Электромагнитные и оптические свойства микрочастиц из низкотемпературной плазмы дугового разряда

Смоланов Н.А.

Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева, г. Саранск, Россия, smolanovna@yandex.ru

В работе изучались частицы, осажденные на стенках вакуумной камеры из плазмы дугового разряд титана в среде азота и ацетилена. Эти частицы движутся в налагаемых магнитном и электрическом полях и представляют результат взаимодействия газоразрядной и металлической плазм. В составе плазмы дугового разряда присутствуют электроны, ионы и частицы, в том числе и жидкие, в виде капель из катодного пятна. По этим признакам ее можно отнести к пылевой плазме. Структура катодных плазменных струй в вакуумной дуге в присутствии магнитного и электрического полей является объектом многих исследований, но структура и свойства осажденных из плазменного потока частиц часто остаются часто неисследованными.

Исследуемые порошки в виде сажевых структур получали в процессе осаждения тонких вакуумных TiN и Ti(N,C)-покрытий на установке ННВ-6.6И4 при токе дуги 75 А. Материал катода — титановый сплав ВТ1-0, распыляемый в среде азота газообразного особой чистоты. В качестве углеродсодержащей компоненты использовался ацетилен, подаваемый в область дугового разряда, плазма которого содержала распыленные ионы и капли Ti. Давление смеси азота и ацетилена составляло 0,01 – 0,05 Па. Образующийся порошок фракции меньше 0,075 мм извлекали со стенок вакуумной камеры пылесосом и подвергали сепарации в магнитном поле напряженностью 1000 Э и гранулометрическому контролю [1 – 2]. Элементный и фазовый составы этих частиц в различных состояниях исследован ранее в работе [1].

Ранее нами было установлено, что в условиях наложения магнитного и ускоряющего электрического полей в плазме дугового разряда происходит образование новых структур, имеющих фрактальный характер [3 – 4] — следствие особых свойств токовых слоев.

В настоящей работе исследовались магнитные свойства (зависимость намагниченности таких микрочастиц от их размеров и магнитной сепарации) и ЭПР — спектр частиц (вибрационный магнетометр MicroSense (Модель EZ11) и радиоспектрометр PS 100.X при комнатной температуре на частоте 9,3 ГГц). Кроме того визуально рассматривалось их поведение в сильном (до 35 кВ) электростатическом поле. Обнаружено, что свойства микрочастиц аналогичны материалам, в которых сосуществуют одновременно два и более типа «ферро» упорядочения: ферромагнитное, сегнетоэлектрическое и сегнетоэластичность – так называемые мультиферроики. Нами предполагается, что при образовании частиц в плазме дугового разряда они наследуют свойства парамагнетиков и сегнетоэлектриков, а ионы титана обладают высокой поляризуемостью.

Рассмотрены возможные механизмы и способы создания двух возможных устойчивых ориентаций намагниченности в переключаемом ферромагнитном слое, следуя [5]. Показано, что основными механизмами взаимодействия между электрочувствительным и ферромагнитным слоем является обменное взаимодействие между спинами указанных слоев и взаимодействие за счет упругих деформаций, передаваемых от слоя к слою. Механизм возможных влияний внешнего возмущения (температуры, давления, электрического и магнитного полей) на структуру кристаллов, проявляющих свойства мультиферроиков рассмотрен в работе [6].

Литература

1. Смоланов Н.А., Панькин Н.А., Батин В.В. //Прикладная физика. 2014, №1, с. 30-34.
2. Смоланов Н.А.[Физика и химия обработки материалов](http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1400560). 2015. [№ 3](http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1400560&selid=23654392). С. 18-23.
3. Смоланов Н.А., Неверов В.А. Письма о материалах. 2015. Т. 5. № 2 (18). С. 179-184.
4. N A Smolanov. Journal of Physics: Conference Series 669 (2016) 012055.
5. Морозов А.И. Физика твердого тела, 2014, том 56, вып. 5.
6. Luigi Paolasini (European Synchrotron Radiation Facility -paolasini@esrf.fr).