Исследование пылевых частиц, образующихся при распылении сложного оксида в кислородном высокочастотном разряде

П.С. Пляка, \*С.Х. Алихаджиев, Г.Н. Толмачев

Южный научный центр Российской академии наук, г. Ростов-на-Дону, Россия,
 ssc-ras@ssc-ras.ru
\*Чеченский государственный университет, г. Грозный, Россия, mail@chesu.ru

В технологии напыления тонких сегнетоэлектрических пленок с применением емкостного высокочастотного разряда пылевая компонента плазмы занимает важное звено. Именно благодаря переносу материала распыляемой керамической мишени в виде крупных фрагментов удается получать пленки с сохраненной стехиометрией [1]. Распыление мишени, транспортировка вещества и кристаллизация пленок сосредоточены в существенно неоднородной области кислородного разряда, протяженностью порядка 15 мм.

При отдалении подложечного блока от мишени вблизи границы слоя пространственного заряда образуется потенциальная ловушка. В ней происходит накопление пылевых частиц, вертикально ориентированный диск толщиной менее 1 мм хорошо рассеивает лазерное излучение [2]. Исследованы зависимости плотности пылевого диска и его положения в пространстве разряда от прикладываемой мощности, рабочего давления, положения и потенциала подложечного блока. При значении рабочего напряжения 600 В и давлении кислорода 0,5 Тор глубина потенциальной ловушки на расстоянии 3 мм от мишени составляет около 5 В.

При изменении геометрии разрядного промежутка удалось накопить и собрать пылевые частицы, образующиеся при распылении мишени титаната бария-стронция. С использованием трехмерной лазерной и электронной микроскопии установлено, что размеры частиц находятся в диапазоне от 10 до 800 нм. Методом Рамановской спектроскопии показано, что в состав пылевых частиц входит, как сложный оксид - титанат бария-стронция, так и простые оксиды металлов.

В рабочем положении подложечный блок нарушает условия существования потенциальной ловушки, и пылевые частицы свободно дрейфуют в пространстве камеры. Их малые размеры и низкая концентрация существенно затрудняют регистрацию на фоне яркого свечения приэлектродной области разряда, как по рассеянию лазерного излучения, так и по собственному излучению. После предварительных экспериментов [3] нами был применен метод лазерного накаливания. Под действием импульса сфокусированного луча лазера наночастицы в плазме быстро нагреваются, и появляется возможность зарегистрировать их тепловое излучение.

Разработка сложной аппаратно-программной методики обработки оптических сигналов позволили обнаружить наночастицы в пространстве разряда вблизи подложки. Полученные результаты способствуют дальнейшему совершенствованию технологии напыления тонких пленок.

Литература

1. Мухортов В.М., Юзюк Ю.И. Гетероструктуры на основе наноразмерных сегнетоэлектрических пленок: получение, свойства и применение. – Ростов на Дону: Изд-во ЮНЦ РАН. 2008. 224 с.
2. Зинченко С. П., Толмачёв Г. Н. Прикладная физика. 2012. №. 5. С. 53-56.
3. Казарян М.А., Морозова Е.А., Пляка П.С. Известия Томского политехнического университета. 2012. Т.321. № 2. С. 58-61.