

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПЛАЗМЫ

Логунов К.Т., Аксюциц А.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Котов Д.А. – канд. техн. наук, доцент

В работе представлены результаты постановки методики и проведения экспериментальных исследований плазмы атмосферного разряда методом эмиссионной спектроскопии

Плазма широко используется для обработки материалов в течение более полувека. Ее применение обусловлено гибкостью и универсальностью, возможностью формирования источников химически активных частиц разных видов, которые вступают в реакцию с поверхностью или реагируют друг с другом, образуя второстепенные, короткоживущие химические соединения, необходимые для формирования тонкопленочных функциональных структур. Также успех технологии плазменной обработки объясняется возможностью синтеза сложных соединений при сравнительно низких температурах, как ни при одном другом методе, при этом, не разрушая ранее созданные структуры и слои. Плазма, как правило, используется для селективного размерного травления, обработки поверхности, для управления адгезионными параметрами поверхности, а также слоев диэлектриков, полупроводников и проводников с заданными составом, стехиометрией, структурой и свойствами [1-2].

Так как плазма газового разряда генерирует излучение в широком диапазоне электромагнитного спектра, то это явление можно использовать, как для изучения ее влияния на окружающую среду и объекты обработки, так и для исследования состава, структуры и свойств самой плазмы. Спектральный анализ позволяет точно определить химический состав вещества, количество элементов, входящих в состав плазмы, и их концентрацию. Исследование плазмы представляет собой также определение энергетических параметров и концентрации активных частиц в ней, на основании чего можно с достаточной точностью описать её характеристики. Для точного определения параметров плазмы, необходимо выполнение ряда условий, которые не будут вносить возмущения в саму плазму и снизят влияние окружающей среды на процесс проведения исследований.

Для этих целей были изготовлены элементы измерительной оснастки, позволяющей минимизировать попадание излучения из внешней среды, создающего шумы при снятии спектра в оптическом диапазоне, на фотоприемнике спектрометра. На рисунке 1 приведен внешний вид измерительного комплекса. В качестве рабочего вещества использовался газ аргон.

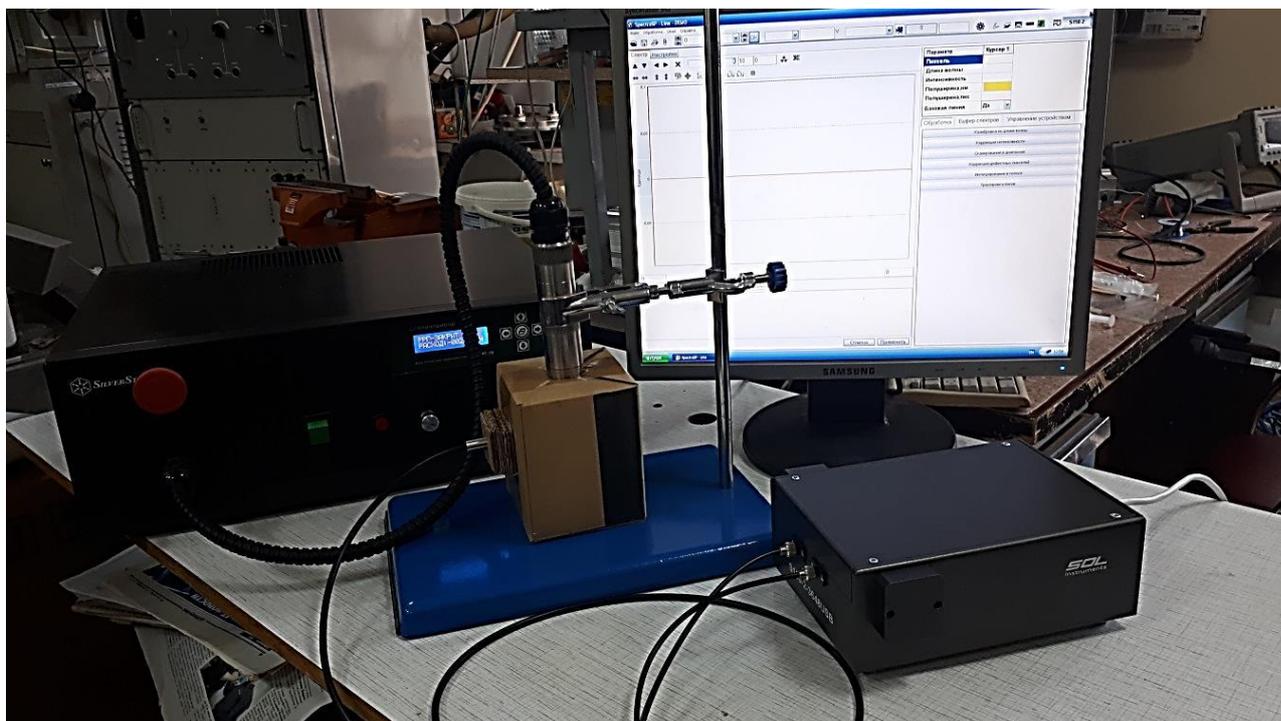


Рисунок 1 – Используемый измерительный комплекс

Для проведения измерений мы использовали двухканальный анализатор спектра – спектрометр S150-2-3648 USB (далее – S150-2). В силу того, что S150-2 является двухканальным, он

обеспечивает точность, в два раза превосходящую точность одноканальных спектрометров. Однако это приводит к тому, что и влияние различных паразитных эффектов также усиливается. Поэтому для обеспечения воспроизводимости получаемых результатов необходимо строго соблюдать условия проведения исследований. Пример экспериментально полученного нами эмиссионного спектра плазмы диэлектрического барьерного разряда при атмосферном давлении приведена на рисунке 2.

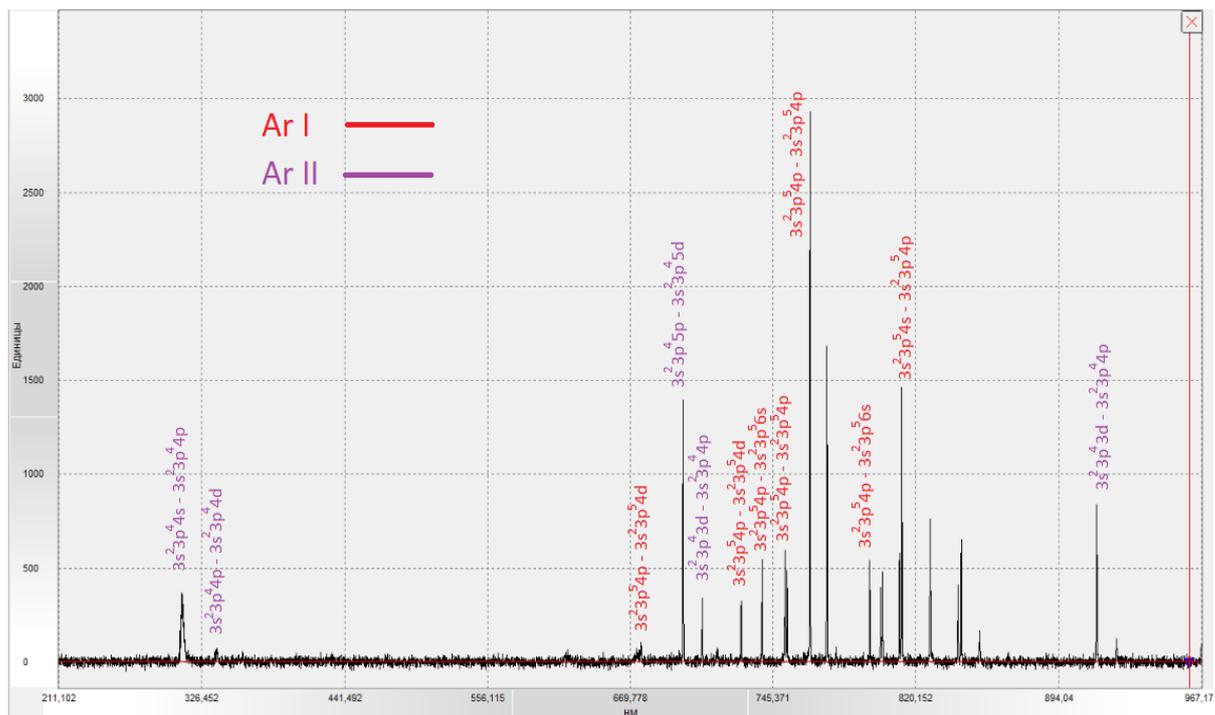


Рисунок 2 – Пример полученного эмиссионного спектра плазмы диэлектрического барьерного разряда

Как видно из приведенного спектра, в основном наблюдаются линии Ar I и Ar II, которые относятся к электронным оболочкам возбужденных атомов аргона и к ионам Ar^+ соответственно. Линии в спектре описывающие ионы аргона более высоких порядков нами замечены не были. Кроме того, можно отметить, что наибольшей интенсивности линии достигают в области 600-850 нм и среди них преобладают пики характерные для атомов аргона. Доминирующие, по интенсивности, линии так же относятся к Ar I. Наблюдается формирование пиков, которые могут состоять из нескольких линий эмиссии, для точного определения которых требуется повышение разрешающей способности при снятии спектра или постановки специальной методики идентификации перекрывающихся друг друга линий. Наблюдается также ряд линий, которые требуют дополнительной идентификации и предположительно относятся к эмиссионным пикам атомов газов воздуха.

На основе предварительного анализа экспериментально полученного нами спектра можно сделать выводы, что присутствие возбужденных нейтральных атомов аргона в плазме значительно преобладает над однозарядными ионами, что позволяет утверждать о небольшой энергии активных частиц и как следствие низкой температуры формируемого факела в диэлектрическом барьерном разряде. Используя поставленную и апробированную нами методику, была продемонстрирована возможность определения энергетического состояния атомов аргона в плазме диэлектрического барьерного разряда при атмосферном давлении. Для количественной оценки полученных результатов необходимо использовать методики оценки количества и интенсивности эмиссионных пиков, что позволит нам связать характеристики спектра с физическими параметрами генерируемой плазмы, и в конечном итоге позволит проводить оценку разрядов и возможность их прикладного применения в самых различных отраслях.

Список использованных источников:

1. David, B. *Graves Low temperature plasma biomedicine: A tutorial review* / B. David Graves. // *Physics of Plasmas*. – 2014. – Vol. 21. – P. 24-26.
2. Bruggeman, P. *Atmospheric pressure discharge filaments and microplasmas: Physics, chemistry and diagnostics* / P. Bruggeman, R. Brandenburg // *Journal of Physics D: Applied Physics*. – 2013. – Vol. 46. 464001. – P. 23-27.