



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 1002829

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 10.12.81 (21) 3362593/25-28

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 07.03.83. Бюллетень № 9

Дата опубликования описания 07.03.83

(51) М. Кл.³

G 01 B 9/02

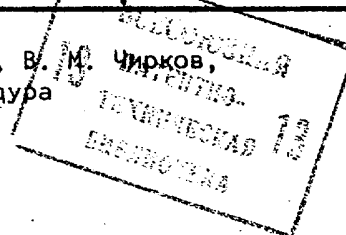
G 01 B 11/06

(53) УДК 531.715.
.2(088.8)

(72) Авторы
изобретения

В. П. Пашкуденко, В. А. Прохоров, В. М. Чирков,
А. П. Моисеенко и М. П. Бандура

(71) Заявитель



(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ОПТИЧЕСКИ ПРОЗРАЧНЫХ СЛОЕВ

Изобретение относится к контрольно-измерительной технике и может быть использовано, в частности, при определении параметров и исследовании свойств слоев полупроводников и диэлектриков в микроэлектронике и радиотехнике, особенно при получении новых слоев.

Известен способ определения толщины пленки на микроинтерферометре МИИ-4 при освещении ее белым светом. При этом, если на исследуемой поверхности пленки есть ступенька или канавка, в этом месте меняется разность хода лучей, полосы сдвигаются, и в фокальной плоскости окуляра микроинтерферометра наблюдаются две серии полос: одна - от поверхности пленки, другая - от дна канавки. Толщина слоя d равна

$$d = \frac{\lambda}{2} \frac{\Delta h}{h},$$

где λ - длина волны;
 Δh - сдвиг интерференционных систем;
 h - расстояние между соседними полосами [1].

Однако на измеряемую пленку необходимо наносить царапину. Пленка при этом разрушается.

Наиболее близким к изобретению по технической сущности является способ определения толщины оптически прозрачных слоев с использованием микроинтерферометра, включающего интерференционную головку, источник белого света, заключающийся в том, что направляют нормально к поверхности слоя световой луч и в поле зрения окуляра микроинтерферометра наблюдают интерференционную картину в виде систем интерференционных полос.

Толщину слоя определяют по формуле

$$d = \frac{\lambda}{4n} \left(-\frac{2\Delta h}{h} - k \right),$$

где λ - длина волны;

n - показатель преломления материала слоя;

Δh - расстояние между двумя системами ахроматических полос;

h - расстояние между соседними полосами;

k - коэффициент, характеризующий проникающую способность микроинтерферометра.

Недостаток известного способа заключается в том, что перед измерением необходимо знать показатель преломления материала измеряемых слоев. Кроме того, относительно узок интервал исследуемых толщин (1-20 мкм), так как при больших толщинах слоев две системы полос могут не поместиться в поле зрения окуляра микроинтерферометра.

Цель изобретения - расширение технологических возможностей способа и диапазона измерений.

Цель достигается тем, что микроинтерферометр дополнительно снабжают источником рассеянного монохроматического излучения, направляют от него световой луч к поверхности слоя, перемещают интерференционную головку перпендикулярно к поверхности слоя, при этом наблюдают поочередно появляющиеся три системы интерференционных полос и по величине вертикального перемещения интерференционной головки определяют сдвиги от первой до второй и от первой до третьей систем интерференционных полос, а толщину слоя вычисляют как корень квадратный из произведения величин этих сдвигов.

На фиг. 1 изображена принципиальная схема устройства, реализующего предлагаемый способ; на фиг. 2 - вид интерференционной картины, записанный на самописце в виде электрических сигналов.

Способ осуществляется с помощью устройства, содержащего микроинтерферометр 1, включающий интерферометрическую головку, состоящую из объектива 2 и опорного зеркала 3, окуляр 4, фотодатчик 5, усилитель 6, самописец 7, источник 8 белого света - лампочку накаливания, источник рассеянного монохроматического

излучения - лазер 9 и часовой индикатор 10.

Способ осуществляется следующим образом.

Направляют совместно луч лазера 9 и лучи 8 источника белого света в микроинтерферометр 1, затем с помощью лимба настройки (не показан) перемещают интерферометрическую головку по вертикали и наводят резкость на поверхность слоя 11. При этом в окуляре 4 появляются интерференционные полосы. Их характерный вид, записанный на самописце в виде электрических сигналов, показан на фиг. 2. Максимум интерференционной системы соответствует границе раздела воздух-слой, т.е. поверхности 12 слоя 11. Далее, продолжая перемещать интерферометрическую головку с помощью лимба по вертикали, т.е. перемещая плоскость визирования по глубине слоя 11, наблюдают поочередно появляющиеся две системы интерференционных полос, на диаграмме самописца - системы б и с (фиг. 2).

Систему интерференционных полос б, образованных рассеянным монохроматическим светом лазера 9, наблюдают на редуцированной плоскости 13, и для ее наблюдения необходимо переместить фокус объектива 2 от поверхности слоя 11 на расстояние, равное

$$d_1 = -\frac{d}{n},$$

где d_1 - вертикальное перемещение объектива 2 от появления системы а интерференционных полос до системы б, мкм;

d - геометрическая толщина слоя, мкм;

n - показатель преломления слоя.

Систему интерференционных полос с, образуемых светом источника 8 белого света, наблюдают в плоскости подложки 15 у границы 14 раздела подложка 15 - слой 11, сдвинутой от поверхности слоя на расстояние

$$d_2 = d \cdot n,$$

где d_2 - вертикальное перемещение объектива 2 от а до с систем полос, мкм;

d - геометрическая толщина слоя, мкм;

n - показатель преломления слоя.

Решая систему уравнений из двух указанных соотношений, толщину слоя

(показатель преломления слоя n при этом сокращается) вычисляют по формуле

$$d = \sqrt{d_1 \cdot d_2},$$

где d - толщина слоя, мкм;

h_1 - сдвиг от первой до второй системы интерференционных полос, мкм;

h_2 - сдвиг от первой до третьей системы интерференционных полос, мкм.

Отличие предлагаемого способа от известного заключается в измерении толщины слоя без предварительного знания его показателя преломления или без предварительного нанесения царапины до подложки, т.е. разрушения образца.

Возможность определения толщины слоев с неизвестным показателем преломления позволят измерять толщины слоев вновь получаемых полупроводниковых материалов и оксидов, а также слоев, претерпевающих изменения в результате многократных высокотемпературных операций. Причем в существующих методах за исходное значение показателя преломления при расчете толщины берется, как правило, табличное значение, но в результате различных термоотжигов показатель преломления существенно отличается от табличного, что вносит большую ошибку в измерение.

Использование предлагаемого способа обеспечивает по сравнению с известными возможность измерения толщины слоев с неизвестным показателем преломления без их разрушения, без необходимости получения и измерения контрольных образцов для разрушающих методов; расширение диапазона и повышение точности измерений. На МИИ-4 можно успешно измерять толщины слоев в интервале 1-1000 мкм с точностью 3-0,1%. Изобретение обеспечивает экспрессность измерений, простоту реализации способа и обработки результатов измерений, возможность создания автоматических устройств из-

мерения толщины слоев и пленок; экономичность способа (обусловлена тем, что для его осуществления не нужны эталонные образцы).

Применение предлагаемого неразрушающего способа измерения толщины прозрачных слоев особенно важно при исследовании и контроле в серийном производстве новых диэлектрических покрытий, монокристаллических слоев интегральных схем.

Формула изобретения

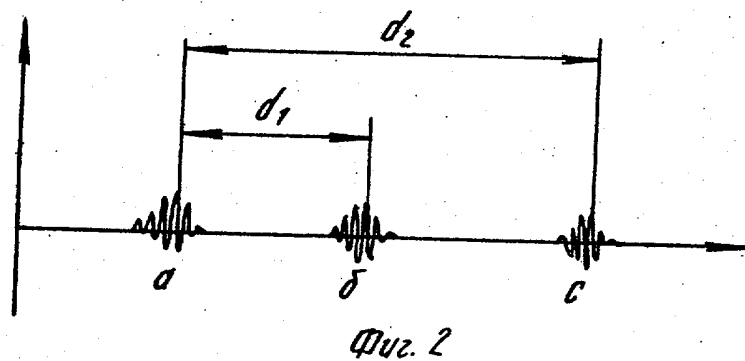
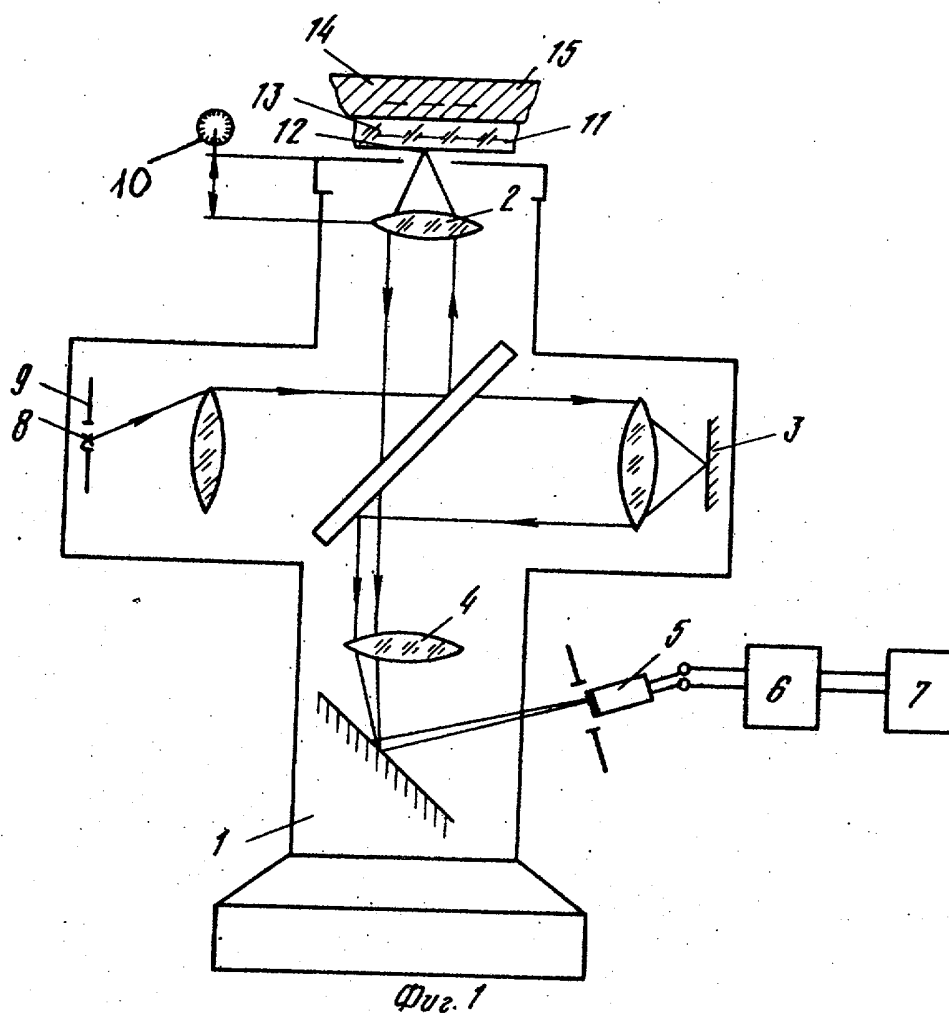
Способ определения толщины оптически прозрачных слоев с использованием микроинтерферометра, включающего интерференционную головку, источник белого света, заключающийся в том, что направляют нормально к поверхности слоя световой луч и наблюдают интерференционную картину в виде систем интерференционных полос, отличающийся тем, что, с целью расширения технологических возможностей способа и диапазона измерений, снабжают микроинтерференциометр дополнительно источником рассеянного монохроматического излучения, направляют от него световой луч к поверхности слоя, перемещают интерференционную головку перпендикулярно к поверхности слоя, при этом наблюдают поочередно появляющиеся три системы интерференционных полос и по величине вертикального перемещения интерференционной головки определяют сдвиги от первой до второй и от первой до третьей систем интерференционных полос, а толщину слоя вычисляют, как корень квадратный из произведения величин этих сигналов.

Источники информации,

принятые во внимание при экспертизе

1. Холленд Л. Нанесение тонких пленок в вакууме. 1963, с. 42-44.

2. Авторское свидетельство СССР № 145756, кл. G 01 B 11/06, G 01 B 9/02, 1962 (прототип).



Редактор Г. Безвершенко

Составитель Л. Лобзова
Техред А. Бабинец

Корректор Л. Бокшан

Заказ 1529/19

Тираж 600

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4