www.ptcer.pl/mccm

MATERIAŁY CERAMICZNE /CERAMIC MATERIALS/, 62, 2, (2010), 182-183

Modyfikacja powierzchni szkła float plazmą niskotemperaturową

Marek Tuleta

Politechnika Krakowska, Instytut Fizyki, ul. Podchorążych 1, 30-084 Kraków
e-mail: M.Tuleta@cyf-kr.edu.pl

Streszczenie

Powierzchnia szkła float była poddawana działaniu niskotemperaturowej plazmy argonowej. Wpływ obróbki plazmowej na skład chemiczny powierzchni szkła był analizowany za pomocą techniki spektroskopii jonów rozproszonych (ISS). Obserwowane zmiany składu powierzchni wyjaśniono w oparciu o termiczne i elektryczne pole wytwarzane przez plazmę.
Słowa kluczowe: szkło *float*, obróbka plazmowa, widma ISS

MODIFICATION OF THE FLOAT GLASS SURFACE BY LOW-TEMPERATURE PLASMA

The surface of float glass was treated by a low-temperature plasma. An influence of plasma processing on the glass surface composition was analysed by means of ion scattering spectroscopy (ISS). The observed changes of the surface composition were explained basing on the thermal and electric fields created by the plasma.
Keywords: Float glass, Plasma processing, ISS spectra

1. Wstęp

Szkło *float* jest obecnie szeroko stosowane w budownictwie, przemyśle motoryzacyjnym oraz w optoelektronice do konstrukcji wyświetlaczy ciekłokrystalicznych (LCD) i wyświetlaczy plazmowych (PDP). Skład chemiczny i struktura powierzchni szkła determinuje wiele jego fizykochemicznych własności, takich jak odporność chemiczna, twardość, współczynnik załamania światła, powierzchniowa przewodność elektryczna i inne [1-4]. Modyfikacja powierzchni szkła może być dokonana, m.in. przez poddanie jej działaniu niskotemperaturowej plazmy argonowej łączącej obróbkę termiczną z oddziaływaniem cząstek naładowanych [5, 6].

W niniejszej pracy przedstawiono wpływ tego rodzaju plazmy na zachowanie się poszczególnych składników szkła. Do analizy powierzchni zastosowano metodę spektroskopii jonów rozproszonych.

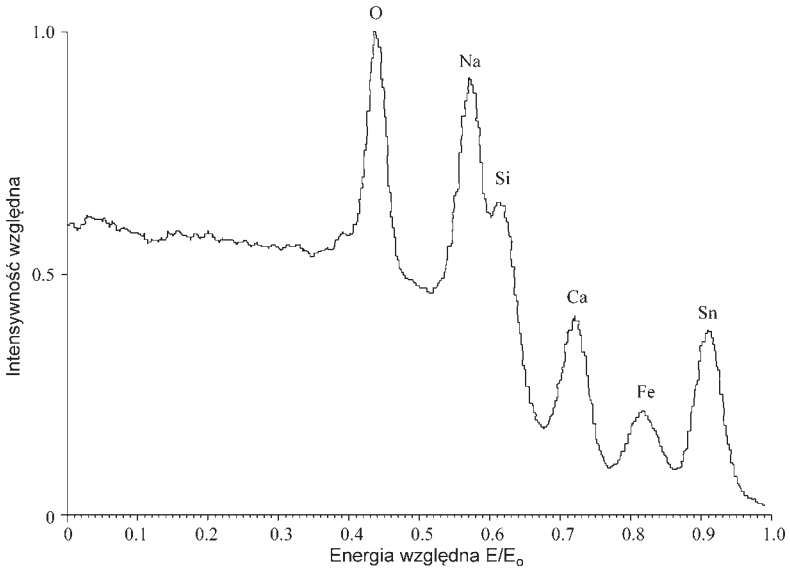
2. Eksperyment

W prezentowanym eksperymencie powierzchnia szkła *float* o zasadniczym składzie chemicznym: SiO_2 72,6% wag., Na_2O 13,0% wag., CaO 8,4% wag., MgO 4,0% wag., Al_2O_3 1,0% wag., inne 1,0% wag., była poddawana działaniu niskotemperaturowej plazmy argonowej wytwarzanej w plazmotronie indukcyjnym. Sześciozwojowy wzbudnik nałożony na część kwarcowej rury stanowiącej komorę roboczą plazmotronu zasilany był przez generator o częstotliwości 13,56 MHz i maksymalnej mocy 1,5 kW. Przed wytworzeniem plazmy komora robocza była wstępnie odpompowywana, a następnie napełniana w sposób ciągły gazem roboczym o stałym natężeniu przepływu. Ciśnienie gazu było regulowane za pomocą zaworu znajdującego się między pompą próżniową a rurą kwarcową. Próbka była umieszczana w dolnej części plazmoidu, gdzie temperatura była relatywnie niska.

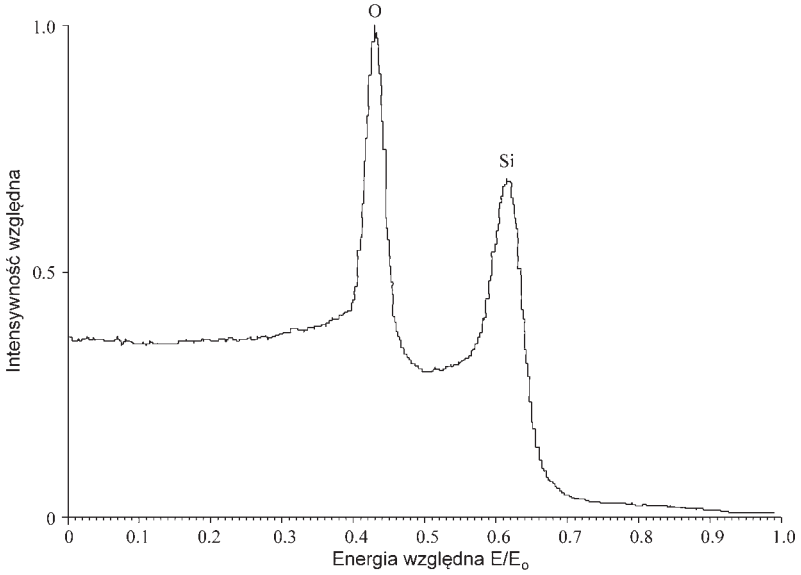
Skład chemiczny powierzchni szkła badany był metodą spektroskopii jonów rozproszonych. Widma dla stałego kąta rozpraszania 138° były rejestrowane podczas bombardowania powierzchni normalnie zorientowaną wiązką jonów $^4He^+$ o energii E_o równej 1,5 keV. Wiązka jonów była zogniskowana do plamki o średnicy około 1 mm i prądu ≈0,2 μA. Czas bombardowania niezbędny do otrzymania widma wynosił około 30 s. Aby redukować ładunek dodatni deponowany przez jony pierwotne stosowano żarzone włókno wolframowe umieszczone w pobliżu powierzchni próbki.

3. Rezultaty i dyskusja

W celu właściwej oceny wpływu plazmy na stan powierzchni szkła *float* przeprowadzono najpierw badania szkła nie poddawanego obróbce plazmowej. Za pomocą techniki ISS określono skład chemiczny tzw. powierzchni atmosferycznej szkła, czyli tej, która podczas produkcji szkła nie była w bezpośrednim kontakcie z ciekłą cyną. Widmo ISS tej powierzchni zostało pokazane na Rys. 1. W wyniku przeprowadzonej analizy zidentyfikowano piki pochodzące od atomów



Rys. 1. Widmo ISS powierzchni atmosferycznej szkła *float*.
Fig. 1. ISS spectrum of the atmospheric surface of float glass.



Rys. 2. Widmo ISS powierzchni atmosferycznej szkła *float* po obróbce plazmowej.
Fig. 2. ISS spectrum of the atmospheric surface of float glass after plasma processing.

tlenu, krzemu, sodu i wapnia będącymi głównymi składnikami szkła. Brak widocznych pików magnezu i glinu jest prawdopodobnie związany z nakładaniem się na nie odpowiednio pików sodu i krzemu. Widmo pokazuje także obecność żelaza, którego mała ilość znajduje się w zestawie wyjściowym szkła oraz cyny, która jest wprowadzana do szkła podczas jego produkcji. Pozycje pików nie odpowiadają ściśle energiom przewidzianym przez model binarnych zderzeń sprężystych, ale są przesunięte w kierunku wyższych energii. Ten fakt może wynikać z niewystarczającej neutralizacji dodatniego ładunku deponowanego przez padającą wiązkę jonów. Podobny efekt był opisywany w pracy [7].

Aby zbadać wpływ plazmy na skład chemiczny powierzchni szkła *float* próbkę tego szkła umieszczono w kwarcowym uchwycie ustawionym osiowo w rurze plazmotronu. Próbkę umieszczono w ten sposób, że na działanie plazmy wystawiona była powierzchnia atmosferyczna szkła. Obróbkę plazmową prowadzono w temperaturze 700°C przy ciśnieniu argonu 0,5 Tr przez 60 minut. Uzyskane po obróbce plazmowej widmo przedstawiono na Rys. 2. Pokazuje ono obecność tylko atomów tlenu i krzemu. Ten fakt może być generalnie wyjaśniony oddziaływaniem termicznego i elektrycznego pola wytwarzanego przez plazmę na jony szkła. Powierzchnia szkła będąca w bezpośrednim kontakcie z plazmą zaczyna ładować się ujemnie, ponieważ padający na nią strumień elektronów jest większy niż strumień jonów argonu. Równocześnie jony sodu i pozostałe jony modyfikujące migrują do powierzchni, gdzie mogą być zneutralizowane i przez parowanie opuścić próbkę. Stan taki będzie trwał tak długo, dopóki powierzchnia nie naładuje się do potencjału o takiej wartości, aby zapewniona była równowaga między strumieniami dodatnich jonów argonu i modyfikatorów szkła a strumieniem elektronów. Powyższy mechanizm może tłumaczyć obserwowaną zmianę składu chemicznego powierzchni szkła.

4. Podsumowanie

Powierzchnia szkła *float* była badana za pomocą techniki rozpraszania niskoenergetycznych jonów. Widmo ISS powierzchni próbki nie poddawanej działaniu plazmy pokazało obecność głównych składników szkła oraz żelaza i cyny. Po obróbce plazmowej stwierdzono obecność tylko tlenu i krzemu. Ta wyraźna dekompozycja powierzchni szkła była wyjaśniana w oparciu o termiczne i elektryczne pole wytwarzane przez plazmę.

Podziękowania

Autor dziękuje Prof. C. G. Pantano za umożliwienie wykonania pomiarów w Uniwersytecie Stanowym Pensylwanii i A. M. Then za pomoc w przeprowadzeniu eksperymentu.

Literatura

[1] Holland L.: The properties of glass surfaces, Chapman and Hall, London, (1966).
[2] Howell J.A., Hellmann J.R., Muhlstein C.L.: J. Non-Cryst. Solids, 354, (2008), 1891.
[3] Mazzoldi P.: J. Non-Cryst. Solids, 120, (1990), 223.
[4] Townsend P.D., Can N., Chandler P.J., Farmery B.W., Lopez-Heredero R., Peto A., Salvin L., Underdown D., Yang B.: J. Non-Cryst. Solids, 223, (1998), 73.
[5] Tuleta M.: Ceramics 54, (1997), 469.
[6] Tuleta M.: Vacuum, 54, (1999), 41.
[7] Kelso J.F., Pantano C.G.: Surf. Interface Anal. 7, (1985), 228.

♦