

# ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАССИВИРУЮЩИХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ СВИНЦОВО-БОРОСИЛИКАТНЫХ СТЕКОЛ

С.И. Власов, Ф.А. Сапаров

Национальный университет Узбекистана,  
Вузгородок, 100174, г. Ташкент, Республика Узбекистан, [vlasov@uzsci.net](mailto:vlasov@uzsci.net)

В настоящей работе приведены результаты исследований влияния всестороннего гидростатического сжатия на электрические характеристики диэлектрических покрытий. В качестве покрытия использовалось свинцово-боросиликатное стекло типа  $PbO-SiO_2-B_2O_3-Al_2O_3-Ta_2O_5$  ( $PbO-47\%$ ,  $SiO_2-34\%$ ,  $B_2O_3-15\%$ ,  $Al_2O_3-3\%$ ,  $Ta_2O_5-1\%$ ), нанесенное на поверхность пластин кремния (КЭФ-10 с кристаллографической ориентацией  $\langle 111 \rangle$ ) из мелкодисперсной шихты, с последующим оплавлением ( $T = 680\text{ C}^0$ ) и отжигом ( $T = 470\text{ C}^0$ ) [1]. Толщина слоя стекла составляла 200–250 нм. Выбор стекла обусловлен широким его применением при герметизации сильноточных полупроводниковых приборов. Основным методом исследования служил метод изотермической релаксации высокочастотной (1 мГц) емкости структуры металл-диэлектрик-полупроводник (МДП) в ходе увеличения заряда инверсионного слоя [2]. Структуры МДП изготавливались с помощью вакуумного осаждения алюминия на поверхность стекла. Диаметр управляющих электродов – 3 мм. Изготовленные структуры подвергались всестороннему сжатию до давлений 2–8 кБар (шаг – 2 кБар с выдержкой в каждом интервале по 20 минут) на установке «Гидростат» ЛГ-16.

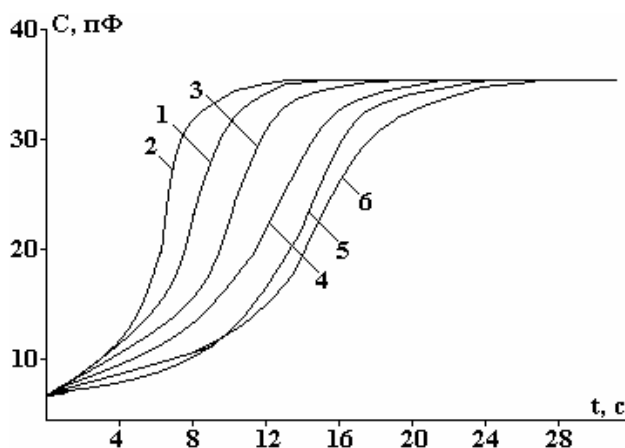


Рис. 1. Релаксационные зависимости исследуемых структур, измеренные до (1) и после (2–6) воздействия давления, кБар: 1 – 0; 2 – 2; 3 – 4; 4 – 6; 5 – 7; 6 – 8;  $T = 20\text{ C}^0$

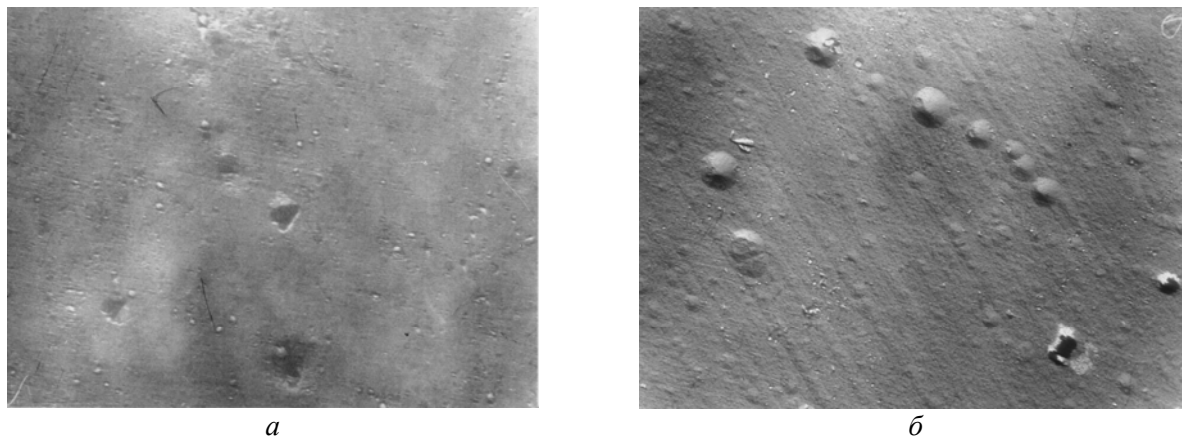


Рис. 2. Микрофотографии исследуемых структур, измеренные до (а) и после (б) воздействия давления 4 кБар

На рис. 1 приведены экспериментальные релаксационные зависимости одной из исследуемых структур, измеренные (в темноте при температуре 20 С<sup>0</sup>) до (зависимость 1) и после (зависимости 2–6) воздействия давления, после переключения напряжения от V<sub>1</sub> до V<sub>2</sub> (V<sub>1</sub> = 8 В, V<sub>2</sub> = 18 В). Из приведенных зависимостей видно, что воздействие давления величиной, превышающей 4 кБар, приводит к увеличению времени формирования заряда инверсионного слоя. Анализ вклада в общий темп генерации поверхностных и объемных генерационных токов, выполненный при помощи методов [2, 3], показал, что величина объемных генерационных токов после воздействий давления практически не изменяется. В то же время величина поверхностных составляющих генерационных токов существенно уменьшается. Более того, контрольные измерения структур, подвергнутых давлению, выполненные согласно методу [4, 5] на диодах Шоттки (диоды изготавливались после химического удаления слоя стекла и вакуумного нанесения Au), показали отсутствие генерационно-рекомбинационных центров с концентрациями, большими 10<sup>11</sup> см<sup>-3</sup>. Следовательно, указанные режимы давления, не изменяя параметров полупроводниковой подложки, оказывают влияние на слои стекла, прилегающие к границе раздела с полупроводником. Увеличение времени формирования инверсионного слоя в исследованных структурах может быть обусловлено образованием в стекле, в слоях, прилегающих к границе раздела с полупроводником, центра акцепторного характера [6]. При достаточно больших инверсионных напряжениях этот центр захватывает дырки из растущего заряда инверсионного слоя, уменьшая скорость его формирования.

Для проверки этого предположения с части структур МДП химическим способом удалялся слой алюминия, выполняющего роль управляющего электрода, и в парах плавиковой кислоты удалялись поверхностные слои стекла. После чего производилось микрофотографирование поверхности стекол. На рис. 2 приведены микрофотографии поверхности стекол для двух структур (до и после воздействия давлением в 4 кБар). Из сравнения приведенных фотографий видно, что в структурах, подвергнутых давлению, наблюдаются дополнительные включения, которые и могут быть ответственными за наблюдаемые изменения релаксационных зависимостей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Парчинский П.Б., Власов С.И., Тургунов У.Т. Свойства пассивирующих покрытий на основе свинцово-боросиликатных стекол. *Неорганические материалы*. 2002, **38**(6), 750–754.
2. Zerbst M. Relaxation effects on holbeiter isolator-grenzflächen. *Z. Angew. Phys.* 1962, (30), 22–29.
3. Абдурахманов К.П., Берман Л.С., Власов С.И., Котов Б.А. Исследование остаточных глубоких центров в структурах металл–диэлектрик–полупроводник ёмкостным методом. *Физика и техника полупроводников*. 1979, **13**(7), 1447–1450.
4. Берман Л.С. *Ёмкостные методы исследования параметров полупроводников*. Л.: Наука, 1981. 126 с.
5. Берман Л.С., Лебедев А.А. *Ёмкостная спектроскопия глубоких центров в полупроводниках*. Л.: Наука, 1982. 176 с.
6. Vlasov S.I., Nasirov A.A., Mamatkarimov O.O. and Ergasheva M.A. Nonmonotonous capacitance-voltage characteristics in metal-glass-semiconductor structures. *Surface Engineering and Applied Electrochemistry*. 2008, **44**(3), 250–251.

Поступила 06.12.10

## Summary

Effect of the pressure on the electrical characteristics of dielectric coating PbO-SiO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> has been studied. Dependence of coating characteristics from quantity uniform compression was determined.