

Study of silicide formation processes in Sc/Si multilayer coatings

*D.L.Voronov, E.N.Zubarev, V.V.Kondratenko,
A.V.Penkov, Yu.P.Pershin*

National Technical University "Kharkiv Polytechnical
Institute",
21 Frunze St., 61002 Kharkiv, Ukraine

Received October 16, 2001

Phase transformations in multilayer Sc/Si coatings have been studied by transmission electron microscopy and X-ray diffraction in a wide temperature range. The silicide formation processes were found to occur via a number of metastable phases. The solid-state amorphization reaction has been revealed to take place at low-temperature annealing. The amorphous scandium-silicon alloy with the composition close to the ScSi silicide one forms at the first stage. After the polycrystalline scandium layers are completely consumed, the amorphous alloy continues to consume silicon and, as a result, the alloy composition shifts to Sc₃Si₅ silicide. With further temperature increase, the amorphous alloy crystallizes into Sc₃Si₅ silicide. Eutectoid decomposition of metastable Sc₃Si₅ into ScSi and Si mixture occurs at the later stage. Above the eutectoid transition temperature, Sc₃Si₅ synthesis occurs again according to the phase diagram.

Методами просвечивающей электронной микроскопии поперечных срезов и рентгеновской дифракции исследовались фазовые превращения в многослойных покрытиях Sc/Si в широком диапазоне температур. Обнаружено, что процессы силицидообразования протекают через ряд метастабильных фаз. В условиях низкотемпературного отжига в покрытии наблюдается реакция твердофазной аморфизации с образованием аморфного скандий-кремниевого сплава, состав которого на начальном этапе близок к составу силицида ScSi. После полного расхода слоев скандия, аморфный сплав продолжает потреблять дополнительное количество кремния, в результате чего его состав смещается в сторону силицида Sc₃Si₅, кристаллизация которого наблюдается при дальнейшем повышении температуры. Позднее происходит эвтектидный распад метастабильного силицида Sc₃Si₅ на смесь кремния и силицида ScSi. Выше температуры эвтектидного превращения снова происходит синтез Sc₃Si₅ в соответствии с фазовой диаграммой.

Phase transformations in "transition metal/silicon" thin film systems are of great fundamental and practical importance for microelectronics [1, 2] as well as multilayer X-ray mirrors technology [3]. Phase formation processes in nanoscale diffusion pairs are known to occur, as a rule, in a manner different from that in bulk ones. All phases (solid solutions, intermediate compounds-silicides) corresponding to the equilibrium phase diagram are present in a bulk system diffusion zone while thin film

systems are characterized by the lack of some equilibrium compounds or sometimes, at initial interaction stages, even of all them. Nucleation and growth of metastable phases including amorphous ones precede often the appearance of equilibrium silicides.

Numerous attempts to find general regularities of phase transformations in film systems and to predict the sequence of silicide nucleation and growth have been made during last 30 years. The semi-empiri-