

ДОМЕННАЯ СТРУКТУРА ПЛЕНОК НИКЕЛЯ,  
ВЫРАЩИВАЕМЫХ НА КРИСТАЛЛАХ КАМЕННОЙ СОЛИ

Исследовано изменение доменной структуры пленок никеля с повышением температуры кристалла-подложки при напылении, а также при переходе к текстуре.

Показано, что в пленках, напыленных при температурах подложки 20—120° С, доменная структура состоит обычно из крупных доменов без подструктуры и только в редких случаях наблюдается ярко выраженная подструктура. Для более высоких температур характерна структура с мелкими доменами. Высокотемпературные (150° С и выше) пленки имеют «крапчатую» доменную структуру. В хорошо ориентированных пленках никеля после размагничивания может образовываться доменная структура типа «шахматной доски».

Изучению доменной структуры поликристаллических никелевых пленок посвящено сравнительно мало работ [1-3], что можно объяснить плохим выявлением на них доменной структуры как порошковым, так и магнитооптическими методами. Еще меньше сведений имеется о доменной структуре монокристаллических пленок никеля, несмотря на то, что они легко могут быть получены в достаточно совершенном виде термическим напылением в вакууме. Саго, Тот и Астру [3, 4] не смогли обнаружить на монокристаллических пленках никеля порошковым методом характерных доменных фигур.

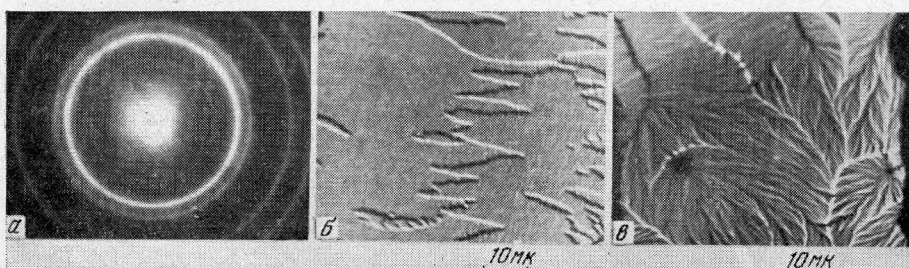


Рис. 1. Электрограмма пленки никеля, напыленной при начальной температуре подложки 20° С (а), доменные структуры таких пленок (б, в)

Исходя из этого, мы применили для исследования метод просвечивающей электронной микроскопии, который обладает и высоким разрешением и большой чувствительностью к изменениям направления намагниченности в пленке.

Для того чтобы проследить изменение доменной структуры с переходом пленки от поликристаллического строения к монокристаллическому, в качестве подложки была выбрана каменная соль, на которой при низких температурах вырастают поликристаллические пленки, при более высоких — монокристаллические.

На рис. 1 приведены электрограмма и снимки доменных структур пленок никеля, напыленных на подложку при температуре, повышающейся во время на-

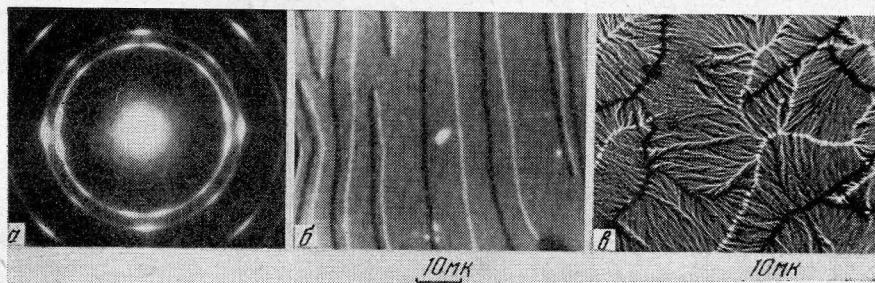


Рис. 2. Электрограмма пленки, напыленной при температуре подложки 100° С (а); доменные структуры таких пленок (б, в)

пыления от 20 до 40° С при давлении  $3 \cdot 10^{-4}$  мм рт. ст. Скорость напыления во всех случаях составляла не менее 100 А/сек. Как правило, доменная структура пленок, полученных при таком режиме, не имеет подструктуры (рис. 1, б), реже получают пленки с сильно выраженной подструктурой (рис. 1, в).

Дальнейшее повышение температуры подложки примерно до 120° С не вызывает изменений доменной структуры пленок. На рис. 2 изображены электрограмма и снимки доменной структуры пленок, напылявшихся на подложку, имеющую температуру 100° С. Из электрограммы видно, что пленки слабо ориентированы и состоят из более крупных кристаллитов, чем пленки, напыленные при температуре 20—40° С.

Пленки, напылявшиеся на подложки, имеющие температуру примерно 140° С, получались обычно полностью ориентированными. Доменная структура таких пленок в исходном состоянии состоит из мелких доменов. После размагничивания та-

кой пленки в переменном магнитном поле вдоль направления  $[100]$  в ней возникает доменная структура типа шахматной доски. На рис. 3 приведена электронограмма и снимки доменной структуры пленки после размагничивания вдоль направлений  $[100]$  и  $[110]$ . Видно, что в первом случае образуются домены  $90^\circ$ , а во втором —  $180^\circ$  соседства.

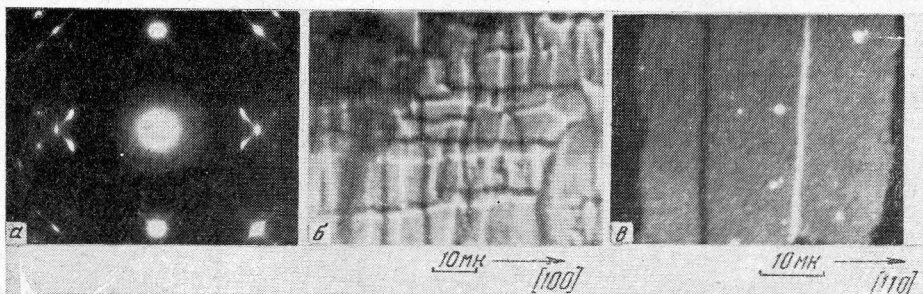


Рис. 3. Электронограмма пленки, напыленной при температуре подложки  $140^\circ\text{C}$  (а); доменная структура после размагничивания пленки вдоль направления  $[100]$  (б); доменная структура после размагничивания пленки вдоль направления  $[110]$  (в)

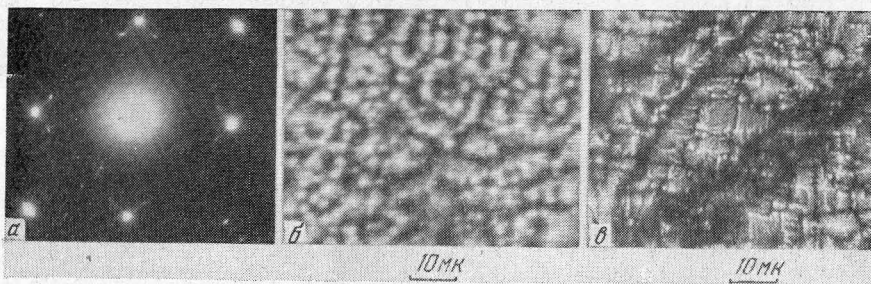


Рис. 4. Электронограмма пленки, напыленной при температуре подложки  $250^\circ\text{C}$  (а); доменная структура пленки в исходном состоянии (б); доменная структура после размагничивания пленки вдоль направления  $[100]$  (в)

Дальнейшее повышение температуры подложки при напылении приводит к образованию доменной структуры, которую можно назвать «крапчатой». Она состоит из очень мелких доменов с неоднородными границами, которые в электронном микроскопе видны как ряды светлых и темных точек. Под действием переменного поля убывающей амплитуды вдоль направления  $[100]$  из крапчатой доменной структуры получается структура, напоминающая «шахматную доску». На рис. 4 показаны электронограмма и снимки доменной структуры пленки никеля, напыленной при температуре подложки  $250^\circ\text{C}$ .

В пленках, напыленных при температуре подложки  $140^\circ\text{C}$ , в магнитном поле, направление  $[110]$  становится осью легкого намагничивания, и после приложения переменного поля в любом направлении образуются  $180^\circ$  границы вдоль этой оси.

Редкое возникновение подструктуры в низкотемпературных пленках никеля можно объяснить, по-видимому, «резонансными» размерами кристаллитов. Эти размеры, как известно, зависят при одном и том же вакууме от температуры подложки и скорости напыления. Если температуру подложки можно выдержать сравнительно точно, то скорость распыления металла из тигля всегда может оказаться разной, поэтому регулярного получения пленок с подструктурой добиться не удалось.

Возможно, что причинами возникновения подструктуры могут быть неравномерное распределение ориентации кристаллитов и механические напряжения.

Ориентированные пленки никеля, полученные при температуре подложки  $140$ — $150^\circ\text{C}$ , видимо, еще не имеют крупных дефектов («пустот»), поэтому в них

могут образовываться сравнительно большие домены с резкими границами. Несмотря на то, что направления легкого намагничивания [111] массивного никеля не лежат в плоскости пленки, в ней можно создать доменную структуру типа шахматной доски. На анизотропию монокристаллических пленок никеля оказывает сильное влияние магнитное поле, приложенное во время напыления.

### Литература

1. L. Reimer, Z. angew. Phys., **13**, 143, 1961.
2. L. Reimer, Z. angew. Phys., **15**, 204, 1963.
3. E. Fuchs, Z. angew. Phys., **14**, 203, 1962.
4. H. Sato, R. S. Toth, R. W. Astrue. J. Appl. Phys., **34**, 1062, 1963.

Институт физики  
СО АН СССР

Поступила в редакцию  
2.XII. 1964