

СТРОЕНИЕ ЛИТЫХ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ Hf–Ru–Rh В ОБЛАСТИ СОСТАВОВ 0–50% (АТ.) Hf

Корниенко К.Е., Крикля Л. С., Хоружая В.Г.

Институт проблем материаловедения им. И.Н. Францевича НАН Украины,
ул. Кржижановского, 3, Киев, 03680, Украина; e-mail: korniuy@ipms.kiev.ua

Сплавы на основе образованной тугоплавки-ми компонентами системы Hf–Ru–Rh в последние годы представляют повышенный интерес в связи с возможностью применения в качестве компонентов защитных покрытий. Кроме того, сплавы системы Hf–Ru являются перспективными материалами для использования в полупроводниковой технике при изготовлении КМОП- (комплементарная логика на транзисторах металл-оксид-полупроводник) и КНИ-приборов (технология «кремний на изоляторе») [1]. Сплавы же гафния с родием, в частности, состава Hf₂Rh, рассматриваются как потенциальные материалы для катодов в электролитическом производстве водорода [2]. Представляет интерес изучение влияния добавления третьего компонента к данным материалам (родия или рутения соответственно) на свойства сплавов. Однако данные о фазовых равновесиях в тройной системе Hf–Ru–Rh в литературе отсутствуют. Задачей данного исследования было изучение строения литых сплавов системы гафний–рутений–родий в области составов 0–50% (ат.) Hf с целью установления характера процессов, протекающих при их кристаллизации, и особенностей строения проекции поверхности ликвидуса на концентрационный треугольник.

Образцы сплавов 9 составов были получены методом дуговой плавки из компонентов в среде аргона, геттерированного титаном. В литом состоянии сплавы были исследованы методами микроструктурного (МСА), рентгеновского фазового (РФА) и локального рентгено-спектального (ЛРСА) анализов.

Впервые установлен характер кристаллизации сплавов и фазовые равновесия на проекции поверхности ликвидуса на концентрационный треугольник в области составов 0–50% (ат.) Hf. В связи с изоструктурностью и близкими значениями периодов решетки соединений HfRu и HfRh (CsCl-тип, $\Delta a = 0,0002$ нм)

установлено существование непрерывного ряда твердых растворов в тройной системе (δ -фаза), что позволило триангулировать систему на две частичных.

В данной работе изучено строение литых сплавов частичной системы Ru–HfRu–HfRh–Rh (область 0–50% (ат.) Hf). Установлено, что в исследуемой системе в равновесиях принимают участие твердые растворы на основе компонентов рутения и родия, а также трех промежуточных фаз – на основе соединений HfRh₃ (ϵ -фаза, тип структуры AuCu₃), Hf₃Rh₅ (Ge₃Rh₅-тип) и δ -фазы. Проекция поверхности ликвидуса состоит из пяти соответствующих полей первичной кристаллизации. Наиболее протяженным является поле δ -фазы, содержание гафния в сплавах которого составляет от 22 до 50% (ат.), наиболее узким – поле фазы Hf₃Rh₅, протяженность которого по содержанию гафния не превышает 2% (ат.), а по содержанию рутения – немногим более 10 % (ат.). δ -фаза принимает участие как в эвтектической кристаллизации совместно с рутениевым твердым раствором и ϵ -фазой, так и в инконгруэнтном с участием жидкости образовании ϵ -фазы и фазы Hf₃Rh₅ из нее. В свою очередь, ϵ -фаза образует двойные эвтектики с рутениевым и родиевым твердыми растворами, а также с фазой Hf₃Rh₅. Показано, что на проекции поверхности ликвидуса существуют три невариантные точки, отвечающие составу жидкости в невариантных четырехфазных процессах.

Литература

1. Nabatame T., Nunoshige Y., Kadoshima M., а. о. – *Microelectronic Engineering*, **85**, 1524–1528 (2008).
2. Beloshevich-Chavor J., Cekich B., Koteski V., Umicevich A., – *Materials Science and Engineering*, **A462**, 294–296 (2007).