DOI: 10.17117/na.2016.09.01.509

<http://ucom.ru/doc/na.2016.09.01.509.pdf>

Поступила (Received): 24.09.2016

Шолина И.С., Герасимов Д.А. Процессы в пролетном пространстве при ионно-электронной эмиссии

Sholina I.S., Gerasimov D.A.
Processes in the transit space with ion-electron emission

Рассматривается возможность применения ионно-электронной эмиссии с точки зрения процессов в пролетном пространстве и их влияния на процессы синтеза наноразмерных частиц на подложке

Ключевые слова: ионно-электронная эмиссия, пролетное пространство, наночастицы

The possibility of using ion-electron emission from the point of view of the processes in the transit space of their influence on the processes of synthesis of nanoparticles on the substrate

Key words: ion-electron emission, transit space, nanoparticles

Шолина Ирина Серафимовна

Ассистент

Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет "ЛЭТИ"
г. Санкт-Петербург, ул. Попова, 5

Sholina Irina Serafimovna

Assistant

Saint Petersburg electrotechnical university "LETI"
Saint Petersburg, Popova st., 5

Герасимов Дмитрий Алексеевич

Студент

Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет "ЛЭТИ"
г. Санкт-Петербург, ул. Попова, 5

Gerasimov Dmitri Alexeyevich

Student

Saint Petersburg electrotechnical university "LETI"
Saint Petersburg, Popova st., 5

Переход к области размеров линии порядка 20 нм вынуждает использовать в качестве рабочего инструмента пучки электронов и кванты электромагнитного излучения в рентгеновской области (электронную и рентгеновскую литографии). При этом экономически и технологически выгодными являются исключительно групповые процессы обработки, при которых за один технологический цикл обрабатывается либо вся подложка, либо ее значительная часть [1-6].

Перспективным представляется использовать для эмиссии электронов ионно-электронную эмиссию ИЭЭ [7,8], но необходимо оценить ее пригодность с точки зрения и достижимого разрешения.

В результате различия коэффициентов ИЭЭ для различных участков поверхности катода-маски электронный поток будет промодулирован по плотности, т.е. распределение плотности тока вторичных электронов в сечениях, параллельных поверхности катода, будет соответствовать требуемой топологии

[9]. Для оценки перспектив необходимо проанализировать процессы, происходящие в пролетном пространстве устройства, обеспечивающего устойчивый высоковольтный газовый разряд. Одним из неприятных моментов может стать распыление электронного пучка при взаимодействии с твердым телом. Однако эти эффекты нивелируются применением магнитного поля. Для ограничения эффекта распыления пучка необходимо, чтобы достаточно сильное магнитное поле, способное "парализовать" начальные скорости, начинало действовать как можно раньше, в частности, начиная непосредственно с катода. Для увеличения стабильности пучка существует простой и радикальный способ, заключающийся в пропускании магнитного потока через катод. Силовые линии магнитного поля совпадают с электронными траекториями. Это означает, что в этой области величина магнитного потока остается неизменной. Так как электроны не пересекают силовых линий, магнитное поле не будет оказывать влияние на движение электронов, эмитированных по нормали к поверхности катода, но зато будет сильно влиять на "возмущенные" электроны, эмитированные под углом к нормали, "парализуя" действие поперечных скоростей.

При движении быстрых электронов в пролетном пространстве от катода к аноду-подложке они испытывают акты упругого и неупругого рассеяния с отклонением от направления первоначального движения, однако число таких соударений не превышает 1-2. Следует отметить, что акты неупругого рассеяния приводят, в основном, к потерям энергии почти без изменения направления импульса. Это связано с тем, что сечение неупругого рассеяния на большие углы при энергиях электронов 10-20 кэВ значительно меньше, чем упругого. В связи с этим акты неупругого рассеяния можно не учитывать.

При указанных выше энергиях частицы рассеиваются в виде узкого направленного вперед конуса (упруго рассеянные частицы). Оценки показывают, что при использовании в качестве рабочего газа воздуха или других, более легких газов, величина рассеяния меньше 0,01 рад. При малой длине пролетного пространства упругие соударения испытывают лишь очень малая часть электронов, покидающих катод, потому в первом приближении рассеяния электронов из-за соударений с нейтральными атомами можно пренебречь, по сравнению с другими факторами, вызывающими распыление пучка [10,11]. Наибольший интерес представляет изучение ионно-электронной эмиссии с наноразмерных пленок и, особенно, от отдельных наночастиц, как изолированных, так и в составе агрегатов. Экспериментальные работы показывают отличия как в механизмах такой эмиссии, так и в ее результатах. Надо полагать, что такие же эффекты следует ожидать и от ионно-электронной эмиссии от отдельных наночастиц, также следует обратить особое внимание на процессы самоорганизации и самосогласования, позволяющие из отдельных наночастиц формировать упорядоченные микро и макро структуры [12-18].

Список используемых источников:

1. Марголин В.И., Шишов С.Е. Перспективы и проблемы нанотехнологий // О национальной доктрине развития в Российской Федерации нанотехнологий. М.: Издание Совета Федерации, 2006. С. 54-63.
2. Марголин В.И., Жабров В.А., Тупик В.А. Физические основы микроэлектроники. М.: Академия, 2008. 400 с.

3. Кузнецов Н.Т., Новоторцев В.М., Жабров В.А., Марголин В.И. Основы Нанотехнологии. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. 397 с.
4. Марголин В.И., Жабров В.А., Тупик В.А. Физические основы микроэлектроники. М.: Академия, 2008. 400 с.
5. Жабров В.А., Калинин В.Т., Марголин В.И., Николаев А.И., Тупик В.А. Физико-химические процессы синтеза наноразмерных объектов. СПб.: Элмор, 2012. 328 с.
6. Грачев В.И., Жабров В.А., Марголин В.И., Тупик В.А. Основы синтеза наноразмерных частиц и пленок. Ижевск: Удмуртия, 2014. 480 с.
7. Марголин В.И., Тупик В.А. Исследование ионной и плазменной стойкости резистов для микролитографии // Изв. ВУЗов. сер. радиоэлектроника. 2000. № 1. С. 61-64.
8. Шолина И.С., Герасимов Д.А. Применение вторичной ионно-электронной эмиссии в нанолитографии // Перспективы развития технических наук. № 3. Челябинск, 2016. С. 91-96.
9. Жабров В.А., Мамыкин А.И., Марголин В.И., Потехин М.С., Тупик В.А. Разработка технологии производства элементов нанорадиоэлектроники на основе тлеющего разряда // Известия СПбГЭТУ "ЛЭТИ". 2009. № 5. С. 3-8.
10. Anisimov A., Lukyanov G., Margolin V., et al. Excitation of Resonance Phenomena During the Magnetron Sputtering of Thin Metallic Fractal Films. The 3rd International IEEE Scientific Conference on Physics and Control (PhysCon 2007). September, 3rd-7th, Potsdam, Germany
11. V.A. Zhabrev, V.I. Margolin Some Questions in Fractal Nanotechnology // Inorganic Materials, 2008, Vol. 44, No 13, pp 65-82. Pleiades Publishing, Ltd, 2008
12. Жабров В.А., Марголин В.И., Чуппина С.В., Аммон Л.Ю. Роль наночастиц в химии наноразмерного состояния // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2009. № 12. С. 11-19.
13. Жабров В.А., Марголин В.И., Чуппина С.В., Аммон Л.Ю. Факторы, определяющие состав и строение наночастицы // Нанотехнологии, Экология, Производство. 2010, № 1(3). С. 110-121
14. Жабров В.А., Чуппина С.В., Марголин В.И. Самоорганизация как детерминированный выбор направления химического процесса. Часть I. Химический аспект. // Нанотехника. 2011. № 4. С. 44-52.
15. Жабров В.А., Чуппина С.В., Марголин В.И. Самоорганизация как детерминированный выбор направления химического процесса. Часть II. Информационный и фрактальный аспекты // Нанотехника. 2012. № 3. С. 3 – 11.
16. V.A. Zhabrev, V.I. Margolin, V.A. Tupik, Chu Trong Su Modeling Processes of Nanoparticle Synthesis and Analyzing the Results via SEM, Bulletin of the Russian Academy of Sciences, Physics, Vol. 79, No. 11, pp. 1498–1500, 2015.
17. V.A. Zhabrev, V.I. Margolin, V.A. Tupik, and Chu Trong Su Simulating The Aggregation of Nanoparticles on a Substrate Surface upon Vacuum Deposition // Journal of Surface Investigation. X-Ray, Synchrotron and Neutron Techniques. Vol. 9, No 5, 2015, pp 877-879
18. V.A. Tupik, B.V. Farmakovskiy, V.I. Margolin, P.A. Kuznetsov Development of Nanotechnology-Based Nanocomposites. Smart Nanocomposites. – vol. 6. N 1. Pp. 1-6

© 2016, Шолина И.С., Герасимов Д.А.

Процессы в пролетном пространстве при ионно-электронной эмиссии

© 2016, Sholina I.S., Gerasimov D.A.

Processes in the transit space with ion-electron emission