

Физика плазмы и плазменные технологии

УДК 533.9

Осаждение углеродных пленок из плазмы дугового разряда без катодного пятна

И. С. Гасанов, И. И. Гурбанов

Институт фотоэлектроники НАН Азербайджана, г. Баку, Республика Азербайджан

Дан анализ PVD-способов синтеза безводородных алмазоподобных пленок с высокой скоростью осаждения частиц. Методика получения покрытий посредством вакуумно-дугового разряда и плазмооптического фильтра обеспечивает наиболее высокие характеристики α -C аморфного алмаза. Однако данный способ синтеза громоздкий и требует значительных затрат. Рассмотрена возможность создания реактора углеродной плазмы в разряде с электронно-лучевым нагревом катода. Контроль вводимой в графитовый катод мощности позволяет существенно ограничить диспергирование испаряемого материала.

Синтез алмазоподобных покрытий различными методами и комплексное исследование их характеристик определяются возможностью широкого и разнообразного применения искусственного алмаза. Этот материал в микроэлектронике используется в качестве диэлектрических, просветляющих, фотоэмиссионных, защитных и других пленок.

Среди многочисленных PVD-способов получения алмазоподобных пленок наиболее высокая скорость осаждения углерода достигается в вакуумной дуге с катодным пятном [1]. При этом также достигается наиболее высокое содержание SP^3 -связей, определяющих структуру алмаза. Следует добавить, что использование водородосодержащих смесей в качестве рабочего газа неизбежно приводит к образованию SP^2 -связей, и пленки приобретают структуру графита. Поэтому в плазменных технологиях с дуговым разрядом содержание водорода в камере ограничивают до минимума.

Из-за эрозии графита в катодном пятне образующиеся мелкодисперсные частицы с размерами от нанометров до десятков микрометров рассеиваются в разрядной камере и попадают на осаждаемые пленки. Подобные включения существенно ухудшают функциональные свойства пленок. Для разделения ионной и микрокапельной компоненты плазменного потока используются плазмооптические фильтры различной конструкции [2]. В этих системах замагниченность электронов позволяет направлять ионный поток вдоль силовых линий магнитного поля, в то время как тяжелые частицы попадают на стенки камеры. Сепарация потока позволяет получать пленки с параметрами, близкими к параметрам объемного алмаза.

Указанная выше методика синтеза пленок посредством источника с вакуумной дугой и

плазмодом является громоздкой и сравнительно дорогой.

Поэтому специалистами исследуются и анализируются различные методы получения алмазоподобных покрытий. Следует отметить, что методика синтеза пленок в основном определяется их конкретным назначением.

Интенсивное диспергирование графита можно предотвратить, например, в разряде без катодного пятна. Если контролировать локальный нагрев катода, то при умеренной скорости испарения графита возможно существенное ограничение генерации микрокапель.

Естественно, что при этом скорость осаждения пленок будет ниже, чем в источнике с вакуумной дугой.

В настоящей работе рассматривается получение углеродной плазмы в разряде без катодного пятна с электронно-лучевым нагревом графитового катода.

Схема источника плазмы показана на рисунке.

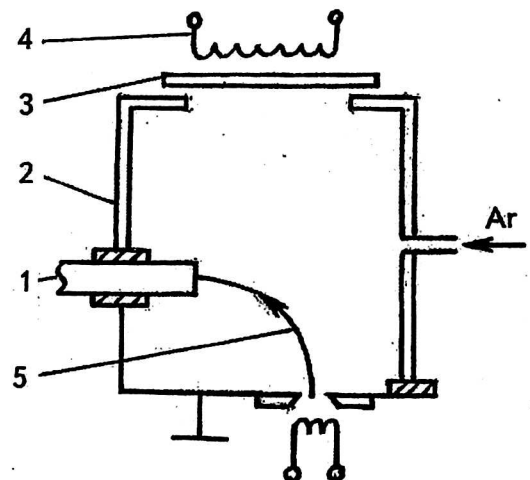


Схема осаждения покрытий из плазмы разряда без катодного пятна

Катод 1 цилиндрической формы из графита оптической чистоты подогревается с торца электронным лучом 5 стандартного обогревателя. Держатель катода и медный анод 2 охлаждаются проточной водой. Подложка 3 ориентирована относительно катода таким образом, чтобы поток испаренных с катода частиц на осаждаемую пленку был минимальным [3]. Температура подложки регулируется нагревателем 4 и контролируется термопарой. Для облегчения поджига разряда в камеру может напускаться балластный газ — аргон [4]. Источник монтируется на базе вакуумной установки ВУ-1.

Подобная схема испытывалась ранее для получения титановой плазмы при мощности разряда порядка 100 Вт. В определенных режимах горения подача газа в камеру не требовалась. В данной геометрии разряда активация плазмы возможна и посредством ВЧ-разряда [5], однако разряд на постоянном токе является более предпочтительным для экономичности технологии получения покрытия.

Комплексное изучение характеристик синтезируемых пленок включает измерение их толщины, плотности и микротвердости, регистрацию спектров пропускания и поглощения, измерение показателя преломления, рентгеноструктурный анализ, растровую электронную микроскопию, анализ электронограмм.

Задачей исследований является определение режимов синтеза алмазоподобных покрытий с минимальным содержанием микровключений при наибольшей скорости осаждения пленок.

Литература

1. Аксенов И. И., Стрельницкий В. Е. Синтез безводородных пленок алмазоподобного углерода/Сб. мат. 12-го Международ. симп. "Тонкие пленки в электронике". 23—27 апреля 2001 г. — Харьков, Украина. С. 96—105.
2. Aksenov. I. I. et al// IEEE Trans. on Plasma Sci. 1999. V. 27. № 4. P. 1026.
3. Аксенов И. И. и др.// Физика плазмы, 1980. Т. 6. № 4. С. 918.
4. Gasanov I. S. // Turk. J. of Phys. 1996. V. 20. № 10. P. 1098—1108.
5. Robertson J. Amorphous carbon//Adv. in Physics. 1986. V. 35. № 4. P. 317—374.

Deposition of carbonic films from plasma of arc discharge without a cathode spot

I. S. Gasanov, I. I. Gurbanov

Institute of Photoelectronics of the Azerbaijan NAS, Baku, Republic of Azerbaijan

PVD ways of synthesis of hydrogen-free diamond-like films with high speed of a deposition of particles are analyzed. The technique of obtaining of coatings by means of a vacuum — arc discharge and of a plasma-optical filter provide the highest characteristics of α -C amorphous diamond. However, the given way of synthesis is unwieldy and requires considerable costs. The capability of creation of the reactor of carbonic plasma in discharge with electron-beam heating of the cathode is consider. The control of power, entered into the graphitic cathode, allows essentially to limit a dispersion of an evaporated material.