

ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ НАНОПЛЕНОК ТУГОПЛАВКИХ МЕТАЛЛОВ, НАНЕСЕННЫХ НА ОКСИДНЫЕ И НЕОКСИДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ОТОЖЖЕННЫХ В ВАКУУМЕ

Найдич Ю.В., Габ И.И., Стецюк Т.В., Костюк Б.Д.

Институт проблем материаловедения им. И.Н. Францевича Национальной академии наук

Наноразмерные (толщиной до 100 нм) металлические покрытия нанесенные на поверхность неметаллических неорганических материалов являются перспективными для дальнейшего соединения этих материалов пайкой или сваркой давлением. Поэтому важно знать поведение этих пленок при нагревании (отжиге), т.е. изменение их рельефа, начало и степень их диспергирования, а также окончательную структуру пленок (сплошная, несплошная, островковая).

Эта работа посвящена изучению изменения структуры нанопленок некоторых тугоплавких металлов толщиной до 100 нм, которые были нанесены на подложки из оксида алюминия, сапфира и монокристаллы карбида кремния и отожжены при высоких температурах (до 1600 °С) в вакууме. Были исследованы нанопленки двух типов металлов: металлы которые хорошо смачивают оксиды (Ti, Zr, Nb) и металлы, которые не смачивают оксиды (W, Ta).

Все нанопленки были нанесены на хорошо отполированные (шероховатостью 3 – 5 нм) и обезжиренные поверхности исследуемых неорганических материалов электронным лучом, после чего они были подвергнуты отжигу в вакууме $1 \div 2 \times 10^{-3}$ Па при температурах до 1600 °С в течение 20 мин. Отожженные пленки исследовали посредством оптического, электронносканирующего и атомно-силового микроскопов. Все исходные нанопленки были сплошными даже при достаточно большом увеличении ($\times 10000$). В течение отжига происходило изменение структуры нанопленок, т.е. сначала нарушалась их сплошность, затем по мере увеличения температуры процесс диспергирования пленок

усиливался и в ряде случаев пленка распадалась полностью на отдельные островки различных размеров в зависимости от температуры отжига, типа подложки и металла пленки.

Так, титановые, циркониевые и ниобиевые пленки на оксидах сохраняли свою сплошность вплоть до 1400 °С и только при дальнейшем отжиге до 1500 °С наблюдался заметный распад их, который завершался полным диспергированием пленок при 1600 °С.

На монокристалле SiC первые признаки распада пленок наблюдались уже после 1200 °С, но процесс диспергирования происходил более медленно, чем на оксидах, очевидно, вследствие взаимодействия пленки с подложкой.

Вольфрамовые и танталовые пленки на оксидах (т.е. пленки металлов плохо смачивающих оксиды) начинали диспергировать уже при 1100 °С, а при 1600 °С происходил полный распад этих пленок на отдельные небольшие островки и даже твердые каплеобразные образования.

На монокристалле SiC эти пленки начинали распадаться уже при 1000 °С, но при дальнейшем отжиге вплоть до 1600 °С распад их происходит также значительно медленнее, чем на оксидах, очевидно, также благодаря взаимодействию материалов пленок и подложки.

Выполненные исследования дают возможность применить полученные результаты при разработке новых технологий пайки исследованных оксидных материалов и карбида кремния между собой и с различными металлами.