

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЛЕНОК ИТО

ИПАТОВА Е.О., ЗАЙЦЕВА Е.И.

Представлены результаты исследования оптических свойств пленок *ITO* (*indium tin oxide*) методом спектральной эллипсометрии. В оптическом диапазоне 450 – 1000 нм пленки ИТО имеют пропускание ~80%, показатель преломления 1,83–2,5.

Тонкие пленки оксида индия широко используются в качестве прозрачных проводящих покрытий при изготовлении жидкокристаллических дисплеев, мониторов портативных компьютеров, электролюминесцентных ламп, электродов фотопроводящих элементов, топливных элементов и т. п. [1].

С помощью спектрометра типа *USB-2000* была получена зависимость коэффициента пропускания от длины волны поглощаемого света для системы In_2O_3 – стекло (рис.1) в диапазоне 300 – 800 нм.

Используя зависимость $T = f(\lambda)$, можно определить коэффициент поглощения системы In_2O_3 – стекло в данном диапазоне длин волн (рис.2).

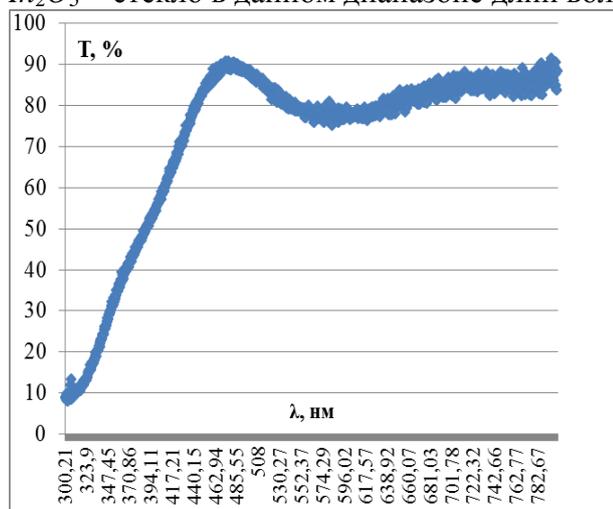


Рисунок 1 – Зависимость $T=f(\lambda)$

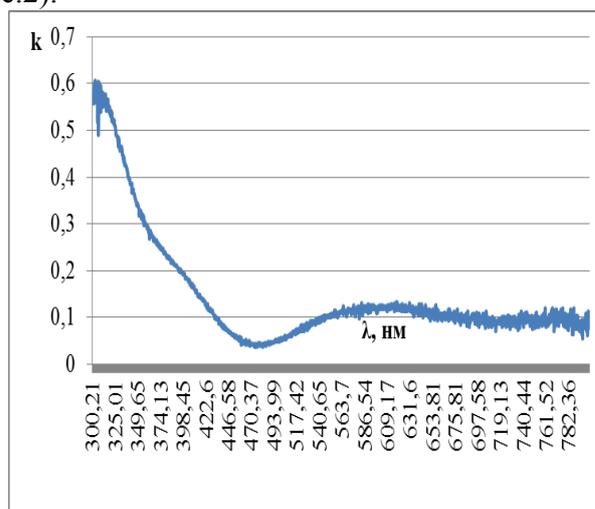


Рисунок 2 – Зависимость $k=f(\lambda)$

Коэффициент поглощения структуры необходим для определения показателя преломления и толщины пленки In_2O_3 на кремниевой подложке, исследуемой методом спектральной эллипсометрии.

Метод спектральной эллипсометрии является одним из способов исследования тонкопленочных структур и основан на регистрации изменения поляризации световой волны при отражении от поверхности [2]. Достоинствами данного метода являются: высокая точность измерений, их неразрушающий характер, возможность быстрых бесконтактных измерений без специальных условий и др. Исследования проводились на спектральном эллипсометрическом комплексе «Эллипс 1891 САГ».

В работе были исследованы 4 образца In_2O_3 на кремнии. Образцы были получены методом реактивного распыления с различным содержанием кислорода. Образцы 1 и 2 содержат 29% кислорода, а 3 и 4 – 25%. Пластины 2 и 4 впоследствии были подвергнуты высокотемпературному отжигу в атмосфере азота ($T=600$ °C).

Линейно-поляризованный свет, падающий под углом к поверхности, которая способна поглощать свет или покрыта тонкой пленкой, после отражения становится эллиптически-поляризованным [2]. Эллипс поляризации характеризуется двумя угловыми величинами: ψ - амплитуда и фазовый сдвиг Δ . Зная эти параметры, можно определить показатель преломления n и толщину пленки ИТО d .

Экспериментальные данные сравним с расчетными, определив толщину пленки по следующей формуле:

$$d = \frac{\lambda_0}{4n_1}, \quad (1.1)$$

где n_1 – показатель преломления пленки.

Результаты измерений и расчетов представлены в табл.1.

Таблица 1 – Результаты исследования структуры $In_2O_3 - Si$ ($\lambda=632.8$ нм)

№ образца	$\psi, ^\circ$	$\Delta, ^\circ$	n	$d_{\text{эксп}}, \text{нм}$	$d_{\text{расч}}, \text{нм}$
1	35,716	240,95	1,84	83,2	85,98
2	27,041	211,743	1,92	81,62	82,4
3	33,813	210,755	2,21	69,42	71,58
4	33,31	190,355	2,3	67,37	68,78

Увеличение показателя преломления структур может быть связано с тем, что после отжига увеличивается концентрация кислорода на поверхности пленки.

Также из полученных данных видно, что после проведения отжига толщина пленок на пластинах уменьшается. Это объясняется тем, что после отжига пленки становятся более однородны по толщине из-за уменьшения неровностей.

Анализируя полученные значения, можно сделать вывод о том, что рекомендуемая толщина для прозрачных проводящих покрытий светодиодов на основе тонких пленок *ITO* составляет

70-80 нм.

Литература

1 Крылов П.Н., Закирова Р.М., Федотова И.В. Оптические свойства пленок *ITO*, полученных высокочастотным магнетронным напылением с сопутствующей ионной обработкой / Физика и техника полупроводников, 2013, том 47, вып. 10 - Удмуртия, 2013.

2 Резвый Р.Р. Эллипсометрия в микроэлектронике. – М.: Радио и связь, 1983. – 120с., ил.