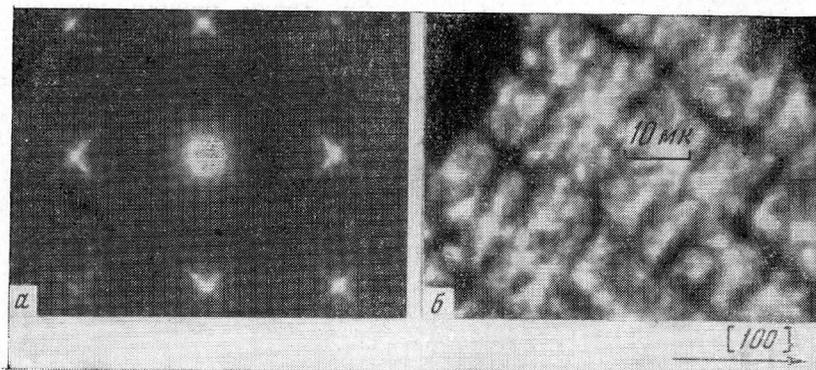


Рис. 4. Пленка Co, напыленная при температуре подложки 400°; а — электронограмма; б — доменная структура после размагничивания вдоль направления [110]

Обсуждение результатов

Крапчатая структура и большая коэрцитивная сила пленок кобальта, напыленных при температурах, близких к комнатной, могут быть объяснены наличием в пленке немагнитных аморфных включений металла. Вокруг этих включений проиходят местные замыкания магнитного потока, для разрушения которых требуются большие поля.

В пленках, напыленных при температурах приблизительно 70—150°, число и размеры немагнитных включений уменьшаются: крапчатая структура не возникает. Дисперсия же анизотропии, усиленная наличием в пленке кубической и гексагональной фаз, остается и обуславливает сильную подструктуру.

Наблюдения за доменной структурой ориентированных пленок свидетельствуют о том, что кубический кобальт в пленках, полученных в вакууме 10^{-4} мм рт. ст. распылением металла из молибденовых и вольфрамовых тиглей, имеет положительную магнитную анизотропию. Этот вывод противоречит результатам, полученным в [1]. Вид доменной структуры доказывает, что положительная константа анизотропии кубического кобальта примерно на порядок ниже константы железа.

Крапчатую доменную структуру высокотемпературных пленок кобальта и характерный вид «шахматной доски» ориентированных пленок (рис. 4, б) можно объяснить также наличием немагнитных включений, в данном случае «пустот», образующихся между крупными кристаллитами.

Институт физики Сибирского отделения
Академии наук СССР

Литература

1. Sato H., Toth K. S., Astruc R. W., J. Appl. Phys., 34, 1062 (1963).