

**ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕНТНОГО СОДЕРЖАНИЯ АРГОНА В СМЕСИ ГАЗОВ Ar-N_2
НА ОТНОСИТЕЛЬНОЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСТИЦ Ar^+ , N_2^+ , N И N^+
В ПЛАЗМЕ НЕСАМОСТОЯТЕЛЬНОГО ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА
НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ С ПОЛЫМ КАТОДОМ***

С.С. Ковальский, В.В. Денисов, Е.В. Островерхов, В.Е. Прокопьев

Институт сильноточной электроники СО РАН, г. Томск, Россия

Представлены результаты исследований аргон-азотной плазмы несамостоятельного тлеющего разряда низкого давления с полым катодом методом оптической эмиссионной спектроскопии. Плазма генерировалась при напуске смеси газов Ar-N_2 с процентным содержанием аргона от 0 до 100% при общем давлении 1 Па. Ток и напряжение разряда поддерживались постоянными и составляли 18 А и 165 В соответственно. Показан существенный рост количества Ar^+ (до 30%) при содержании азота в количестве 10–25%, что связано со смещением реакции перезарядки азота с аргонном в сторону генерации ионов аргона. Обнаружено, что при малом парциальном давлении азота ($\approx 10\%$) наблюдается резкий рост содержания атомарного азота, что, вероятно, связано с диссоциацией молекул азота при столкновениях с возбужденным атомом аргона.

Ключевые слова: *тлеющий разряд низкого давления, полый катод, диагностика плазмы, оптическая эмиссионная спектроскопия, диссоциация азота, атомарный азот, аргонная плазма.*

Введение

Азотирование в плазме несамостоятельного тлеющего разряда низкого давления с полым катодом (≈ 1 Па) является одним из перспективных методов химико-термической обработки поверхности изделий. Основными преимуществами разряда данного типа является высокая однородность распределения концентрации плазмы по объему полого катода и возможность независимой регулировки основных параметров, таких как ток и напряжение горения в широких пределах [1].

Проведенные ранее исследования показали, что для обработки сталей в рабочем объеме разряда с приемлемой скоростью достаточно соединить электрический потенциал изделий с потенциалом полого катода. При этом азотирование в чистом азоте, как правило, приводит к образованию хрупких нитридных фаз (Fe_{2-3}N , Fe_4N) на поверхности инструментальных сталей. В ряде случаев, в том числе при последующем напылении нитридных покрытий при комбинированной обработке, наличие таких фаз на поверхности недопустимо [2]. Поэтому важнейшим для дальнейшего развития метода азотирования в плазме разрядов низкого давления является при широком наборе изменяемых параметров определение способов управления фазовым составом обрабатываемой поверхности.

Основными параметрами, позволяющими регулировать фазовый состав и характеристики азотируемой поверхности, являются рабочее давление, состав формируемой плазмы и энергия бомбардирующих поверхность ионов.

Добавка инертного газа в азотсодержащую газовую смесь позволяет при сохранении того же абсолютного значения давления снизить скорость формирования нитридной пленки, а также изменить скорость травления поверхности. Так, наибольшей скоростью травления железа среди инертных газов при энергии ≈ 150 В обладает аргон, а наименьшей – гелий (оценка по модели, описанной в [3]). Увеличение скорости травления позволяет удалять с поверхности слои, пересыщенные азотом в процессе обработки.

Определение закономерностей формирования состава азот-аргоновой плазмы и динамики содержания ионов аргона Ar^+ , частиц азота (N_2^+ , N , N^+), играющих основную роль в процессах азотирования поверхностных слоев материалов, при изменении процентного содержания аргона в газовой смеси, позволило бы определить особенности управления фазовым составом поверхности азотируемых металлов и сплавов.

Цель данной работы – экспериментальные исследования химического состава плазмы, генерируемой в тлеющем разряде низкого давления с полым катодом в азот-аргоновой газовой смеси.

* Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по теме № FWRM-2022-0001.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>