

ФАЗОВІ РІВНОВАГИ В ПОТРІЙНІЙ СИСТЕМІ $ZrO_2-HfO_2-Nd_2O_3$ ПРИ 1700 °С В АТМОСФЕРІ ПОВІТРЯ

Юрченко Ю. В., Корнієнко О. А., Биков О. І., Самелюк А. В., Замула М. В.

Інститут проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича НАН України, Київ, Україна
kornienkooksana@ukr.net

Одним із пріоритетних орієнтирів розвитку галузі сучасного матеріалознавства є розробка новітніх керамічних матеріалів зі спеціальними властивостями — зокрема, таких, що працюватимуть за умов високих температур. В цьому бажаному сенсі оксиди цирконію, гафнію та лантанодів володіють корисними функціональними показниками. Для них характерна висока температура плавлення (вище 2700 °С в диоксидів цирконію та гафнію та 2233 °С для Nd_2O_3), висока корозійна стійкість в різноманітних агресивних середовищах, високі міцність та тріщиностійкість, тощо. Поза сумнівом, керамічні матеріали на основі оксидів є надзвичайно цікавими та перспективними для виробництва вогнетривів та вузлових компонентів техніки високих температур, а зокрема – термобар’єрних покриттів (ТБП), а також люмінофорів, інфрачервоних оптичних фільтрів та пігментів спеціальних стекол, лазерів, каталізаторів тощо. Існують попередні відомості, що матеріали на основі упорядкованої фази зі структурою типу перовскиту $Nd_2Zr_2O_7$ матимуть потенційні перспективи для застосування в реалізації концепції «твердотільного охолодження» для наноелектроніки серед інших аналогічних матеріалів на основі $Ln_2Zr_2O_7$. Задля ефективного та оптимального застосування зазначених і ймовірних перспективних майбутніх матеріалів, а також для удосконалення процесу виробництва вищезгаданих матеріалів – виникає фундаментальна потреба вивчення фазових діаграм, серед яких є дослідження потрійної системи $ZrO_2-HfO_2-Nd_2O_3$.

Наввні відомості про фазові рівноваги в потрійній системі $ZrO_2-HfO_2-Nd_2O_3$ обмежені та потребують додаткових досліджень. В даній роботі вперше за допомогою методів рентгенофазового та мікроструктурного аналізів досліджено фазові рівноваги та фізико-хімічні властивості фаз, утворених в потрійній системі $ZrO_2-HfO_2-Nd_2O_3$ при температурі 1700 °С у всьому інтервалі концентрацій. Термообробку зразків проводили у три стадії: у печі з нагрівачами H23U5T (фехраль) при 1100 °С протягом 500 годин і у печі з нагрівачами з дисиліциду молібдену ($MoSi_2$) при 1500 °С протягом 80 год., а також при 1700 °С протягом 2 год. на повітрі. Зразки нагрівали від кімнатної до потрібної температури із швидкістю 5 °С/хв. Випал зразків був неперервним. Охолодження проводили повільно, “разом із піччю”.

У потрійній системі $ZrO_2-HfO_2-Nd_2O_3$, що була досліджена в даній роботі, при температурі 1700 °С утворення нових фаз не спостерігалось. Встановлено та підтверджено, що при температурі 1700 °С в атмосфері повітря – у вказаній системі утворюються області гомогенності твердих розчинів на основі: гексагональної (А) модифікації Nd_2O_3 , тетрагональної (Т) та кубічної (F) модифікацій ZrO_2 , моноклінної (М) модифікації HfO_2 та упорядкованої фази зі структурою типу пірохлору (Ру) – $Ln_2Zr_2O_7$ ($Ln_2Hf_2O_7$).

За дослідженої температури в системі $ZrO_2-HfO_2-Nd_2O_3$, спостерігається утворення двох областей гомогенності на основі кубічних твердих розчинів із структурою типу флюориту. Розчинність Hf^{4+} в кристалічній ґратці F- ZrO_2 становить ~ 1 мол. %.

Ізотермічний переріз діаграми стану системи $ZrO_2-HfO_2-Nd_2O_3$ при 1700 °С перетинає три трифазні (А+Ру+F), (Ру+Т+F), (Т+М+Ру), та вісім двофазних (Ру+Т), (F+Т), (Ру+F-області), (А+Ру), (А+F), (Ру+М), (М+Т) областей.