

MAYE METAL İON MƏNBƏLƏRİ VASİTƏSİLƏ SƏTH ÜZƏRİNDƏ KİÇİKÖLÇÜLÜ QURULUŞLARIN YARADILMASI

E.M. ƏKBƏROV

Azərbaycan MEA-nın H.M. Abdullayev adına Fizika İnstitutu,

Az-1143, Bakı şəhəri, H.Cavid pr. 131

elchin240@hotmail.com

Verilən işdə kiçikölçülü quruluşları səthin üzərində əldə etmək məqsədi ilə maye metal indium ion mənbəyinin nanodispersli fazasından istifadə edilmişdir. Dar xətti almaq üçün mənbənin iynəsi səthə yaxın məsafədə yerləşdirilir, oturmaq isə piezomasanın vasitəsilə hərəkətə gətirilir. Təklif olunan üsulun xarakteristikaları müzakirə edilir.

Açar sözlər: maye metal ion mənbəyi, sahəli emissiya, nanozərrəcik.

PACS: 29.26.Ni;79.20.Rf

GİRİŞ.

İon mənbələri sırasında maye metal ion mənbələri ən yüksək parlaqlığa və ən kiçik emissiya sahəsinə malikdir. Çünki onlar maye kondensə fazadan çıxarılır və onların emissiya sahəsi çox kiçikdir. Bu mənbələrin emissiya xassələri artıq öyrənilmişdir və 40-a yaxın elementin ionlarını almaq mümkün olmuşdur [1]. Həmçinin, ion mənbəyinin vasitəsilə müəyyən rejimlərdə yüklü nanozərrəciklərin generasiyası da alınmışdır. Bu xırda dispersli fazanın xassələri və texnologiyada ehtimal olunan tətbiqi indiyə qədər kifayət dərəcədə tədqiq olunmamışdır. MMİM-dən elm və texnologiyada bir çox sahələrdə, o cümlədən, skaneredici ion mikroskopiyasında, aşağı enerjili ion implantasiyasında, ikinci ion kütlə spektroskopiyasında və s. geniş istifadə edilir.

Hal-hazırda səthin üzərində kiçik ölçülü quruluşlar müxtəlif üsullarla yaradılır. Bunların arasında kimyəvi üsullar çoxluq təşkil edir. Eləcə də, səthin modifikasiyası fokuslandırılmış ion dəstələrin vasitəsilə aparılır. Dəstələr maye metal ion mənbəyilə alınır və sonra elektrostatik linzalarla fokuslandırılır. Verilən üsul kifayət qədər mürəkkəbdir, çünki linzalar müxtəlif təhriflərə məruzdur. Bu məqalədə maye metal ion mənbələrinin ion optikasından istifadə etməyərək səthin modifikasiyasındakı tətbiqindən bəhs ediləcəkdir.

TƏCRÜBƏ.

İon dəstələrin tərkibinin araşdırılması üçün, kəsilən elektromaqnit sahələrlə kütlə analizatoru işlənilib hazırlanmışdır. Maqnit sahəsi iki cüt müstəvi ferrit maqnitlərlə yaradılır, elektrik sahəsi isə - iki müstəvi lövhələr arasında. Elektrik və maqnit qüvvələr əks istiqamətlərdə təsir edir, onların bərabərliyində verilən xüsusi yüklü zərrəcik sistemin oxu boyunca uçur və kollektorun dövrəsində qeyd olunur. İon dəstə cərəyanının qiymətinin $40 \mu\text{A}$ -ə bərabər və ondan böyük qiymətlərində ionlarla yanaşı eyni zamanda yüklü zərrəciklərin axını da əmələ gəlir. Onlar kütlə analizatorun köməyilə qeyd edilmişdir. Nanozərrəciklərin ölçüeri Tesla işıqlandırıcı elektron mikroskopun köməyilə təyin olunmuşdur. Bütün nəzəri və eksperimental verilənlərə əsaslanaraq belə bir nəticəyə gəlmək olar

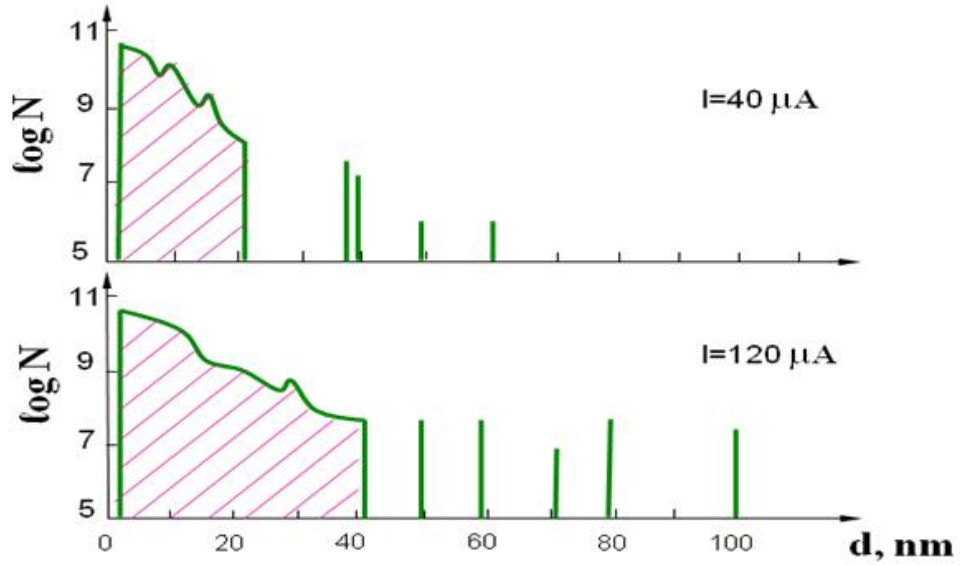
ki, maye metal mənbələrdə yüklü zərrəciklərin generasiyası mayenin üzərində kapilyar dayanıqsızlığının yaranmasına gətirib çıxarır. İslanmış iynə və ekstraktor arasında gərginlik artırılanda, elektrik sahəsi mayeni çəkərək uzadıb Teylor konusunu yaradır və onun zirvəsindən ion emissiyası baş verir. Gərginliyin sonrakı artırılmasında belə bir hal yaranır ki, maksimal sahəsilə nöqtədə mayenin damcısı ayrılır. Damcının əks impulsu səthi dalğalandırır və bu kapilyar dayanıqsızlığının həyəcanlanmasına gətirib çıxarır. Teylor konusunun xaricində maye təbəqənin qalınlığı kiçikdir olduğuna görə burada dalğalar yadırdılır. Sistemdə ancaq müəyyən dalğa uzunluğu ilə rəqslər həyəcanlanabilir, yəni burada durğun dalğalar sistemi mövcuddur [2-5].

Beləliklə, maye metal mənbələrdə ionlarla yanaşı yüklü nanozərrəciklər də generasiya olunur və onlar nanotexnologiyada istifadə edilə bilər. Əvvəldən hazırlanmış səthin üzərinə nanozərrəciklərin çökdürülməsi yolu ilə müxtəlif kvant quruluşlarını yaratmaq olar. Ehtiyac varsa, nanozərrəciklər tələb olunan enerjiyə qədər tormozlandırılabilir.

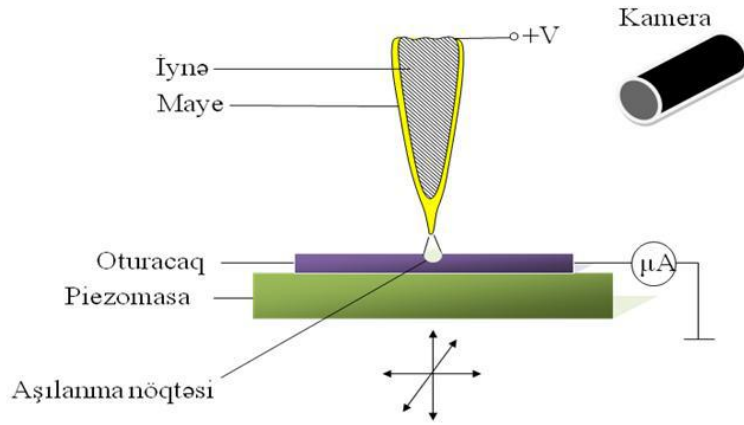
NƏTİCƏLƏR.

Nanozərrəciklərin ölçüləri Tesla işıqlandırıcı elektron mikroskopun köməyilə ölçülməsi zamanı alınmış histoqramlar aşağıdakı görünüşə malikdir (şəkil 1). Zərrəciklərin ölçülərinin 2-20 nm diapazonda səpələnmişdir, minimal ölçüdə zərrəciklərin sayı böyük ölçüdə zərrəciklərin sayından 3 tərtib böyükdür, 0,1 mkm ölçüdə də ayrı-ayrı zərrəciklər mövcuddur. Cərəyanın artmasında zərrəciklərin ölçülər diapazonu genişlənir.

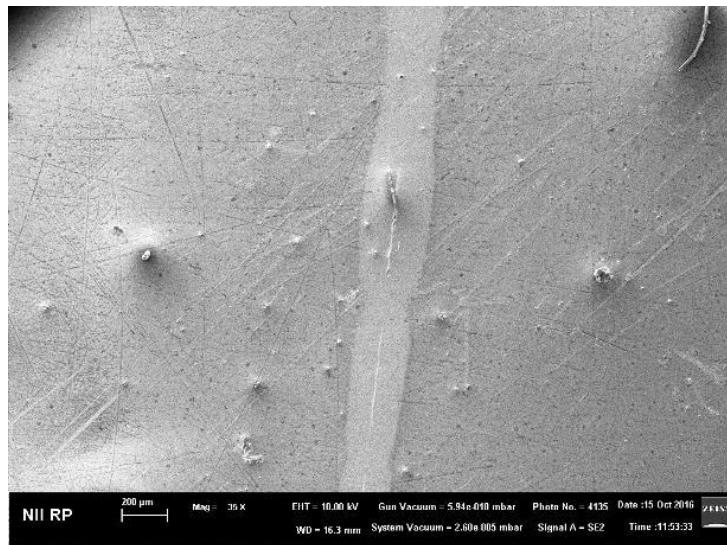
Səthi kiçik ölçüdə aşılamaq üçün, mürəkkəb ion fokuslayıcı sistemlərin istifadə edilməməsi mümkündür. Bunun üçün, iynə keçirici səthdən kiçik məsafədə yerləşdirilir ki, ion dəstəsi genişlənməsin. Mikron tərtibdə məsafələr dəqiq kontrol edilməlidir. Oturmaq atom qüvvə mikroskopunda olduğu kimi piezoelementin vasitəsilə hərəkətə gətirilməlidir (şəkil 2). İndiyə qədər aparılmış hesablamalar və təcrübələr göstərir ki, mikron ölçüdə çöküklər və kanalların aşılamağı mümkündür.



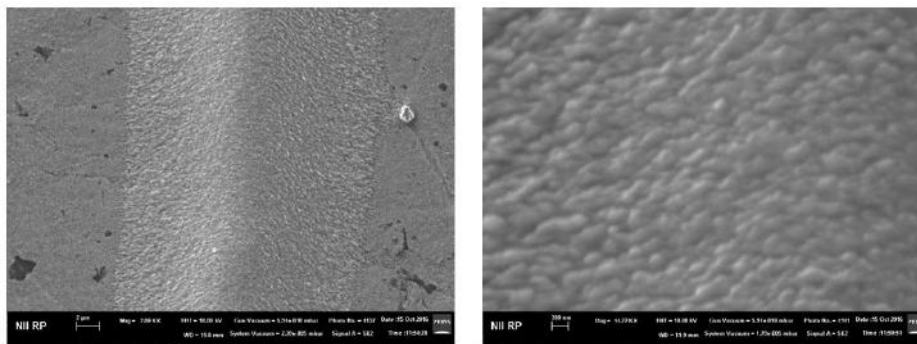
Şəkil 1. Damcılarn ölçülər histoqramı.



Şəkil 2. Nanodamcılarn ion optikasız çökdürülməsinin sxemi.



Şəkil 3. W lövhənin üzərinə çökdürülmüş zolaq.



Şəkil 4. a) Nanodamcılar zolağı; b) zolağın quruluşu.

Təcrübələrdə indium nanodamcılarını cilalanmış W və Si lövhələri üzərinə çökdürülmüşdür (şəkil 3). Piezo masa adətən 0,5 mm/san sürətlə hərəkət etdirilmişdir. Şəkildə eni təxminən 200 mkm olan geniş zolaq görünür, bu zolaq ionların izidir. Onun mərkəzində dar xətt aydın seçilir. Bu xətt nanodamcılarının izidir, onun eni 20 mkm, uzunluğu isə 1 mm tərtibdədir (şəkil 4 a). Mikroskopun daha yüksək böyütməsində bu zolağın xırda dispersli quruluşu şəkil 4 b-də göstərilib. Uzunsov dənələrin ölçüləri 100-200 nm təşkil edir, yəni generasiya olunan damcılarının ölçülərindən gözə çarpan dərəcədə böyükdür. Silisium lövhənin üzərinə çökdürülmə ortadakı dar zolağın alınmasını göstərməmişdir. Ümumiyyətlə, bu halda geniş zolaq bircinsli olmur, maye indium xırda damcılar şəklində ətrafa səpələnir.

Əldə olunmuş verilənləri belə izah etmək olar ki, çökdürmə zamanı volfram oturaçağın qızması nəticəsində nanodamcılarının koagulyasiyası baş verir, onlar

bir-birinə yapışır və dənələrin ölçüləri böyüyür. Silisiumun istilik keçirməsi daha aşağı olduğuna görə damcılarının kondensasiyası baş vermir, maye zolaq əmələ gəlir və o, ion dəstəsinin bombardmanında zaman-zaman səpələnir. Məlumdur ki, maye metal mənbələrdə başlanğıc ion cərəyan sıxlığı 10^8 A/sm^2 tərtibindədir. Hesablamalar göstərir ki, iynədən 10 mkm məsafədə cərəyan sıxlığı təqribən 10 A/sm^2 və dəstənin gücü $3 \cdot 10^4 \text{ Vt/sm}^2$ təşkil edəcək. Oturacağa daxil olunan belə böyük enerji effektiv yayılmalıdır ki, nanodamcılarının kondensasiyası baş tutsun və onlar bir-birinə yapışmasın. Daha dar zolaqların çökdürülməsi üçün oturaçaq iynəyə daha yaxın yerləşdirilməlidir və effektiv soyudulmalıdır. Onu daha böyük sürətlə hərəkətləndirmək də olar. Belə halda dənələrin ölçüləri də nisbətən kiçik olar.

Baxılan əməliyyat mikroelektronikada ensiz keçirici elementlərinin yaradılması üçün tətbiq oluna bilər.

- [1] *J.Orloff*. Charged Particle Optics. CRC Press, Boca Raton-New York-London), 2009, 665p.
- [2] *I.S. Gasanov, I.I. Gurbanov, E.M. Akbarov*. Liquid metal ion source for nanotechnology operations. Int. Conf. “Materials science and informatics for high technologies”, Baku, 2012, 9.

- [3] *И.С. Гасанов, Э.Ю. Салаев, И.И. Гурбанов*. Прикладная физика, 2005, 5, 46-49.
- [4] *I.S. Gasanov, I.I. Gurbanov*. Japanese Journal of Applied Physics, 2008, 47, 8226-8229.
- [5] *I.S. Gasanov, I.I. Gurbanov*. Review Scientific Instruments. 2012, 83, 02B906 .
- [6] *I.S. Gasanov, I.I. Gurbanov and E.M. Akbarov*. European Physical Journal D, 69, 2015,3

E.M. Akbarov

CREATION OF SMALL DIMENSIONAL STRUCTURES ON THE SURFACE BY LIQUID METAL ION SOURCE

To create the small-size structure on the surface the nanodispersive phase of liquid metal source of Indium ions were used. For drawing a narrow line the needle of a source settled down near to a surface, and the substrate moved by means of piezostage. Characteristics of the offered way are discussed.

Э.М. Акбаров

СОЗДАНИЕ МАЛОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУР НА ПОВЕРХНОСТИ ПОСРЕДСТВОМ ЖИДКОМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ИСТОЧНИКА ИОНОВ

В данной работе для создания малоразмерных структур на поверхности использовалась нанодисперсная фаза жидкометаллического источника ионов индия. Для нанесения узкой линии игла источника располагалась вблизи поверхности, а подложка перемещалась посредством пьезостолыка. Обсуждаются характеристики предложенного способа.

Qəbul olunma tarixi: 15.07.2019