

К. Т. АВЕТЯН, П. А. ГРИГОРЯН

МЕТОДИКА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТОНКИХ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНОК ДЛЯ ЭЛЕКТРОНОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Предлагается методика получения тонких пленок из массивных образцов с помощью механической обработки, химической полировки и ионного травления

Методика заключается в том, что на плоскопараллельной пластинке исследуемого образца делаются две взаимноперпендикулярные канавки, каждая на одной стороне образца. При этом в средней части образца получается наименее тонкий слой. В дальнейшем химической полировкой и ионным травлением получены тонкие сплошные пленки из массивных образцов Si и Ge толщиной 500—1000 Å, годные для электронографических и электрономикроскопических исследований.

Часто для электронографических и электрономикроскопических исследований требуются почти совершенные образцы с нужной ориентацией. Тонкие пленки, полученные методом вакуумного напыления, не удовлетворяют некоторым требованиям.

Известно, что физические свойства тонких пленок, полученных методом испарения в вакууме, часто не совпадают со свойствами массивных образцов. Общее давление и состав остаточных газов в откачиваемом объеме могут сильно влиять на структуру и совершенство пленок [1—6]. Такие пленки характеризуются, в частности, высокой плотностью дефектов. Кроме того, методом вакуумного испарения трудно получить совершенные монокристаллические пленки, а получение пленок с данной ориентировкой является еще более трудной, часто невыполнимой задачей. Это связано с тем, что тонкие пленки растут только по определенному, предпочтительному кристаллографическому направлению.

Использование же массивного образца, выращенного по какому-либо кристаллографическому направлению, позволит соответствующим образом вырезать его и дальнейшим уточнением получить тонкую пленку нужной ориентации.

Существующие методы получения тонких пленок от массивных образцов не удовлетворяли нашим требованиям, так как для наших целей нужно было получить совершенные пленки с равной толщиной не только нужной ориентации, но и с большими размерами.

Нами разработана методика получения плоскопараллельных тонких пленок с большими размерами.

Сущность методики заключается в следующем: из массивного образца вырезается пластинка нужной ориентации. Посредством шлифовки абразивными порошками следует добиться строгой параллельности верхней и нижней поверхностей кристалла, т. к. они служат основаниями для дальнейших измерений.

Если на этой пластинке вырезать две взаимно-перпендикулярные канавки с плоскими доньшками (причем поверхности этих доньшек должны быть по возможности параллельны) по обоим сторонам кристалла, то на месте перекрещивания этих канавок получается наиболее тонкий слой. В данном случае матрица кристалла играет роль своеобразного держателя (рис. 1).

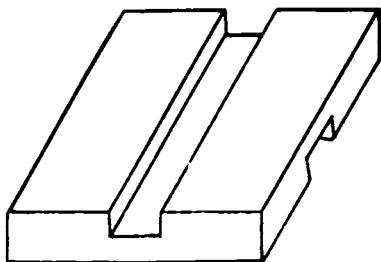


Рис. 1.

Для того, чтобы не вносить объемного искажения в кристалл, шлифовкой тонкий слой доводится до толщины 0,3 мм [3, 4].

Следующим этапом приготовления образцов является химическая полировка посредством погружения кристалла в раствор состава: 1 ч HF и 4 ч HNO₃. При этом удаляется слой, поврежденный механической шлифовкой [7]. Кристалл кремния полировался таким обра-

зом до тех пор, пока утоненная часть в проходящем свете не принимает светло-красный или белый цвет.

Для более точных работ можно использовать ионное травление.

Ионное травление осуществлялось при помощи узкого сфокусированного пучка ионов инертного газа—аргона. Диаметр фокусного пятна и фокусное расстояние ионного пучка зависят только от геометрии фокусирующих электродов [8]. Подбором соответствующей геометрии нам удалось получить пучок с размерами фокусного пятна до 1 мм, при этом до тех пор, пока утоненная часть в проходящем свете не принимает

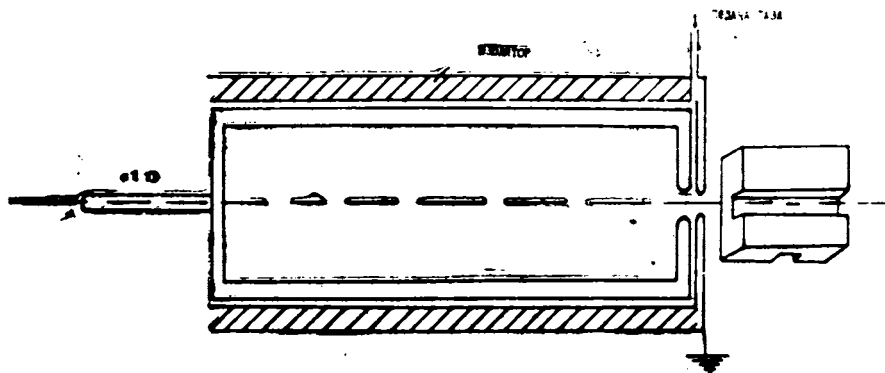


Рис. 2.

В отличие от работ [9—12], в которых ионный пучок направляется на поверхность перпендикулярно, пучок ионов мы направили по канавке вдоль поверхности (см. рис. 2). Очевидно, такой скользящий пучок может действовать только на выступы кристалла, но не на углубления. При этом, чтобы охватить всю поверхность образца, кристалл должен совершать возвратно-поступательное движение перпендикулярно к ионному пучку. В этом случае кристалл должен установиться по возможности параллельно к пучку и к направлению сканирования, поскольку малейшие неточности могут привести к неравномерному утонению. Равномерность ионной обработки контролируется по пропусканию све-

та, наблюдаемому под микроскопом. При толщине около 5 мкм возникают интерференционные полосы проходящей световой волны (полосы равной толщины). Двум соседним интерференционным полосам соответствует перепад толщины, равный половине длине световой волны. Когда полосы исчезают, можно считать, что кристалл имеет почти равномерную толщину. Определение точной толщины таким методом, конечно, невозможно. Однако наша задача заключалась лишь в том, чтобы получить образцы по возможности равной толщины и больших размеров, пригодные для наших целей.

Вышеуказанным методом удалось изготовить образцы и для электронномикроскопических исследований, но для этого нужно приготовить шайбы диаметром 3 мм, толщиной 1—1,5 мм и, используя описанный способ, в средней части шайбы получить тонкую пленку.

В заключение выражаем благодарность проф. Безирганяну П. А. за ценные советы, Семерджяну О. С. за помощь во время выполнения работы.

Кафедра физики твердого тела

Поступило 7.02.1978

ЛИТЕРАТУРА

1. Пинскер З. Г., Дифракция электронов, М.—Л., 1949.
2. Вайнштейн Б. К., Структурная электронография, М., 1952.
3. П. Хириш и др., Электронная микроскопия тонких пленок, М., 1968.
4. Утевский Л. М., Дифракционная электронная микроскопия в металловедении, М., 1973.
5. Л. Холлэнд, Нанесение тонких пленок в вакууме, М., 1963.
6. Физика тонких пленок (сб. статей), т. 5, М., 1972.
7. Жуков Л. А., Гуревич М. А., Электронография поверхностных слоев и пленок полупроводниковых материалов, М., 1971.
8. Розенфельд Л. Б. и Макаров А. И., Изв. АН СССР, сер. физ., 25, № 6, 1961.
9. Castaing R., Rev. Met., 52, 669, 1952.
10. Castaing R., Proc. Int. Conf. of Electron Microscopy, London, p. 379, 1956.
11. Phillips R., Technigaes for Electron Micr., Oxford, ch. 10, 1961.
12. Jean-Jacques Trillat, Ionic Bombardment Theory Applicating (Cordon and Breoch), New-York, pp. 13—50, 1969.

Կ. Ք. ԱՎԵՏՅԱՆ, Պ. Ա. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

ԷԼԵԿՏՐՈՆՄԻԿՐՈԳՐԱԳՐԻ ԿՐԻՍՏԱԼԻՆԻՍՏՐԱԿՆԵՐԻ ԶԱՄԱՐ
ԲԱՐԱԿ ՄԻԱՔՅՈՒՐԵՂ ԹԱՂԱՆԹՆԵՐ ՍՏԱՆԱԼՈՒՆ ԵՄ ԵՂԱՆԱԿ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Առաջարկվում է մասսիվ միաբյուրեղ նմուշներից հավասար հաստությամբ բարակ թաղանթներ ստանալու նոր եղանակ:

Հաջորդաբար կիրառելով մեխանիկական մշակման քիմիական ու իոնային ուտեցման եղանակները կարելի է ստանալ մինչև 500 А° հաստությամբ բարակ միաբյուրեղ թաղանթ: