

СПЕКТРАЛЬНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА ПРОПУСКАНИЯ СИСТЕМЫ ITO-СТЕКЛО ОТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ НАНЕСЕНИЯ СЛОЯ ITO НА ПОВЕРХНОСТЬ СТЕКЛА

Самойлов Н.А., Деменский А.Н, Литвиненко В.Н., Фролов А.Н.

Ведущий инженер лаборатории №23 Самойлов Николай Александрович
Институт физики полупроводников им. В. Е. Лашкарева НАН Украины
(Херсонский филиал),
ул. Заводская, 76/78, тел. 51-54-57, nas.50@mail.ru

Младший научный сотрудник лаборатории №23 Деменский Алексей Николаевич
Институт физики полупроводников им. В. Е. Лашкарева НАН Украины
(Херсонский филиал),
ул. Заводская, 76/78, тел. 51-54-57, alex86_new@ukr.net

Доцент кафедры информационно-вычислительных технологий электроники и инженерии, к.т.н. Литвиненко Виктор Николаевич
Херсонский национальный технический университет
Бериславское шоссе, 24, тел. 32-69-44, viktor719160@mail.ru

Доцент кафедры автоматки и электрооборудования, к.т.н. Фролов Александр Николаевич
Херсонский филиал Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова,
пр. Ушакова, 44, тел. 26-31-18, frolov-52@mail.ua

1. Введение. Актуальность исследования этой зависимости связана с применением в спецтехнике селективных оптических фильтров.

Известно много способов создания поверхностных покрытий на светопроводящих материалах, позволяющих регулировать максимум и минимум коэффициента пропускания в зависимости от частоты света. Но эти способы предусматривают многослойные покрытия, а это трудоемкое производство [1].

2. Цель и задачи исследования. Разработана технология получения заданной спектральной зависимости коэффициента пропускания света T через стекло нанесением одного слоя проводящего оксида индия ITO.

Получение ITO (Indium Tin Oxide) на Si описано в [2].

3. Материалы и методы исследования. Слой ITO наносился на подогретое кварцевое стекло путем пульверизации раствора четыреххлористого олова (SnCl_4) и треххлористого индия (InCl_3) в воде и этиловом спирте в потоке кислорода. В начале проведения экспериментов в

качестве базовых составляющих ИТО были выбраны SnCl_4 , InCl_3 , H_2O , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, газ носитель O_2 .

Опорные соотношения

а) SnCl_4 – 1 г; H_2O – 12 мл; $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ – 10 мл;

б) InCl_3 – 1,65 г; H_2O – 5 мл; $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ – 14 мл;

Первый эксперимент а : б = 2 : 1; толщина слоя ИТО ~ 400 нм.

Затем состав ИТО изменялся и последние 2 состава приведены ниже.

Раствор состоял из двух базовых растворов

Базовый раствор 1'. А (г) - InCl_3

$\text{H}_2\text{O} = A/1,65 \cdot 5 \text{ мл} = 15,9 \text{ мл}$

$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = A/1,65 \cdot 14 \text{ мл} = 44,54 \text{ мл}$

$A = 5,25 \text{ г.}$

Базовый раствор 1''. В (г) - SnCl_4

$\text{H}_2\text{O} = 12 \text{ мл} \cdot B = 27 \text{ мл}$

$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = 10 \text{ мл} \cdot B/1 = 22,5 \text{ мл}$

$B = 2,25 \text{ г.}$

Рабочий раствор 1:

4мл раствора 1' + 8мл раствора 1'' + 10мл H_2O + 3мл $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

Рабочий раствор 2:

3мл раствора 2' + 15мл раствора 2'' + 10мл H_2O + 10мл $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

Базовый раствор 2': 2г InCl_3 + 40мл H_2O + 50мл $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

Базовый раствор 2'': 2г SnCl_4 + 10мл H_2O + 50мл $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

Изменяя температуру стекла от 400 до 500 °С, соотношение хлоридов олова и индия в рабочем растворе получали образцы стекла с нанесенными слоями ИТО.

4. Экспериментальные данные и их обработка. Зависимость коэффициента пропускания от частоты (длины волны) света определялась в диапазоне видимой области 360 нм – 1100 нм используя спектрометр СФ – 26.

Существенного сдвига частотной характеристики не наблюдалось, но максимум коэффициента пропускания в зависимости от технологических режимов получения слоя ИТО изменялся (см. рис. 1 и рис. 2).

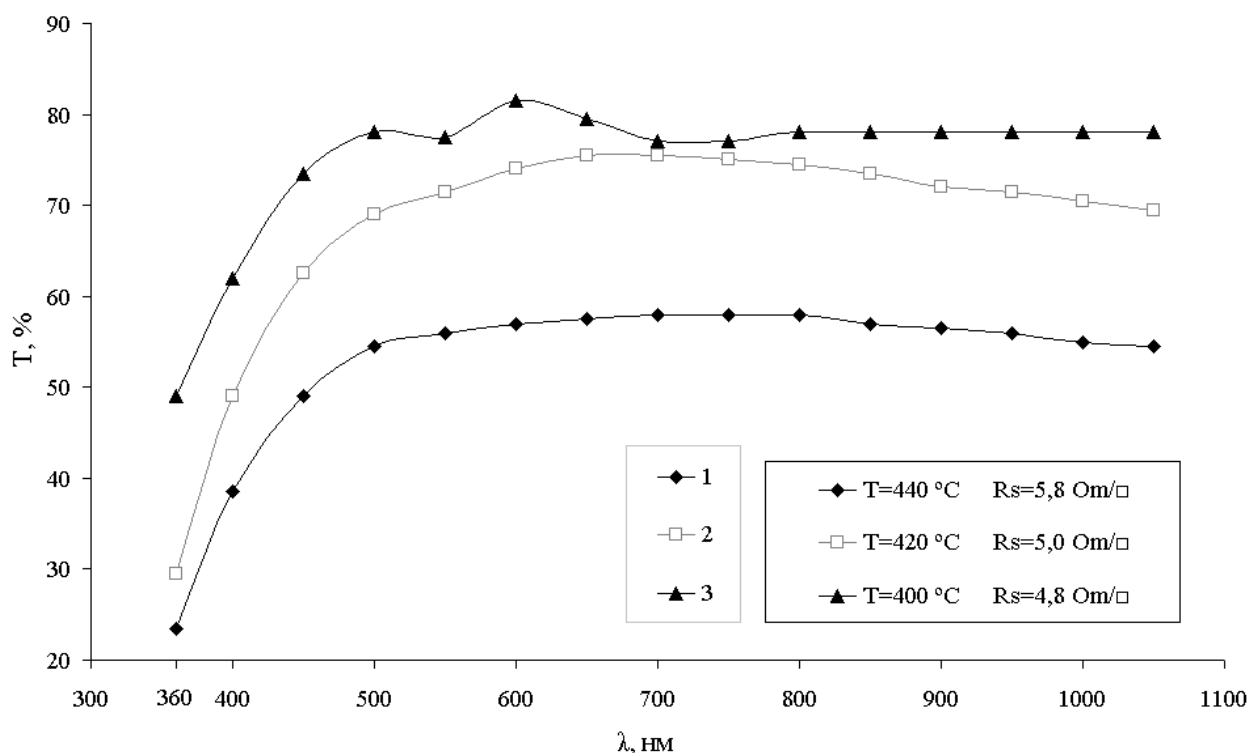


Рис. 1. Зависимость коэффициента пропускания структур стекло – ITO от технологических режимов нанесения ITO (замеры проводились относительно воздуха):

1 – $T_{\text{подложки}} = 440 \text{ }^\circ\text{C}$, $R_s = 5,8 \text{ Ом}/\square$;

2 – $T_{\text{подложки}} = 420 \text{ }^\circ\text{C}$, $R_s = 5,0 \text{ Ом}/\square$;

3 – $T_{\text{подложки}} = 400 \text{ }^\circ\text{C}$, $R_s = 4,8 \text{ Ом}/\square$;

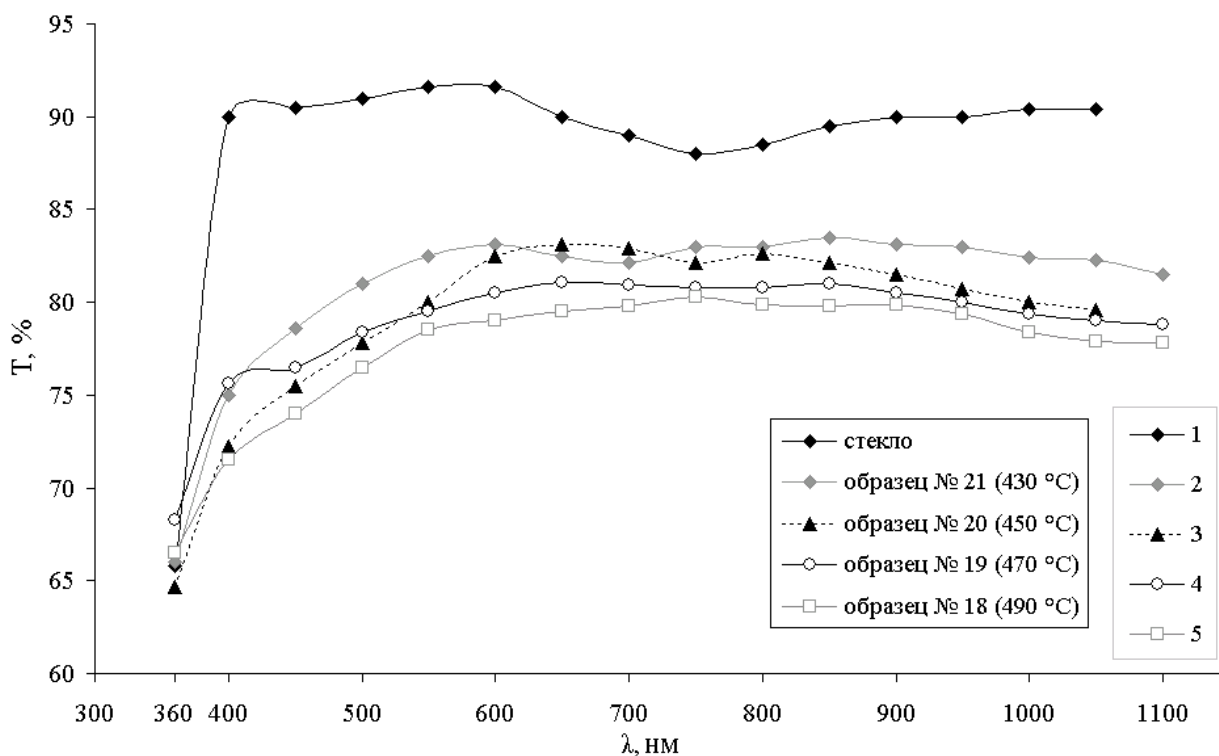


Рис. 2. Зависимость коэффициента пропускания структур стекло – ITO от технологических режимов нанесения ITO (замеры проводились относительно воздуха):

1 – стекло; 2 – образец №21, $T_{\text{подложки}} = 430 \text{ }^\circ\text{C}$; 3 – образец №20, $T_{\text{подложки}} = 450 \text{ }^\circ\text{C}$;

4 – образец №19, $T_{\text{подложки}} = 470 \text{ }^\circ\text{C}$; 5 – образец №18, $T_{\text{подложки}} = 490 \text{ }^\circ\text{C}$;

5. Выводы. При определенных технологических режимах получения слоя ИТО наблюдалось увеличение коэффициента пропускания через образцы свыше 15%, то есть просветление [3].

На рисунках 1 и 2 приведены зависимости частотных характеристик прохождения света через образцы с ИТО от состава растворов и температуры получения слоев ИТО.

Максимум коэффициента пропускания на образцах, полученных с применением рабочего раствора №2 несущественно (< 50 нм) сдвигался в фиолетовую область спектра по отношению к максимуму коэффициента пропускания на образцах, полученных с применением рабочего раствора №1.

Авторами были получены более 200 образцов системы ИТО – стекло, изменяя составы 8 рабочих растворов, но результаты мало отличались от приведенных на рис. 1 и рис. 2.

Литература

1. Крылова Т. Н. Интерференционные покрытия. – Л.: Машиностроение, 1973. – 224 с.
2. Manificier J. C., Szepessy L. Efficient sprayed $\text{In}_2\text{O}_3 : \text{Sn}$ n – type silicon heterojunction solar cell – Appl. Phys. Lett., 1977. – Vol. 31, №7, p. 459 – 462.
3. Получение просветляющих покрытий с использованием ИТО / Н. А. Самойлов, А. И. Марончук, В. Н. Литвиненко, А. Н. Деменский // Вестник ХНТУ. – № 4 (43), 2011. – С. 219 – 221.

Аннотация

Спектральная зависимость коэффициента пропускания системы ИТО-стекло от технологических режимов нанесения слоя ИТО на поверхность стекла

В статье говорится о просветляющих оптических покрытиях. Упомянется технология получения заданной спектральной зависимости коэффициента пропускания света T через стекло нанесением одного слоя проводящего оксида индия ИТО. Представлены зависимости частотных характеристик прохождения света через образцы с ИТО от состава растворов и температуры получения слоев ИТО.

Annotation

The spectral dependence of the transmission coefficient of ITO-glass system on technological modes of applying ITO layer on the glass surface

The article speaks about the antireflecting optical coatings. The technology for producing a given spectral dependence of the light transmission coefficient T through the glass by applying a one layer of conductive indium oxide ITO is noted. The dependencies of the frequency characteristics of light passing through the samples with ITO from the composition of solutions and the temperature of obtaining ITO layers are presented.

THE SPECTRAL DEPENDENCE OF THE TRANSMISSION COEFFICIENT OF ITO-GLASS SYSTEM ON TECHNOLOGICAL MODES OF APPLYING ITO LAYER ON THE GLASS SURFACE

Leading engineer of laboratory №23 Samoilo Nikolai Alexander
V. E. Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics NAS of Ukraine (Kherson branch),
76/78 Zavodskaya St., tel. 51-54-57, nas-50@mail.ru

Junior Researcher of Laboratory №23 Demenskiy Aleksey Nikolaevich
V. E. Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics NAS of Ukraine (Kherson branch),
76/78 Zavodskaya St., tel. 51-54-57, alex86_new@ukr.net

Associate professor of department of informatively - calculable technologies of electronics and engineering, candidate of engineering sciences Litvinenko Victor Nick
Kherson national technical university
Berislavskoe of highway, 24, tel. 32-69-44, viktor719160@mail.ru

Associate professor of department of Automatics and Electrical Equipment,
candidate of engineering sciences Frolov Alexander Nikolaevich
The Kherson Branch of the National University of Shipbuilding named after
Admiral Makarov
boulevard of Ushakova, 44, tel. 26-31-18, frolov-52@mail.ua

Ключевые слова: коэффициент пропускания, ИТО, кварцевое стекло,
раствор, просветляющие оптические покрытия.

Keywords: transmission coefficient, ITO, quartz glass, solution, antireflecting
optical coatings.