

Министерство образования и науки Российской Федерации
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова
Кафедра микроэлектроники

Измерение параметров пленочных структур

*Методические указания
по выполнению лабораторных работ*

Ярославль 2004

ББК В 379.2я73

И 37

УДК 53:372.8

Составитель **С.П. Зимин**

Измерение параметров пленочных структур: Метод. указания по выполнению лабораторных работ / Сост. С.П. Зимин; Яросл. гос. ун-т. Ярославль, 2004. 36 с.

В методических указаниях содержатся теоретические сведения и излагается порядок выполнения лабораторных работ. Выполнено в соответствии с государственным образовательным стандартом.

Предназначены для студентов, обучающихся по специальности 014100 Микроэлектроника и полупроводниковые приборы (дисциплина «Физика тонких пленок и низкоразмерные структуры» блок ДС), очной формы обучения.

Ил. 12. Табл. 1. Библиогр.: 17 назв.

Рецензент: кафедра микроэлектроники Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова

© Ярославский государственный университет, 2004

© С.П. Зимин, 2004

Лабораторная работа № 1

Методы измерения толщины тонких пленок

Цель работы – ознакомление с методами измерения толщины пленочных структур и глубины залегания p - n переходов при диффузионных процессах.

Краткая теория работы

Важное место при производстве интегральных микросхем (ИМС) занимает контроль толщины эпитаксиальных слоев и глубины залегания p - n переходов диффузионных областей. Наибольшее применение при изготовлении ИМС находят диффузионные области глубиной 1 - 20 мкм и эпитаксиальные слои толщиной 1 - 30 мкм. Трудности измерения таких сравнительно малых толщин заключаются не только в их размерах, но и в том, что часто необходимо произвести измерение толщины слоя в сложной структуре, состоящей из нескольких слоев (диэлектрического, эпитаксиального, полупроводникового и т.д.).

Для измерения толщины эпитаксиальных слоев и глубины диффузионных областей в настоящее время разработан ряд методов, которые можно разделить на разрушающие и неразрушающие. К *разрушающим* методам относятся методы косого (прямого) шлифа, цилиндрического шлифа (редко применяемого и здесь не рассматриваемого), сферического шлифа и метод измерения толщины по размерам дефектов упаковки с применением селективного травления и обычного микроскопа. В практике нашли наибольшее распространение методы *косого* и *сферического* шлифов.

Метод косого шлифа

Метод косого шлифа состоит в том, что пластину в контролируемой области сошлифовывают под небольшим углом α ($0,5 - 5^\circ$), как показано на рисунке 1.

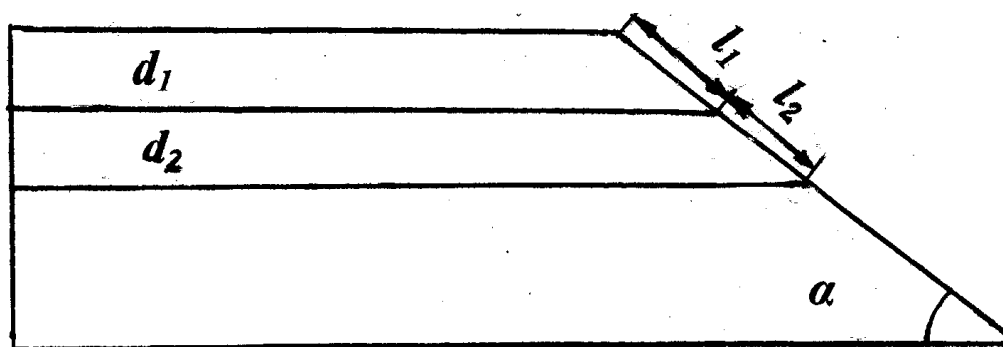


Рис. 1. Косой шлиф полупроводниковой пластины (справа). Слева – прямой шлиф

Изготовленный шлиф, если слои трудноразличимы, окрашивают специальными травителями. После окрашивания измеряют линейные размеры l_1 и l_2 соответствующих слоев шлифованной поверхности в направлении шлифа с помощью измерительного микроскопа. Толщины слоев определяются выражениями

$$d_1 = l_1 \sin \alpha; \quad d_2 = l_2 \sin \alpha. \quad (1)$$

В случае достаточно толстых пленок толщина их может быть определена методом прямого шлифа (см. рис. 1), когда измерительным микроскопом непосредственно измеряются величины d_1 и d_2 . Изготовление прямого шлифа более простое, чем косого шлифа, но и оно требует достаточно много времени на абразивную или электрохимическую полировку для получения контрастной границы.

Косой шлиф обычно изготавливается механическим способом - шлифовкой и полировкой алмазными пастами. При этом получают плоские поверхности с углом скоса до 1° . Однако при измерении толщины тонких эпитаксиальных слоев (менее 1 мкм) возникает необходимость изготавливать шлифы с углом скоса менее 1° . Для этой цели предлагается удобный способ химического травления, схема которого показана на рисунке 2.

Устройство состоит из нижней емкости 1, держателя 2 с образцом 3, верхней емкости 4 и трубки 5, соединяющей две емкости, и воздушного насоса 6, в качестве которого служит резиновая груша. Нажатием груши трубка заполняется травителем из сосуда 4, после этого начинается произвольное равномерное наполнение емкости 1 травителем из емкости 4. При наполнении емкости травителем различные участки образца по его высоте травятся разное время, в ре-

зультате чего угол скоса получаемого шлифа зависит от соотношения скорости травления и наполнения емкости 1 травителем. Скорость травления определяется составом травителя. Скорость наполнения варьируется изменением отношения площади сечения емкости 1 к поперечному сечению соединительной трубки.

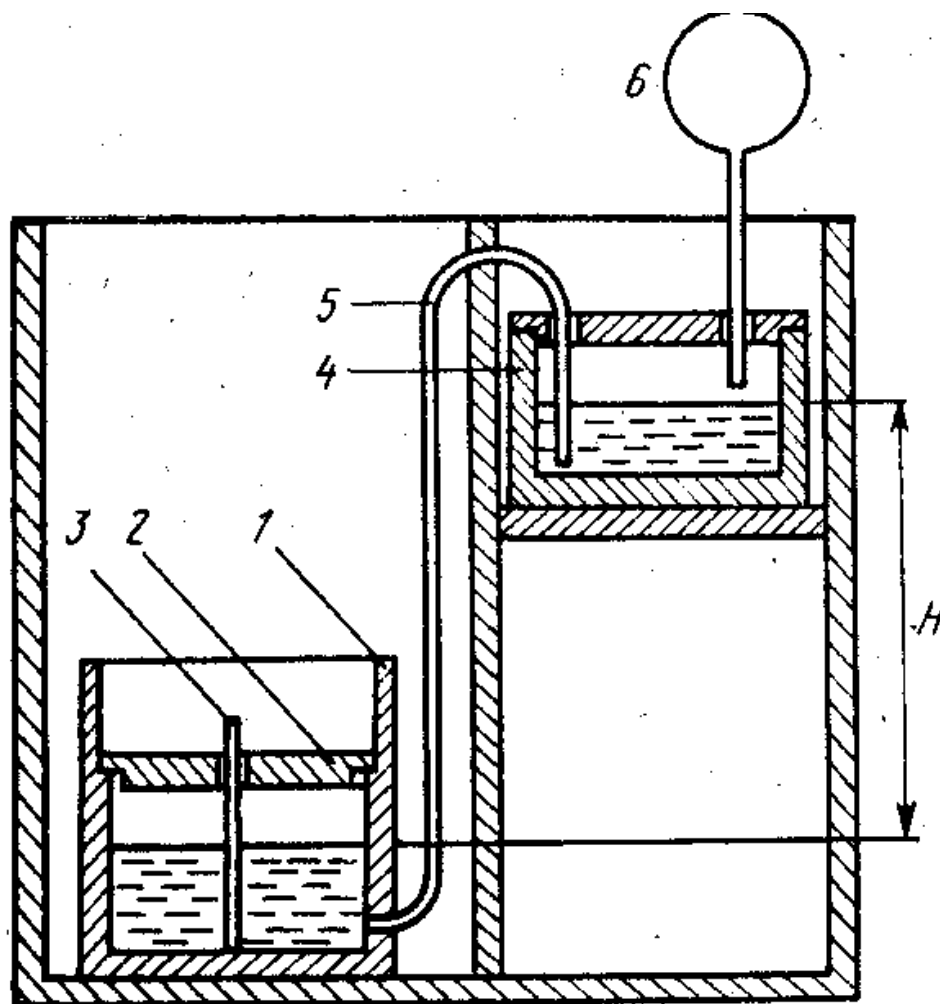


Рис. 2. Устройство для изготовления косошлифа химическим травлением: 1 - нижняя емкость; 2 - держатель; 3 - образец; 4 - верхняя емкость; 5 - трубка; 6 - воздушный насос

Угол наклона получаемого шлифа оценивается по соотношению $tg \alpha = V_T S / S_{TP} \sqrt{2gH}$, где V_T – скорость травления; S – площадь сечения нижнего сосуда; S_{TP} – площадь сечения трубки; g – ускорение свободного падения; H – разность высот начальных уровней травителей в верхнем и нижнем сосудах. Высокая равномерность скорости наполнения нижнего сосуда травителем обеспечивает ровную поверх-