

Н.М. БОБКОВА, д-р техн.наук,  
Г.Е. РАЧКОВСКАЯ, канд.техн.наук,  
Л.Г. ШИШКАНОВА (БТИ)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕКОТОРЫХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА БОРОСИЛИКАТНЫХ СТЕКОЛ ДЛЯ МЕЖСЛОЙНОЙ ИЗОЛЯЦИИ

Изучение влияния добавок на свойства стекол в системе  $\text{BaO}-\text{ZnO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$  представляет практический интерес с точки зрения получения стеклокристаллических материалов с комплексом свойств, обеспечивающих надежную изоляцию интегральных компонентов в производстве полупроводниковых приборов. В качестве исходного стекла был выбран один из составов данной боросиликатной системы. На его основе по толстопленочной технологии изготовлены изоляционные покрытия на керамике 22ХС.

Технология изготовления толстопленочных покрытий выдвигает жесткие требования к кристаллизации стекла в пленке. Необходимо, чтобы стекло вначале расплавилось, образовало прочный контакт с подложкой, а затем закристаллизовалось, формируя прочное покрытие. Процесс осложняется тем, что разделить оплавление и кристаллизацию технологически сложно [1]. Кроме того, склонность к кристаллизации стекла в монолите и в порошке различная. Для стекол в порошке она повышена из-за мелкодисперсности частиц, которые создают чрезвычайно развитую поверхность. Последняя способна вызывать при определенных условиях гетерогенное образование центров кристаллизации [2].

Для получения качественного изоляционного покрытия исследовалось влияние оксидов  $\text{MnO}$ ,  $\text{CdO}$ ,  $\text{GeO}_2$  на кристаллизационную способность исходного стекла. Результаты изучения кристаллизационных свойств стекла, модифицированного добавками, позволили установить, что  $\text{MnO}$  в количестве 1,5–2,5 мас. дол., % расширяет интервал оплавления стекла по сравнению с исходным на 100 °С и сокращает интервал поверхностной кристаллизации. Добавка  $\text{MnO}$  в количестве 5 мас. дол., % повышает кристаллизационную способность стекла. Оплавление острых граней происходит в интервале температур 640–670 °С.

Введение 1,5–2 мас. дол., %  $\text{CdO}$  способствует усилению кристаллизационной способности стекла. Причем появление поверхностной кристаллизации в виде тонкой пленки и оплавление острых граней образца происходят одновременно. Введение  $\text{CdO}$  от 2,5 до 5 мас. дол., % позволяет выделить температурный интервал образования кристаллической пленки. По сравнению с исходным стеклом до-

бавка оксида кадмия в этом количестве снижает кристаллизационную способность стекла.

Добавка  $\text{GeO}_2$  в количестве 1,5 мас. дол., % позволяет выделить температурные интервалы оплавления и кристаллизации стекла, сдвигая их по сравнению с исходным стеклом на 30–50 °С в область низких температур. Увеличение содержания  $\text{GeO}_2$  от 2,0 до 5,0 мас. дол., % практически не влияет на кристаллизационную способность стекла.

Совместное введение оксидов германия и теллура по 2,5 мас. дол., % сверх 100 % дает определенный эффект. По сравнению с исходным стеклом расширяется температурный интервал, в котором происходит оплавление острых граней (700–770 °С).

Анализируя результаты исследования по выявлению влияния добавок на кристаллизационную способность стекла, можно заключить, что наиболее эффективными являются добавка  $\text{MnO}$  и совместное присутствие  $\text{GeO}_2$  и  $\text{TeO}_2$ .

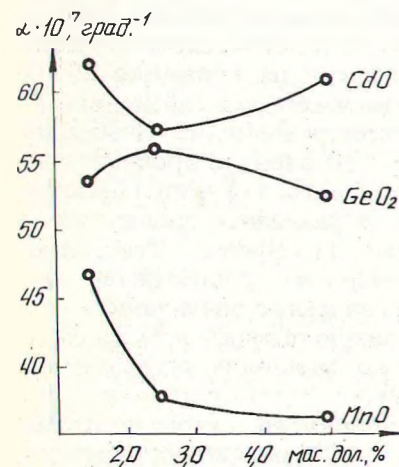


Рис. 1. Влияние добавок на температурный коэффициент линейного расширения стекла.

2,5 мас. дол., %  $\text{GeO}_2$ . Сверх этого количества ТКЛР стекла понижается. Добавка  $\text{MnO}$  понижает температурный коэффициент линейного расширения стекла (см. рис. 1).

Изучалось также влияние добавок на электрические характеристики стекла. Диэлектрик для межслойной изоляции должен иметь следующие характеристики: диэлектрическая проницаемость  $\epsilon = 7-12$  при температуре 20 °С и частоте  $f = 10^6$  Гц; тангенс угла диэлектрических потерь  $\text{tg } \delta$  не выше  $20 \cdot 10^{-4}$  [3].

Образцы для замера электрических свойств стекол с добавками изготавливались следующим образом. Стекломассу отливали в ме-

таллические формы. Полученные диски  $\varnothing 40$  мм отжигали в лабораторной муфельной печи и затем шлифовали до толщины 3 мм. Замеры электрических свойств стекол с добавками  $\text{CdO}$ ,  $\text{MnO}$  и  $\text{GeO}_2$  показали, что они имеют  $\epsilon = 4-12$  и  $\text{tg } \delta = (3-19) \cdot 10^{-4}$  при  $f = 10^6$  Гц, т.е. отвечают требованиям, предъявляемым к диэлектрикам для межслойной изоляции.

Таким образом, в результате выполненного исследования установлено, что, изменяя род и количество вводимых добавок, можно получить стекла с определенным ТКЛР в диапазоне от  $36 \cdot 10^{-7}$  до  $64 \cdot 10^{-7}$  град $^{-1}$ .

Стекла, модифицированные различными добавками, перспективны с точки зрения синтеза на их основе стекловидных покрытий для межслойной изоляции.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Журавлев Г.И. Стекла для электронной промышленности. — Ж. ВХО им. Д.М. Менделеева, 1982, т. 27, № 5, с. 38–45.
- Петрова В.З., Дорохова Л.Б., Чиликина Т.Д. Воспроизводимость свойств легкоплавких стекол в пленках, полученных методом центрифугирования. — В кн.: Сб. научн. тр. по проблемам микроэлектроники. Сер. Хим.-технол. М., 1975, вып. 21, с. 170–174.
- Петрова В.З., Ермолаева Д.И., Иванов В.В. Синтез стекол системы  $\text{SiO}_2\text{-PbO-ZnO}$  и применение метода симплексного планирования для исследования электрических свойств стекол данной системы. — Там же, вып. 2, с. 159–161.

УДК 666.01

Н.Н. ЕРМОЛЕНКО, д-р техн. наук,  
З.Ф. МАНЧЕНКО,  
Е.Ф. КАРПОВИЧ, канд. техн. наук,  
Н.Г. САЕВИЧ, И.А. ТИХОНОВ (БПИ)

#### ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ И СТРУКТУРЫ ЛЕГКОПЛАВКИХ ВИСМУТСОДЕРЖАЩИХ СТЕКОЛ ДЛЯ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

Висмутсодержащие стекла представляют интерес как легкоплавкие составляющие композиционных материалов, применяемых в толстопленочной технологии интегральных схем. Преимущества этих стекол [1] обусловлены их инертностью по отношению к материалам проводящих элементов интегральных схем, устойчивостью к образованию самостоятельных кристаллических фаз, вносящих определенный вклад в фазовый состав и свойства композитивов, и, следовательно, исключением явлений изоморфизма между компонентами висмутсодержащего стекла и кристаллическими фазами композиционных материалов. Это обуславливает стабилизацию их параметров при неоднократном термоциклировании как в процессе изготовления схем, так и при их эксплуатации.