Факельный СВЧ разряд при атмосферном давлении и его применение в технологии MPACVD синтеза алмаза

Арутюнян Н.Р., Летунов А.А., Лукина Н.А., Савельев А.В., Светогоров Д. И., Сергейчев К.Ф.

Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, г. Москва, Россия, natlukina@rambler.ru

СВЧ разряд,зажигается и стабильногорит в форме вертикального факела при атмосферном давлении в струе газовой смеси: аргон-водород-метан, истекающей из сопла коаксиальной «горелки». Источником энергии служит магнетрон бытовой СВЧ печи (частота 2,45 ГГц), работающий в режиме непрерывной генерации (мощность ≤ 1 кВт). В плазменном столбе факела диаметром ~ 0,2 см, длиной ≤ 3 см реализуется рекордно высокая плотность выделения энергии ≤ 104 Вт/см3. Значительную долю в балансе энергии в факеле составляет излучение, которое в своем спектре несет информацию об электронной и газовой температуре, о радикалах С2 и атомарном водороде, участвующих в росте алмазных структур на подложках, помещаемых над факелом. Рабочая температура подложек варьируется в пределах 800… 1100оС , устанавливается за счет тепла самого факела выбором расстояния от подложки до сопла «горелки» - 25…45 мм.

Реализовано осаждение алмазных пленок нано- и микрокристаллической структуры на инородных подложках площадью ~ 1 см2 из тугоплавких металлов, композитов и кремния с предварительным засевом наноалмазным порошком или наноуглеродным коллоидом в ультразвуковой ванне.

Факельный СВЧ разряд, представляет интерес для ускоренного роста упрочняющих алмазных покрытий обрабатывающих и медицинских инструментов небольших размеров (сверл, режущих вставок, скальпелей и боров). Особый интерес факельный разряд представляет для увеличения объема синтетических и природных монокристаллов алмаза, благодаря высокой скорости осаждения. В факельном разряде получен эпитаксиальный рост алмазной пленки на искусственных алмазных монокристаллических подложках, выращенных методами HPHT- и MPAСVD-технологии со скоростью ~ 40 мкм/час. Отметим, что эксперименты проводились с техническими газами, содержащими примеси атмосферных газов, что, как оказалось, не мешает осаждению алмаза.

Контроль за режимами роста проводился спектральными методами.

Условием роста алмаза является поддержание оптимального соотношения между интенсивностью излучения радикала С2  (полоса Свана ~ 516 нм) и интенсивностью линии Нα водорода (564 нм), которое находится в пределах одного порядка

По данным анализа оптических спектров плазмы в условиях роста алмазных пленок найдены средняя концентрация электронов Ne~3\*10^15 см^-3, температура электронов Te ~1.5… 3 эВ и температура газа Tg = 3000…5000 К,.. Представлены данные анализа углеродных (алмазных) пленок методами оптической микроскопии, электронной микроскопии и КР- рассеяния.