

Список литературы

1. Cizman A., Idczak K., Krupinski M., et al. Comprehensive studies of activity of Ni in inorganic sodium borosilicate glasses doped with nickel oxide // *Applied Surface Science*. – 2021. – V. 558. – 149891.
2. Huang Y., Zhang Y., Lin S., et al. Sol gel synthesis of NiO nanoparticles doped sodium borosilicate glass with third-order nonlinear optical properties // *Journal of Alloys and Compounds*. – 2016. – V. 686. – P. 564–570.
3. Конон М.Ю. Фазовое разделение и физико-химические свойства стекол системы $\text{Na}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{Fe}_2\text{O}_3$: дис. ... канд. хим. наук: 02.00.04 / Конон Марина Юрьевна. – Санкт-Петербург, 2016. – 139 с.
4. Konon M., Antropova T., Zolotov N., et al. Chemical durability of the iron-containing sodium borosilicate glasses // *Journal of Non-Crystalline Solids*. – 2022. – V. 584. – 121519.

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ СТЕКОЛ ДЛЯ ЗАЩИТЫ p-n ПЕРЕХОДА

Д. В. Комаров, А. А. Дитц

Научный руководитель – к.т.н., доцент А. А. Дитц

Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
dvk66@tpu.ru

Защита p-n перехода является важным этапом в технологии полупроводникового производства. Защитное покрытие может иметь различную природу, но наиболее перспективными являются покрытия из неорганических стекол [1, 2, 3]. В России данное направление на текущий момент практически не развито. Тем не менее, для обеспечения технологического суверенитета страны необходимо создавать и производить стекла для защиты p-n переходов.

Разработка новых составов – это длительный и дорогостоящий процесс. В связи с этим, одним из вариантов ускорения данной работы является вариант применения для этих целей уже промышленно выпускаемых стекол. В данной работе рассмотрен ряд электровакуумных стекол, производимых в промышленных объемах, не применяющихся и не применявшихся ранее для защиты p-n перехода, но отвечающих требованиям к таким стеклам. Для анализа применимости стекол предварительно проводили моделирование их физико-химических свойств. В качестве одного из критериев пригодности использовали коэффициент термического расширения (КТР). КТР стекла должен быть согласован с КТР основного материала p-n перехода – кремнием ($\alpha = 4,0 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹) [4]. Этому критерию удовлетворяют несколько групп стекол: вольфрамовые и молибденовые. В специальном программном пакете «SciGlass» было

проведено моделирование составов промышленных стекол различных стеклообразующих систем, данные представлены в таблице 1.

Стекла марок С38-1, С38-2, С39-1, С40-1 по значению КТР являются согласованными с кремнием. Низкая температура варки стекол марок С38-1, С38-2, С39-1, С40-1 обеспечивает возможность использования более простого печного оборудования. Все марки стекол, за исключением С39-2, удовлетворяют требованиям к электроизоляционным стеклам – имеют электрическое сопротивление более 10^{10} Ом•см и низкую диэлектрическую проницаемость (не более 7 Тл на 1 МГц).

По химическому составу все стекла, кроме С39-1, являются бессвинцовыми, что не приводит к загрязнению экологии и вреду для человека в процессе их производства и эксплуатации.

Результаты

В ходе моделирования основных физико-химических свойств среди стекол вольфрамовой и молибденовой групп определены марки стекла, удовлетворяющие основным критериям их пригодности для защиты p-n перехода, имеющие относительно низкие температуры варки и не содержащие в своём составе свинца. Определены марки стекол, которые могут быть получены при меньших энергетических затратах – С38-1, С38-2, С39-1, С40-1, С47-1, С48-1 и С48-2.

Таблица 1. Технологические свойства стёкол по результатам моделирования

Марка стекла	ρ при 20 °С, г/см ³	ТКЛР, град ⁻¹ • 10 ⁻⁶	Температура варки (при $\log \eta = 2$), °С	Tg, °С	Поверхностное натяжение, Н/м:		Электрическое сопротивление при 20 °С ($\log \rho$), Ом • см	Диэлектрическая проницаемость (ϵ) при 20 °С на 1 МГц, Тл
					500 °С	1000 °С		
C37-1	2,51	4,22	2002	791	0,384	0,367	18,02	6,32
C38-1	2,14	3,88	1458	526	0,188	0,181	17,84	4,05
C38-2	2,18	3,88	1458	551	0,194	0,187	18,87	4,16
C39-1	2,34	3,60	1523	597	0,222	0,211	17,28	4,38
C39-2	2,57	4,39	1954	803	0,371	0,353	8,76	6,13
C40-1	2,23	3,83	1541	576	0,224	0,212	16,17	4,37
C47-1	2,34	4,48	1456	580	0,239	0,226	14,10	4,75
C48-1	2,22	4,73	1448	538	0,207	0,197	16,83	4,54
C48-2	2,25	4,88	1461	544	0,211	0,201	17,69	4,69
C48-3	2,74	5,82	1791	782	0,402	0,383	12,62	6,68

Список литературы

1. Саркаров Т.Э. // Неделя Науки. – 2017. – Т. 1. – С. 164–166.
2. Vasile V.N. Obreja. // International Spring Seminar on Electronics Technology. – 2007. – № 30. – P. 287–292.
3. Chenming Hu. Modern Semiconductor Devices for Integrated Circuits. Berkeley: Prentice Hall, 2010. – P. 351.
4. Казьмина О.В., Беломестнова Э.Н., Дитц А.А. Химическая технология стекла и ситаллов: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 170 с.

КОМПЛЕКСЫ РУТЕНИЯ С ИМИНОАЦЕНАФТЕНАМИ: СИНТЕЗ, СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА

В. И. Комлягина^{1,2}, Н. Ф. Ромашев¹, И. В. Бакаев¹, А. Л. Гуцин¹
Научный руководитель – к.х.н., н.с. Н. Ф. Ромашев

¹Институт неорганической химии им. А. В. Николаева СО РАН
630090, Россия, Новосибирск, пр. Лаврентьева, 3
v.komlyagina@g.nsu.ru

²Новосибирский государственный университет
630090, Россия, Новосибирск, ул. Пирогова, 2

Иминоаценафтенны являются широко известным и хорошо изученным классом ароматических акцепторных редокс-активных лигандов. Как правило их подразделяют на моно- и диимины (Ar-mian и Ar-bian соответственно). Координация таких лигандов к металлоцентру приводит к возникновению различных взаимодействий между координирующим металлом и лигандом. Ключевым свойством таких комплексных соединений является способность обратимо принимать до четырех электронов [1].

Варьирование арильных заместителей в Ar-mian и Ar-bian позволяет тонко настраивать окислительно-восстановительные и стерические свойства, в следствие чего, комплексы M-bian нашли применение в таких областях исследования, как катализ, бионеорганическая химия, оптика и др.

В ходе данной работы при помощи микроволновой активации было синтезировано 5 новых комплексов рутения (II) вида $[\text{Ru}(\text{Ar-mian})_2\text{Cl}_2]$, где Ar = 2,6-диизопропилфенил (dpp), 2,4,6-триметилфенил (tmp) и 3,5-трифторметилфенил