

УДК 621. 396

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ПОТОКА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ ГАЗОРАЗРЯДНЫМ УСТРОЙСТВОМ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ТИПА

Д.А. Мокеев

Научный руководитель - к.т.н., доцент А.И. Колпаков
Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королёва

Низкотемпературная плазма широко используется в процессах распыления, плазмохимического травления, очистки поверхности подложек и т. д. Ее получение осуществляется газовыми разрядами тлеющего, ВЧ-, СВЧ- и магнетронного типов, основным недостатком которых является зависимость их параметров от величины обрабатываемой площади (эффект загрузки). Поэтому исследование нового типа газового разряда, свободного от этого недостатка, представляет собой актуальную проблему в области приборостроения.

Исследования проводились на газоразрядном устройстве высоковольтного типа, формирующем направленные потоки плазмы с энергией частиц до 6 кэВ и током, изменяющимся в диапазоне 0-140 мА. В качестве рабочего газа использовался воздух.

Для увеличения эмиссии электронов катод изготавливали из алюминия. Равномерность распределения частиц плазмы по сечению потока плазмы достигалась применением анода в виде сетки с размером ячейки – 1,8x1,8 мм и диаметром проволоки – 0,5 мм, выполненной из нержавеющей стали, что значительно снижало ее химическое взаимодействие с частицами плазмы, а также увеличивало стойкость к температурному нагреву. Каждая ячейка сетки представляет собой элементарную ячейку, формирующую микропоток плазмы. Тогда весь поток отрицательно заряженных частиц будет состоять из одинаковых микропотоков, что позволяет формировать широкоапертурные потоки плазмы с равномерностью распределения заряженных частиц по сечению не хуже 98%.

Высоковольтный разряд в газе является аномальной разновидностью тлеющего разряда, поэтому он обладает всеми достоинствами этого разряда и у него полностью отсутствует такой недостаток, как зависимость параметров газового разряда от месторасположения подложки в разряде и от свойств ее поверхности.

При сближении анода и катода до темного астонового пространства тлеющий разряд прекращается, т.к. выполняется неравенство $nG < 1$, где n и G число электронов и ионов соответственно. Однако если в аноде выполнить сквозное отверстие, то в его области уже нет запрета для выполнения неравенства $nG \geq 1$, т.е. возникают условия образования газового разряда за пределами анода. Существование разряда вне электродов газоразрядного устройства позволяет сделать вывод о том, что в образовавшемся разряде его частицы находятся в свободном движении. Это резко снижает зависимость параметров частиц от режимов работы устройства, параметров и практически полностью устраняет возможность появления эффекта загрузки. Свободное движение частиц, а также резко очерченные границы разряда свидетельствуют о направленном движении частиц за пределами анода в направлении нормали к его поверхности.