

## Определение оптических характеристик ITO пленок, нанесенных при разных атмосферных условиях



Application Note

Photovoltaic SE30

Application Laboratory Team, HORIBA Jobin Yvon S.A.S., Avenue de la Vauve, Passage Jobin Yvon, CS 45002, 91120 Palaiseau, France  
Acknowledgement: Department of Electrical and Electronic Engineering, Public University of Navarra in Pamplona (Spain)

Оксид индия и олова (ITO) является одним из наиболее широко используемых прозрачных в широком спектральном диапазоне материалов, обладающий высокой электрической проводимостью и оптической прозрачностью, который также может быть легко осажден в виде тонкопленочного покрытия. Известно, что для всех прозрачных проводящих пленок должен быть найден компромисс между проводимостью и прозрачностью, поскольку увеличение толщины и концентрации носителей заряда приводит не только к уменьшению прозрачности, но и к увеличению проводимости материала.

ITO покрытия часто используются для изготовления прозрачных проводящих покрытий для жидкокристаллических, плоских и плазменных дисплеев, сенсорных панелей, электронных чернил. Тонкие ITO пленки также используются в органических светодиодах, солнечных батареях, электромагнитном экранировании и антистатических покрытиях, в органических светодиодах (анод, инжекционный дырочный слой). ITO покрытия предназначены для различных оптических покрытий, особенно в качестве инфракрасных отражающих покрытий для автомобильных и натриевых ламп. Другие области применения включают в себя газовые детекторы, просветляющие покрытия, а также использование в процессе электросмачивания диэлектриков.

Целью данного исследования было изучение влияния условий термообработки при разных атмосферных условиях на оптические свойства ITO пленок с помощью спектральной эллипсометрии в диапазоне 190-2100 нм.

### Подготовка образца

ITO пленки были нанесены на кремниевую подложку с помощью распыления при постоянном токе (система Quorum K675XD) при парциальном давлении в  $7 \times 10^{-3}$  бар в атмосфере аргона и токе 150 мА. ITO мишень состояла из 90%  $\text{In}_2\text{O}_3$  и 10%  $\text{SnO}_2$  чистотой 99,99%.

После осаждения пленки отжигались при  $500^\circ\text{C}$  в течение 4 часов, а затем медленно охлаждались при различных атмосферных условиях: в воздухе, в вакууме (давление 0,6 бар) и азоте (1 бар).

### Эксперимент

Измерения проводились с помощью эллипсометра HORIBA UVISEL с фазовой модуляцией в спектральном диапазоне 190-2100 нм (0,6-6,5 эВ) при угле падения  $70^\circ$ .

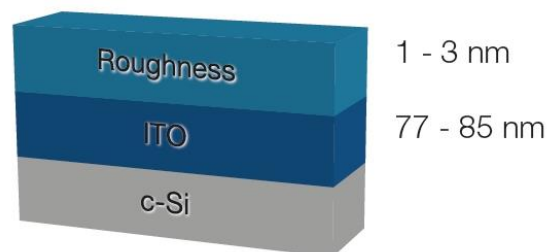
Спектральная эллипсометрия (SE) представляет собой оптический метод, определяющий изменение состояния поляризации света, отраженного от поверхности образца.



### Результаты

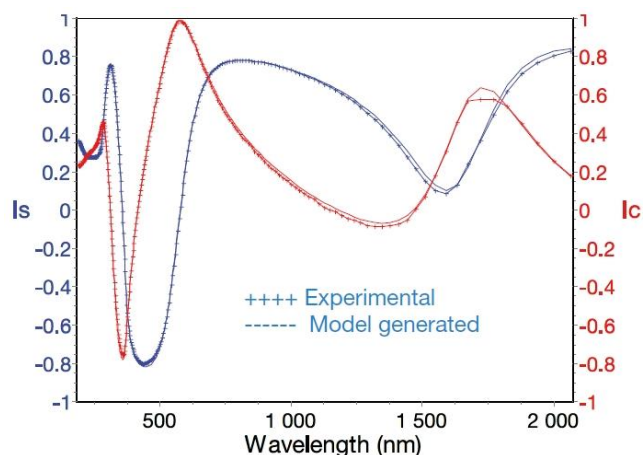
Каждый ITO образец был представлен в виде двухслойной модели с шероховатым поверхностным слоем на верхней части основного слоя.

Шероховатый слой описывается с помощью эффективной среды Бруггемана, состоящей из 50% пустоты и 50% ITO.



*Двухслойная структура используется для эллипсометрического моделирования*

На следующем графике представлено согласование между генерируемыми и экспериментальными эллипсометрическими параметрами ( $I_s$ ,  $I_c$ ).



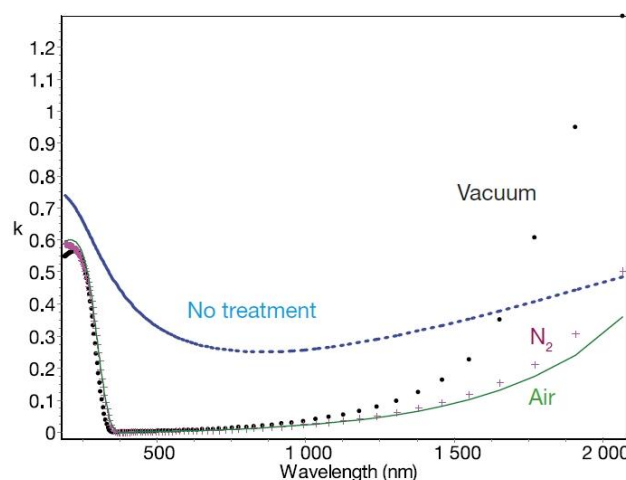
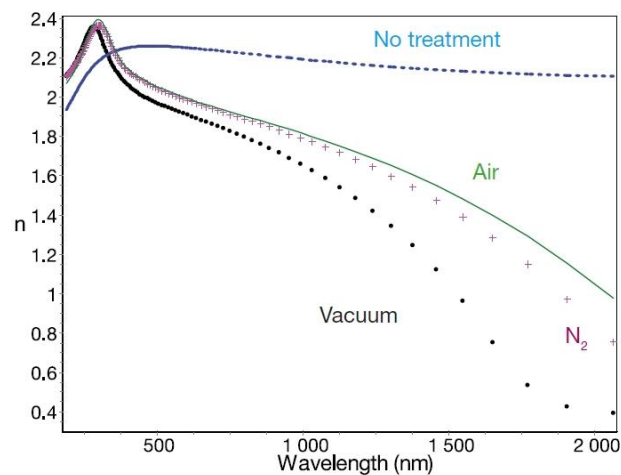
Согласование эллипсометрических данных

Оптические константы ИТО пленки были определены с использованием комбинации осциллятора Друде (модель поглощения в ближнем ИК диапазоне) и выражения для аморфных веществ (модель поглощения в УФ-диапазоне). Данная комбинация была получена с помощью функции "User Defined Formula".

Оптические константы ( $n$ ,  $k$ ) показывают, что любая термообработка повышает прозрачность ИТО пленки и уменьшает поглощение в ближнем ИК диапазоне.

## Заключение

В солнечной энергетике для изготовления солнечных батарей используется широкий спектр материалов. В большинстве случаев эти материалы осаждаются в виде тонких пленок толщиной в нано- или микро-диапазоне. Спектроскопический эллипсометр UVISEL компании HORIBA хорошо подходит для определения характеристик ИТО пленок, а также для описания влияния атмосферы на их оптические свойства. В дополнение к толщине и показателю преломления, также могут быть определены шероховатость, профиль градиента и проводимость.



Оптические константы ( $n, k$ ) ИТО пленки при разных условиях термической обработки



Эксклюзивный дистрибьютор в России и СНГ  
 АО «Найтек Инструментс»  
 Тел. +7 (495) 661 0681  
 nytek@nytek.ru  
 www.nytek.ru