

УДК 621.372.8:535
ОЦЕНКА ОПТИЧЕСКОГО ПОГЛОЩЕНИЯ В ПЛЕНКЕ ОКСИНИТРИДА
КРЕМНИЯ

П. Я. ЧУДАКОВСКИЙ, *С. О. ПАРАШКОВ, *А. Б. СОТСКИЙ
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*Учреждение образования
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. А. А. Кулешова»
Могилев, Беларусь

Оксинитрид кремния является ключевым материалом в микроэлектронике и атомной силовой микроскопии. Вместе с тем, физические свойства тонких пленок из этого материала существенно зависят от условий их получения (обычно пиролиза кремниевых соединений). Возможным методом диагностики таких свойств является волноводная спектроскопия поглощения материала пленок. Однако в видимом диапазоне длин волн такие измерения затруднены высокой прозрачностью оксинитрида кремния, которая приводит к проблеме разделения вкладов поверхностного рассеяния и объемного поглощения в измеряемое затухание волноводных мод. Метод решения названной проблемы, основанный на измерении затухания как минимум двух мод ТЕ поляризации, направляемых пленкой, был предложен в [1]. В настоящей работе представлено применение этого метода к обработке экспериментальных данных для треков мод пленки оксинитрида кремния (эти данные представлены Metricon Corporation, Pennington, New Jersey, USA).

Исследована двухпленочная структура на кремниевой подложке, в которой высокопреломляющая пленка оксинитрида кремния отделена от подложки низкопреломляющей пленкой из этого же материала (показатели преломления пленок определяются процентным составом компонентов Si_3N_4 и SiO_2). Предварительная обработка угловой зависимости отражательной способности данной структуры, приведенной в контакт с призмой связи, позволила определить показатели преломления и толщины обеих пленок:

$$d_1 = 1,03 \text{ мкм}; n_1 = 1,7966; d_2 = 1,07 \text{ мкм}; n_2 = 1,5321, \quad (1)$$

оптическая длина волны 0,6328 мкм. Этим значениям соответствуют вещественные части постоянных распространения трех ТЕ мод низшего порядка:

$$\beta_0 = 1.7773856; \beta_1 = 1.7192586; \beta_2 = 1.6217698. \quad (2)$$

Далее была выполнена экспоненциальная интерполяция треков данных мод, измеренных волоконно-оптическим зондом. Эта интерполяция дала значения коэффициентов затухания мод:

$$\alpha_0 = 1,75 \cdot 10^{-5} \text{ мкм}^{-1}, \alpha_1 = 6,72 \cdot 10^{-5} \text{ мкм}^{-1}, \alpha_2 = 12,8 \cdot 10^{-5} \text{ мкм}^{-1}. \quad (3)$$

Использование значений (1) – (3) в методе [1] позволило восстановить параметр W , отвечающий за рассеяние света границами пленки (табл. 1).

Табл. 1. Определение параметра рассеяния W по различным парам мод

Моды	W
(0, 1)	$1,51 \cdot 10^{-4} \pm 1,3 \cdot 10^{-5}$
(0, 2)	$1,37 \cdot 10^{-4} \pm 0,9 \cdot 10^{-5}$
(1, 2)	$1,28 \cdot 10^{-4} \pm 2,0 \cdot 10^{-5}$

Из (3) и табл. 1. видно, что хотя коэффициенты α_l для мод различного порядка отличаются друг от друга в разы, коэффициент рассеяния W , рассчитанный при разных сочетаниях пар мод, практически постоянен (его колебания находятся в пределах экспериментальных погрешностей). Это свидетельствует в пользу корректности модели затухания мод, предложенной в [1].

Для оценки коэффициента поглощения пленки k_1 целесообразно использовать значение $W = 1.51 \cdot 10^{-4}$, рассчитанное по модам с номерами 0 и 1 [1]. Ему соответствуют коэффициент затухания основной моды, вызванный рассеянием света, равный $\alpha_s^{(0)} = 1,72 \cdot 10^{-5} \text{ мкм}^{-1}$ и коэффициент поглощения пленки оксинитрида кремния, равный $k_1 = 3 \cdot 10^{-8}$ (0,026Дб/см).

Заметим, что восстановление столь малого значения k_1 в пленке микрометровой толщины другими известными методами практически невозможно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сотский, А. Б. Затухание волноводных мод тонких плёнок: разделение вкладов поглощения и поверхностного рассеяния света / А. Б. Сотский, П. Я. Чудаковский // Компьютерная оптика. – 2012 – № 4 (36) – С.479–488.