

Исследование зарядопереноса в силикатных стеклах в процессе термо-электрополевой модификации

А. М. Кузнецов¹, А. А. Липовский², А. В. Омельченко¹, М. И. Петров¹.

¹АФТУ РАН, Санкт-Петербург, Россия

тел: (812) 448-69-94, эл. почта: antonk@school.ioffe.ru

²Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, Санкт-Петербург, Россия

тел: (812)534-58-21, эл. почта: lipovskii@mail.ru

Явление термо-электрополевой модификации стекол при формировании сверхвысокого электрического поля, вблизи анодной поверхности разогретого стекла, к которому приложено постоянное электрическое напряжение, находит свое применение как в микроэлектронной технологии [1], так и при создании нелинейных и электрооптических элементов [2]. Процесс термо-электрополевой модификации также играет важную роль в электрополевом просветлении стекло-металлических нанокомпозитов [3,4]. Модификация стекол и нанокомпозитов обусловлена протеканием в них процессов массо- и зарядопереноса, интерес к которым определяется прикладной значимостью рассматриваемого явления.

Несмотря на большой объем исследований, посвященных термо-электрополевой модификации стекол, существующие модели зарядопереноса в ряде случаев неудовлетворительно описывают процесс полевой модификации. В частности распространенная модель [5] полевой модификации, учитывающая проникновения атмосферных ионов (ионов водорода H^+ или гидрония H_3O^+) внутрь стекла, оказывается несостоятельной при описании процесса полевой модификации без доступа атмосферных ионов. В работе [1] было продемонстрировано, что в этом случае под действием сверхсильного электрического поля возможно движение отрицательных ионов кислорода O^- [6] по направлению к аноду. Оба процесса, как проникновение ионов водорода, так и движение ионов кислорода, ведут к компенсации отрицательного заряда, локализованного вблизи анодной поверхности и ответственного за наличие сверхсильного электрического поля.

В представляемой работе рассматривается модель процесса термо-электрополевой модификации, учитывающая одновременное участие как ионов водорода (гидрония), так и ионов кислорода в процессе массо- и зарядопереноса в силикатном стекле. Выполненные расчеты показывают, что термо-электрополевая модификация может приводить к формированию вблизи поверхности стекла нескольких областей, существенно различающихся по химическому составу и структуре. Выполненные расчеты подтверждаются полученными авторами и литературными экспериментальными данными.

Работа выполнена в рамках аналитической ведомственной программы "Развитие научного потенциала высшей школы", проект 988.

Литература

1. P. Nitzsche, K. Lange, B. Schmidt, S. Grigull, U. Kreissig, B. Thomas, K. Herzog, Ion Drift Processes in Pyrex-Type Alkali-Borosilicate Glass during Anodic Bonding, J. Electrochem. Soc. 145 (5) (1998) 1755-1762.
2. W. Margulis, F. C. Garcia, E. N. Hering, L. C. Guedes Valente, B. Lesche, F. Laurell, I. C. S. Carvalho, Poled glasses, MRS Bulletin 23 (11)(1998) 31-35.
3. O. Deparis, P. G. Kazansky, A. Abdolvand, A. Podlipensky, G. Seifert, H. Graener, Poling-assisted bleaching of metal-doped nanocomposite glass, Appl. Phys. Lett. 85 (6) (2004) 872-874.
4. А. А. Липовский, В. Г. Мелехин, В. Д. Петриков, Оптическое просветление ионообменных стекол с наночастицами меди под действием электрического поля, Письма в ЖТФ 32 (6) (2006) 89-94..
5. R. H. Doremus, Mechanism of electrical polarization of silica glass, Appl. Phys. Lett. 87 (23) (2005) 232904-1-232904-2.
6. D. E. Carlson, Ion Depletion of Glass at A Blocking Anode .1. Theory and Experimental Results for Alkali Silicate-Glasses, Journal of the American Ceramic Society 57 (7) (1974) 291-294.