**Создание рельефа на молибденовых и кварцевых пластинах в разрядах, инициируемых излучением гиротрона в порошках металл-диэлектрик**

Н.Н. Скворцова1, В.Д. Степахин1, Д.В. Малахов1, А.А. Сорокин2, Г.М. Батанов1, В.Д. Борзосеков1, М.Ю. Глявин2, Л.В. Колик1, Е.М. Кончеков1, А.А. Летунов1, А.Е. Петров1, И.Г. Рябикина3, К.А. Сарксян1, А.С. Соколов3, В.А. Смирнов3, Н.К. Харчев1

1Институт общей физики имени А.М. Прохорова РАН, г. Москва, Россия,  
 [nina@fpl.gpi.ru](mailto:nina@fpl.gpi.ru)  
2Институт прикладной физики РАН, г. Нижний Новгород, Россия  
3Московский государственный технический университет радиотехники, электроники  
 и автоматики, г. Москва, Россия

Микроволновые разряды для целей материаловедения могут быть созданы или инициированы различными микроволновыми источниками, в том числе гиротронами. В последние годы выяснилось, что в режиме разряда при атмосферном давлении при воздействии на порошок с открытой поверхностью и свободном газодинамическом разлёте веществ после пробоя по окончании работы гиротрона наблюдается длительное развитие разряда. В таких режимах была показана возможность синтеза структур с микро- и нано-размерами в различных смесях порошков металла и диэлектрика в воздухе и азоте [1, 2].

В докладе представлены результаты создания микрорельефа на поверхности полированных пластин молибдена и пластин кварца в плазменно-газовой фазе разряда (после выключения СВЧ), инициируемых гиротроном в порошках молибден-бор в воздухе при атмосферном давлении.

Микрорельеф на пластинах кварца образуется частицами бора (от десятков до долей мкм) с неоднородным распределением по поверхности (рисунок).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | Рисунок. Агломераты частиц бора на кварце (слева) и кристаллов на поверхности молибденовой пластины (справа). Мощность излучения 350 кВт, длительности импульса 10 мс, содержание молибдена в порошке 40 %. |

Микрорельеф на пластинах молибдена образован частицами, неоднородно распределенными по поверхности подложки. Сами частицы (можно предположить, что это кристаллы молибдена) являются агломератами кристаллических зёрен, сильно отличающиеся по размеру: от менее 0,5 мкм до нескольких единиц мкм (рисунок). На более крупных зёрнах, входящих в агломераты, наблюдается огранка. Указанный микрорельеф сохраняется в течение нескольких месяцев в обычных условиях в воздухе при атмосферном давлении. материала. В дальнейшем созданные образцы предполагается проверить на различие в работах выхода электронов с гладких пластин и пластин с микрорельефом [3]. Результаты экспериментов позволяют предположить, что описанный метод может быть использован для получения поверхностей с микрорельефом в работах по созданию многоострийных полевых эмиттеров [4].

Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты 14–08–00753, 15–08–05455).

Литература

1. Batanov G. M., Berezhetskaya N. K., Borzosekov V. D., et al. Journal of Nanoelectronics and Optoelectronics,2013,Vol. 8,P. 58.
2. Патент РФ №2523471 «Способ получения нанодисперсионных порошков нитрида бора и диборида титана» 26.05.2014г.
3. Н. Н. Скворцова, В. Д. Степахин и др. Изв. вузов. Радиофизика, 2015,Т. LVIII, № 9, 779.
4. Соминский Г. Г., Тарадаев Е. П. и др. // Журн. техн. физ. 2015. Т. 85, вып. 1.С. 138.

**Список авторов**

1. Н.Н. Скворцова, РФ, Москва, ИОФРАН, nina@fpl.gpi.ru
2. В.Д. Степахин, РФ, Москва, ИОФРАН, scooter11@mail.ru
3. Д.В. Малахов, РФ, Москва, ИОФРАН, [malakhov@fpl.gpi.ru](mailto:malakhov@fpl.gpi.ru)
4. А.А. Сорокин, РФ, Нижний Новгород, ИПФ РАН, glyavin@appl.sci-nnov.ru
5. Г.М. Батанов, РФ, Москва, ИОФРАН, batanov@fpl.gpi.ru
6. В.Д. Борзосеков, РФ, Москва, ИОФРАН, [tinborz@gmail.com](mailto:tinborz@gmail.com)
7. М.Ю. Глявин, РФ, Нижний Новгород, ИПФ РАН, glyavin@appl.sci-nnov.ru
8. Л.В. Колик, РФ, Москва, ИОФРАН, kolik@fpl.gpi.ru
9. Е.М. Кончеков, РФ, Москва, ИОФРАН, eukmek@gmail.com
10. А.А. Летунов, РФ, Москва, ИОФРАН, let@fpl.gpi.ru
11. А.Е. Петров, РФ, Москва, ИОФРАН, nols2000@mail.ru
12. И.Г. Рябикина, РФ, Москва, МГТУ МИРЭА, ryabikina.irina2012@gmail
13. К.А. Сарксян, РФ, Москва, ИОФРАН, sarksian@fpl.gpi.ru
14. А.С. Соколов, РФ, Москва, МГТУ МИРЭА, dmc63@yandex.ru
15. В.А. Смирнов, РФ, Москва, МГТУ МИРЭА, viperx15@mail.ru
16. Н.К. Харчев, РФ, Москва, ИОФРАН, khar@fpl.gpi.ru

**creation of microrelief on molibdenum and quartz plates in discharges initiated by gyrotron radiation in metal-dielectric powder mixtures**

N.N. Skvortsova1, V.D. Stepakin1, D.V. Malakhov1, A.A. Sorokin1, G.M. Batanov1, V.D. Borzosekov1, M.Yu. Glyavin2, L.V. Kolik1, E.M. Konchekov1, A.A. Letunov1, A.E. Petrov1, I.G. Ryabikina3, K.A. Sarksian1, A.S. Sokolov3, V.A. Smirnov3, and N.K.Kharchev1

1Prokhorov Institute of General Physics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, nina@fpl.gpi.ru  
2Institute of Applied Physics, Russian Academy of Sciences, Nizhni Novgorod, RussiaMoscow 3Moscow state Institute of Radio Engineering, Electronics and Automation, Moscow, Russia **List of authors**,

1. N.N. Skvortsova, RF, Moscow, GPI RAS, nina@fpl.gpi.ru
2. V.D. Stepakhin, RF, Moscow, GPI RAS, scooter11@mail.ru
3. D.V. Malakhov, RF, Moscow, GPI RAS, malakhov@fpl.gpi.ru
4. A.A. Sorokin, Nizhny Novgorod, IAP RAS, glyavin@appl.sci-nnov.ru
5. G.M. Batanov, RF, Moscow, GPI RAS, batanov@fpl.gpi.ru
6. V.D. Borzosekov. RF, Moscow, GPI RAS, tinborz@gmail.com
7. M.Y. Glyavin, RF, Nizhny Novgorod, IAP RAS, glyavin@appl.sci-nnov.ru
8. L.V. Kolik, RF, Moscow, GPI RAS, kolik@fpl.gpi.ru
9. E.M. Konchekov, RF, Moscow, GPI RAS, eukmek@gmail.com
10. A.A. Letunov, RF, Moscow, GPI RAS, let@fpl.gpi.ru
11. A.E. Petrov, RF, Moscow, GPI RAS, nols2000@mail.ru
12. I.G. Ryabikina, RF, Moscow, GPI RAS, ryabikina.irina2012@gmail
13. K.A. Sarksyan, RF, Moscow, GPI RAS, sarksian@fpl.gpi.ru
14. A.S. Sokolov, RF, Moscow, GPI RAS, Moscow State Technical University of Radio Engineering, Electronics and Automation, dmc63@yandex.ru
15. V.A. Smirnov, RF, Moscow, GPI RAS, Moscow State Technical University of Radio Engineering, Electronics and Automation, viperx15@mail.ru
16. N.K. Kharchev, RF, Moscow, GPI RAS, khar@fpl.gpi.ru