УДК 621.373.826.004.14

ПОЛУЧЕНИЕ МНОГОСЛОЙНЫХ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ ЛАЗЕРНО-ПЛАЗМЕННЫМ МЕТОДОМ

С. В. ДАЙНЕКО, Д. Р. ИСМАИЛОВ, М. В. ПУЗЫРЕВ
Научно-исследовательское учреждение
«ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ
им. А. Н. Севченко» БГУ
Минск, Беларусь

Известно, что алмазоподобные углеродные пленки отличаются исключительно высокими механическими и трибологическими характеристиками, а также химической инертностью. Все перечисленное обуславливает высокий интерес к развитию технологий создания на их основе износо- и коррозионностойких защитных покрытий на различных материалах. В настоящее время лазерно-плазменный метод, наряду с методом осаждения из сепарированной плазмы вакуумно-дугового разряда, рассматривается как один из наиболее перспективных способов получения алмазоподобных углеродных покрытий.

На предыдущих этапах исследования с помощью технологии лазерно-плазменного осаждения авторами были получены экспериментальные образцы алмазоподобных углеродных пленок с высоким содержанием sp^3 – связанного углерода (до 50 %).

Пленки ta-C характеризуются высоким уровнем внутренних напряжений (до 10–12 ГПа) [1]. Внутренние напряжения в алмазоподобных углеродных пленках, в ряде случаев, при определенной толщине покрытия приводят к его самопроизвольному отслоению от подложки [2–3]. Проведенные предварительные эксперименты показали, что проблема отслоения углеродной пленки от подложки за счет внутренних напряжений характерна и для покрытий, получаемых лазерно-плазменным методом.

Одним из перспективных методов уменьшения внутренних напряжений в пленке является осаждение промежуточных слоев.

В данной работе ставилась цель оптимизации состава, структуры и технологии осаждения адгезионных и промежуточных слоев с целью получения сверхтвердых композиционных защитных покрытий на основе алмазоподобного углерода.

Как правило, для улучшения адгезии алмазоподобной углеродной пленки к подложке осаждают промежуточные слои из металла, выбранного из группы, включающей алюминий, хром, цирконий, титан, германий, или из кремния. В экспериментах для создания адгезионного слоя был выбран алюминий. Было предложено производить осаждение алюминия с использованием лазерно-плазменного метода, как и для осаждения алмазоподобных углеродных пленок. Осаждение алюминия на поверхность подложки желательно проводить с минимальным содержанием

Электронная библиотека Белорусско-Российского университета

жидкокапельной фазы на поверхности. В связи с этим были отработаны режимы осаждения и получены пленки алюминия, у которых на поверхности практически отсутствует жидкокапельная фаза материала мишени.

Были получены экспериментальные образцы двухслойных композиционных покрытий, состоящих из адгезионного алюминиевого слоя толщиной 50–70 нм и алмазоподобной углеродной пленки толщиной 200–250 нм.

Однако эксперименты показали, что даже при наличии дополнительного адгезионного слоя, отслоение алмазоподобной пленки все равно происходит при толщинах более 300 нм.

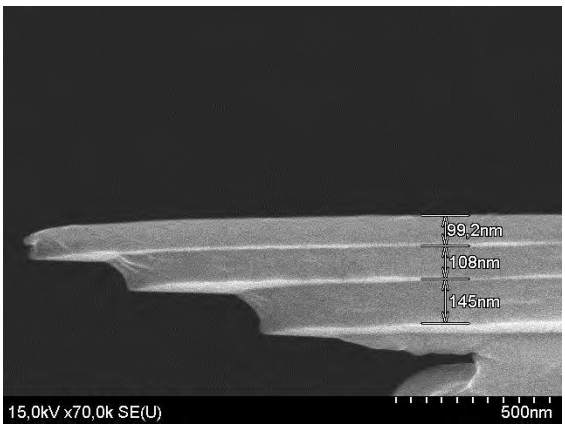

Рис. 1. Многослойное углерод-алюминиевое покрытие, осажденное на кремниевую подложку (светлые полосы – алюминий)

На основании полученных результатов был предложен вариант многослойного покрытия, состоящего из нескольких чередующихся углеродных и алюминиевых слоев. Причем толщина слоев алмазоподобного углерода не должна превышать 200 нм. Пример такого покрытия приведен на рисунке. Стрелками указаны углеродные слои. Плотность мощности воздействующего лазерного излучения на графитовую мишень составляла $1{,}07 \cdot 10^9$ Вт/см^2, при воздействии на алюминиевую мишень $5{,}66 \cdot 10^8$ Вт/см^2.

По подобной технологии были получены экспериментальные образцы покрытий толщиной до 0,7 мкм. Показано, что многослойное покрытие обладает лучшей адгезией к материалу подложки по сравнению с двухслойным при сохранении механических характеристик алмазоподобного углерода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Wei, Q.** Preparation and mechanical properties of composite diamond-like carbon thin films / Q. Wei, R. J. Narayan, A. K. Sharma, J. Sankar, and J. Narayan // J. Vac. Sci. Technol A. – 1999. – V.17. – P. 3406–3414**.**

2.**Ferrari, A. C.** Stress reduction and bond stability during thermal annealing of tetrahedral amorphous carbon /A.C.Ferrari, B.Kleinsorge, N.A.Morrison, A.Hart, V.Stolojan**,** J.Robertson. // J.Appl.Phys. – 1999. – V.85, N.10. – P. 7191–7197.

3. **Grischke, M.** Application-oriented modifications of deposition processes for diamond-like-carbon-based coatings / M. Grischke, K. Bewilogua, K. Trojan, H. Dimigen // Surf. Coat.Technol. – 1995. –V.74–75. – P. 739–745.

Электронная библиотека Белорусско-Российского университета