

случае время существования жидкой фазы определяется длительностью фазы пониженного отражения.

Аналогичные зависимости, полученные в тех же экспериментальных условиях, для CdTe показывают, что при наличии плавления временная зависимость отражательной способности характеризуется двумя слабо выраженными максимумами (рис.2). Наблюдаемая динамика может быть объяснена температурной зависимостью коэффициента отражения и интерференционными эффектами при отражении зондирующего излучения от системы расплавленный слой – нагретый монокристалл.

Особенности динамики отражательной способности PbTe могут быть объяснены необычной зависимостью ширины запрещенной зоны, и, следовательно, индекса преломления от температуры. В отличие от большинства полупроводников, в которых ширина запрещенной зоны

сужается с ростом температуры, в PbTe ширина запрещенной зоны возрастает от 0.19 до 0.36 эВ при изменении температуры от 0 К до 450 К и далее не изменяется. Благодаря этому, коэффициент преломления и отражательная способность PbTe уменьшаются с ростом температуры.

Работа выполнена при частичной поддержке БРФФИ по проектам Ф13К – 117 и Ф13К-063.

1. New Directions for Low-Dimensional Thermoelectric Materials / M.S. Dresselhaus [et al.]// *Advanced Materials*.-2007.-V.19, No.8.-P.1043-1053.
2. Ивлев, Г.Д. / Г.Д. Ивлев, Е.И. Гацкевич Динамика отражения и поглощения теллурида кадмия при лазерно-индуцированных фазовых превращениях // *Приборостроение*. – 2006. – Т. 49, № 9.– С. 19-25.

УДК 621

ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА МАТЕРИАЛА ДЛЯ ГЕРМЕТИЗАЦИИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

Карпович Е.Ф., Колонтаева Т.В.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

Стекло широко применяется в электронике в микросхемах, микросборках электронных приборов, транзисторах, диодах, электроннолучевых трубках и электронных лампах, в кварцевых резонаторах, конденсаторах, резисторах и других приборах. Отличительным свойством стекла является его большая устойчивость к воздействию многих химических реагентов, а также устойчивость к воздействию воды и паров металла

Под легкоплавкими обычно подразумевают стекла, температура размягчения которых не превышает 600 °С. Компонентами, обуславливающими легкоплавкость стекол, могут быть ионы некоторых тяжелых металлов, ионы с внешней электронной оболочкой, содержащей 18 и более электронов, крупные легкодеформируемые ионы и ионы с малыми зарядами.

В настоящее время для покрытия, спаивания и герметизации различных материалов применяют легкоплавкие стекла: свинецсодержащие, боратные, фосфатные, ванадатные, висмутсодержащие. Каждая конкретная область применения легкоплавкого стекла определяется его свойствами.

Термические свойства стекол являются важнейшими свойствами, т.к. в процессе формирования стекло нагревается до высоких температур, а в процессе эксплуатации электронные приборы стекло испытывает тепловую нагрузку.

Термические свойства стекла определяют термическое расширение при нагреве, которое способствует возникновению механических напряжений в зонах стекла с различной температурой и в зонах спаивания стекла с другими стеклами и металлами при одинаковой их температуре из-за различия величины коэффициентов термического расширения.

При спаивании стекол друг с другом и с металлами необходимо прежде всего принимать во внимание напряжения, обусловленные различием коэффициентов термического расширения. Для предупреждения разрушения спаивания эти напряжения не должны превышать предела прочности стекла на растяжение, а режим охлаждения должен способствовать уменьшению этих напряжений.

В настоящей работе была поставлена задача по разработке легкоплавкого стекла на основе оксида висмута с повышенными физико-химическими свойствами, позволяющими использовать это стекло в качестве припоя при спаивании элементов прибора, изготовленного из стекла марки ХС-1, работающего в агрессивных электролитах.

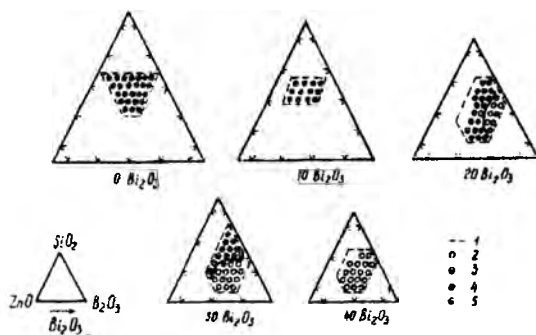
Анализ литературных данных показал, что висмутсодержащие стекла обладают более высокими физико-химическими свойствами по сравнению со свинцовыми, боратными, фосфатными и другими легкоплавкими стеклами. На этом ос-

новании была исследована система $\text{SiO}_2\text{-Bi}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$, которая затем корректировалась путем введения оксида бария.

Было изучено 10 сечений данной системы, в которых исследовались свойства стекол различного химического состава, содержащих разное количество оксида висмута, бария и цинка.

Изучено стеклообразование ряда сечений висмутсодержащих систем $\text{SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Bi}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$ и $\text{SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Bi}_2\text{O}_3\text{-ZnO-BaO}$, при содержании Bi_2O_3 5, 10, 15, 20, 30, 40 мол. %.

На диаграмме сечений нанесены области составов устойчивых прозрачных стекол, кристаллизующихся в процессе выработки и глухих молочных стекол (рисунок 1).



1-граница области изученных стекол; 2- прозрачные стекла; 3- стекла с отдельными участками кристаллизации; 4- стекла со сплошной кристаллизацией; 5- стекла с опалесценцией
Рисунок 1 – Области кристаллизации изученных составов

В результате проведенных исследований установлено, что существенное влияние на повышение склонности опытных стекол к кристаллизации оказывают оксид кремния и оксид бария. Оксиды висмута и бора способствуют их снижению.

Базируясь на опытных данных по кристаллизации опытных стекол сделано предположение о роли кремния и висмута в их структуре. Показано, что каркас многовисмутовых, стекло строится в основном из висмутсодержащих полиэдров. Предполагается, что ион висмута принимает непосредственное участие в построении непрерывного структурного каркаса стекла в соответствии со своими размерами, зарядом и степенью ковалентности связей, образуя трехмерные висмутсодержащие полиэдры. Кремний при этом образует кислородные изолированные группировки, которые при нагревании упорядочиваются и таким образом способствуют кристаллизации всего стекла.

В результате изучения физико-химических свойств опытных стекол на диаграммах по-

строены изолинии температурного коэффициента линейного расширения (рисунок 2).

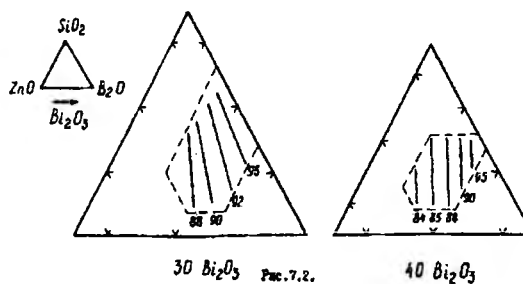


Рисунок 2 – Температурный коэффициент термического расширения системы

Температурный коэффициент линейного расширения повышается по мере увеличения концентрации B_2O_3 и соответствующего снижения ZnO .

Абсолютные значения ТКЛР опытных стекол лежат в пределах $(77-97) \cdot 10^{-7}$ град $^{-1}$, температура начала размягчения 400-500 °С.

Анализ результатов химической устойчивости висмутсодержащих легкоплавких стекол показал, что по величине потерь массы после пятиминутной обработки кипящей водой они могут быть отнесены к I и II гидролитическим классам (потери массы составляют 0,01-0,12 %).

Проведена оценка химической устойчивости стекла для припоев в различных химических средах и зависимость от времени воздействия реагентов. Исследования проведены при комнатной температуре на образцах двух видов, монолитных – массой 4,7-7,8 г и стеклопорошка определенной фракции в соответствии с существующими требованиями. По истечении одно- и двухмесячных испытаний определены потери массы для монолитного и порошкообразного стекла.

На основании проведенных исследований сделан вывод, что легкоплавкое стекло для припоев на основе оксида висмута является достаточно устойчивым в нейтральных и щелочных средах и значительно разрушается под действием кислых реагентов. При этом, водо- и щелочустойчивость опытного стекла и монолита более, чем в 3 раза выше химической устойчивости порошкообразного стекла.

В работе также изучено и влияние состава стекол на величину температуры начала размягчения. На диаграммах, представленных на рисунке 3, построены изотермы температуры начала размягчения при содержании оксида висмута в количестве соответственно 30 и 40 %.

При этом установлено, что увеличение в стеклах содержания SiO_2 и B_2O_3 ит уменьшение

ZnO способствует повышению температуры начала размягчения.

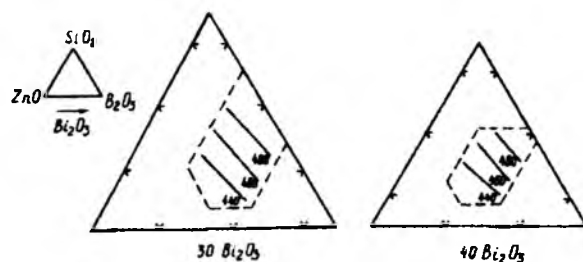


Рисунок 3 – Температура начала размягчения стекол системы

В результате проведенного экспериментального исследования стекол системы $\text{SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Bi}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$ и $\text{SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Bi}_2\text{O}_3\text{-ZnO-BaO}$ разработаны оптимальные стекла, которые по комплексу физико-химических свойств отвечают требованиям, предъявляемым к легкоплавким стеклам для припоев, предназначенных для спа-

ивания стеклянных элементов приборов с металлическими выводами из сплава 47 НД.

В условиях лаборатории был изготовлен стеклогранулят из оптимальных легкоплавких стекол, из которых путем помола до тонкодисперсного состояния получен порошкообразный припой и апробирован в производственных условиях.

Результаты испытаний показали возможность применения разработанных оптимальных легкоплавких стекол в качестве припоя, т.к. характеристики приборов с разработанными составами припоев соответствуют рабочим параметрам стеклянных приборов в заданных пределах. Легкоплавкие стекла позволяют осуществлять спаи при более низких температурах. Низкая температура спаивания предотвращает окисление и деформацию деталей. Спаи с помощью легкоплавких стекол однородны и при соответствующем подборе температурных коэффициентов линейного расширения свободны от напряжений.

УДК 621.937

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДОВОДОЧНЫХ ДИСКОВ, ШАРЖИРОВАННЫХ НАКАТНЫМ РОЛИКОМ С УЛЬТРАЗВУКОМ

Киселев М.Г., Дроздов А.В., Габец В.Л., Ланкевич А.И., Криничев В.С.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Как отмечалось в [1], для осуществления операции шаржирования накатным роликом с ультразвуком рабочих поверхностей доводочных дисков, применяемых в качестве инструментов при обработке различных изделий из стекла, керамики, поделочных и драгоценных камней, был создан экспериментальный технологический комплекс. В состав комплекса входит настольный доводочный станок модели СУН 3435, ультразвуковая укаточная головка и генератор ультразвуковых колебаний.

Была также разработана технология формирования алмазосодержащего покрытия на доводочных дисках накатным роликом с ультразвуком.

Для подтверждения эффективности применения ультразвука в разработанном технологическом процессе шаржирования были проведены испытания по определению абразивной способности и износостойкости алмазосодержащих покрытий, полученных с ультразвуком и без ультразвука и качество обработанных на них поверхностей.

Объектом испытания служили доводочные диски, изготовленные из латуни Л62 и чугуна СЧ18 с наружным диаметром 150 мм и

толщиной 18 мм с посадочным отверстием Ø32Н7. Их торцовые (рабочие) поверхности после шлифования и притирки имели шероховатость $Ra = 0,32 - 0,63$ мкм. На каждом диске шаржированию подвергались обе эти поверхности, одна из которых шаржировалась в обычных условиях, а вторая с применением ультразвука в соответствии с разработанной операционной технологией.

Соответственно, в первом случае операция выполнялась при статическом усилии прижатия ролика $P_{ст} = 5$ Н, постоянной окружной скорости диска в зоне обработки $v_0 = 27,5$ м/мин, радиальной подаче акустической головки $S_p = 60$ мм/мин при ее возвратно-поступательном движении с длиной хода 15 мм за четыре прохода. При шаржировании с ультразвуком колебания амплитудой 6 мкм сообщались ролику под углом 45° относительно вертикальной оси в условиях его встречного взаимодействия с поверхностью диска при статическом усилии прижатия к ней ролика равном $P_{ст} = 3$ Н. Все остальные параметры режима шаржирования оставались такими же, как при осуществлении операции в обычных условиях. В результате ее выполнения на поверхности доводочного диска формировалась