ISNN:2181-1296



SHAROF RASHIDOV NOMIDAGI SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI

САМАРКАНДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ШАРОФА РАШИДОВА

SAMARKAND STATE UNIVERSITY NAMED AFTER SHAROF RASHIDOV

ILMIY AXBOROTNOMA

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК
SCIENTIFIC JOURNAL

ANIQ VA TABIIY FANLAR SERIYASI

Matematika, Mexanika, Informatika
Fizika, Kimyo, Biologiya, Geografiya

№ 5/1 (141)
2023

ISSN 2181-1296

ILMIY AXBOROTNOMA

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК **SCIENTIFIC JOURNAL**

2023-yil, 5-son (141) **ANIQ VA TABIY FANLAR SERIYASI**

Matematika, Mexanika, Informatika, Fizika, Kimyo, Biologiya, Geografiya

Samarqand viloyat matbuot boshqarmasida ro‘yxatdan o‘tish tartibi 09-25.
Jurnal 1999-yildan chop qilina boshlagan va OAK ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR **R. I. XALMURADOV, t.f.d., professor**
BOSH MUHARRIR O‘RINBOSARLARI: **H.A. XUSHVAQTOV, f-m.f.d., dotsent**
A. M. NASIMOV, t.f.d., professor

TAHRIRIYAT KENGASHI:

ANIQ FANLAR

SH.A.ALIMOV - O‘zFA akademigi
S.N.LAKAYEV - O‘zFA akademigi (SamDU)
M.M.MIRSAIDOV - O‘zFA akademigi
A.S.SOLEEV - f.-m.f.d., professor (SamDU)
I.A.IKROMOV - f.-m.f.d., professor (SamDU)
B.X.XO‘JAYAROV - f.-m.f.d., professor (SamDU)
A.G.YAGOLA - f.-m.f .d., professor (Moskva davlat universiteti, Rossiya)
I.I.JUMANOV - f.-m.f .d., professor (SamDU)
X.X.XUDOYNAZAROV - t.f.d., professor (SamDU)
ALBERTO DEL BIMBO - Florensiya universiteti professori, Italiya
L.SABIROV - f.-m.f .d., professor (SamDU)
A.JUMABOYEV - f.-m.f .d., professor (SamDU)
N.N.NIZAMOV - f.-m.f.d., professor (SamDU)
O.Q.QUVONDIQOV - f.-m.f.d., professor (SamDU)
I.A.RAXMATULLAYEV - f.-m.f .d., professor
A.SH.YARMUXAMEDOV - f.-m.f.n., (SamDU)
X.S.XAYDAROV - f.-m.f.n., dotsent (SamDU)

TABIY FANLAR

M.X.ASHUROV - O‘zFA akademigi
N.B. FERAPONTOV - k.f .d., professor (Moskva davlat universiteti, Rossiya)
SH. M. TUGIZOV - professor, Koliforniya universiteti, AQSh
H. I. AKBAROV - k.f.d., professor (O'zMU)
E. A. ABDURAXMONOV - k.f.d., professor (SamDU)
N. K. MUXAMADIYEV - k.f.d., professor (SamDU)
L. A. BULAVIN - Kiev milliy universiteti professori, Ukraina
X. Q. XAYDAROV - b.f.d., professor (SamDU)
Z. I. IZZATULLAYEV - b.f.d., professor (SamDU)
Sh. T. XOLIQULOV - g.f.d., professor (SamDU)
S. B. ABBASOV - g.f.d., professor (SamDU)
Q. S. YARASHEV - g.f.d., professor (SamDU)
GUN-SIK PARK - Seul univeriteti professori, Koreya
D.B.XURSANOV - g.f.f.d., dotsent (SamDU)
M. S. QUZIYEV - b.f.f.d., dotsent (SamDU)

Obuna indeksi – yakka tartibdagi obunachilar uchun **- 5583,**
tashkilot, korxonalar uchun **- 5584**

MUNDARIJA

Икромов И.А, Баракаев А.М. *Об ограниченности максимальных операторов для выпуклых функций, не имеющих конечный линейный тип*…….....	3-10
Safarov A.N., Muzafarov A.M., To‘xtayev U.O‘., Tog‘ayev B.S., Salimov Sh.G‘., Esanov I.T. *Tabiiy suvlar tarkibidagi radionuklidlar miqdorini radiokimyoviy radiometriya usullari yordamida aniqlash metodikasi*……..	11-20
Ruziyev J.E., Abduraxmanov I.E., Suvonqulov Sh.B. *Analitik obyektlardagi bariy ionlarini ionometrik aniqlash*……..	21-25
O‘rozov S., Aslanov Q., Qo‘ldoshev O. *Oltingugurt qoplamali fosforli o‘g‘itlar olish*……..	26-30
Mamatov Sh., Omonov Sh. *Differensial tenglamalar misolida fanlararo bog‘lanish*……..	31-35
Ахмеджанов Ф.Р., Тугалов Ф.Б., Курбанов Ж.О. *$NaCl_xBr_{1-x}$ кристалларининг акустик хоссалари*……	36-40
Inxonova A., Eshtursunov D., Botirov S., Murtazaqulov M., Bekchanov D. *Oqava suvlarni biologik tozalashda pvc&pei asosida olingan mis polimer komlpleksining qo’llanilishi*……	41-48
Qurbonov P.R. *O‘zbekiston respublikasi urbanistik tarkibi rivojlanishining geografik jihatlari*.....	49-55
Ikromov I.A., Jo‘raqulov A.J. *Regulyarlashtirilgan o‘lchovning bahosi haqida*……	56-63
Байжуманов А.А., Бердимуродов М.А. *Метод решения систем нелинейных булевых уравнений на основе минимизации дизъюнкций сложных конъюнкций*……	64-70
Abdullayev J.U. *Uglevodorodlar asosida spirtlar sintezi*……	71-75
Boyqobilov D.B., Jumag‘ulov Sh.H., Ro‘zimuradov O.N. *Tartiblangan titan dioksid nanotrubkalarining shakllanishi*……	76-80
Ахмеджанов Ф.Р., Мустафаев Т.Ш., Эшниязов О.И., Нуждов Г.С., Авдиевич В.Н. *Лантан трифторид кристалларида ионларнинг харакатига эластик деформациянинг таъсири*……	81-85
Хайдаров И.К. *Моделирование переноса растворенного вещества в неоднородном пороупругом глинистом сланце*……	86-91
Urolov Sh.Z., Shaymardanov Z.Sh., Jalolov R.R., Rustamova B.N., Arziqulov E.U. *Rux oksidi nanostrukturalarining morfologik va kristallografik xossalarining sintez sharoitiga bog‘liqligi*……	92-99
Zufarov A.M., Sagdeyev D.O., Galyametdinov Yu.G., Muxamadiyev N.K. *Turli xil anion stabilizatorlar bilan stabillashgan* CdS *sintezi va uning fotokatalitik xossalari*……	100-108

UDK: 546.47 **DOI: https://doi.org/10.59251/2181-1296.2023.v5.141.1.2353**

RUX OKSIDI NANOSTRUKTURALARINING MORFOLOGIK VA KRISTALLOGRAFIK XOSSALARINING SINTEZ SHAROITIGA BOG‘LIQLIGI

Sh.Z.Urolov[1,2], Z.Sh.Shaymardanov[1,3], R.R.Jalolov[1,3], B.N.Rustamova[1], E.U.Arziqulov[4]

[1] *O‘R FA Ion- plazma va lazer texnologiyalari instituti,*
[2] *“TIQXMMI" Milliy Tadqiqot Universiteti,*
[3] *O‘zbekiston Milliy Universiteti fizika fakulteti,*
[4] *Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti*
E-mail: shz.urolov@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu ishda rux-atsetat-digidrat ($ZnC_4H_6O_4{\cdot}2{\cdot}H_2O$) ni metanol ($CH_4O$) da gidrolizlash orqali kimyoviy cho‘ktirish usulida rux oksidi (ZnO) nanostrukturalarini sintez qilish jarayoni bayon qilingan. Sintez jarayonida hosil bo’ladigan ZnO nanostrukturalarining morfologik va kristallografik xossalari tagliklarning turiga, eritma tarkibidagi suv/metanol nisbatiga va sintez davomiyligiga bog’liq. Tagliklar sifatida kvarts shisha plastinkalardan foydalanilganda tagliklar sirtida geksagonal kesik piramida shaklidagi ZnO nanokristallari hosil bo’ladi. Ularning o’lchamlari va kristallik sifati eritma tarkibidagi suv/metanol nisbatiga bog’liq. Sof borosilikat shisha tagliklardan foydalanilganda esa tagliklar sirtida tartibsiz yo’nalishda shakllangan qirralarga ega ZnO ning yupqa plyonkalari hosil bo‘ladi va bu qirralarning shakllanishi sintez davomiyligiga bog‘liq. Tadqiqotlar ko‘rsatdiki, sintez jarayonida alyuminiy plyonkasi qoplangan borosilikat shisha plastinkalar tagliklar sifatida foydalanilganda 24 soat davomida tagliklar sirtida ZnO ning g‘ovak strukturali yupqa plyonkasi hosil bo‘ladi. Yuqori haroratda termik ishlov berilganda g‘ovak strukturalar devorining qalinligi kamayib, ularning sirt maydoni ortadi.

Kalit so‘zlar: kimyoviy cho‘ktirish usuli, ZnO nanokristallari, yupqa plyonkalar, g‘ovak strukturalar, metanol, deionlashtirilgan suv.

Зависимость морфологических и кристаллографических свойств наноструктур оксида цинка от условий синтеза

Аннотация. В данной работе описан процесс синтеза наноструктур оксида цинка методом химического осаждения путем гидролиза ацетата цинка дигидрата ($ZnC_4H_6O_4{\cdot}2{\cdot}H_2O$) в метаноле ($CH_4O$). Морфологические и кристаллографические свойства наноструктур ZnO, образующихся в процессе синтеза, зависят от типа подложек, соотношения вода/метанол в растворе и продолжительности синтеза. При использовании пластин кварцевого стекла в качестве подложек на поверхности подложек образуются нанокристаллы ZnO в форме гексагональной усеченной пирамиды. Их размер и кристалличность зависят от соотношения вода/метанол в растворе. При использовании подложек из чистого боросиликатного стекла на поверхности подложек образуются тонкие пленки ZnO с краями, сформированными в неправильном направлении, формирование которых зависит от продолжительности синтеза. Исследования показали, что в процессе синтеза, когда в качестве подложек используются пластины боросиликатного стекла, покрытые алюминиевой пленкой, на поверхности подложек в течение 24 часов образуется тонкая пленка ZnO с пористой структурой. При термообработке при высокой температуре толщина стенок пористых структур уменьшается, а площадь их поверхности увеличивается.

Ключевые слова: метод химического осаждения, нанокристаллы ZnO, тонкие пленки, пористые структуры, метанол, деионизированная вода.

The dependence of the morphological and crystallographic properties of zinc oxide nanostructures on the synthesis conditions

Abstract. In this work, the process of synthesis of zinc oxide nanostructures by chemical bath deposition method by hydrolysis of zinc-acetate-dehydrate ($ZnC_4H_6O_4{\cdot}2{\cdot}H_2O$) in methanol ($CH_4O$) is described. The morphological and crystallographic properties of ZnO nanostructures formed during the synthesis depend on the type of substrates, the water/methanol ratio in the solution, and the

duration of the synthesis. When quartz glass plates are used as substrates, ZnO nanocrystals in the shape of a hexagonal truncated pyramid are formed on the surface of the substrates. Their size and crystallinity depend on the water/methanol ratio in the solution. When pure borosilicate glass substrates are used, thin films of ZnO with edges formed in an irregular direction are formed on the surface of the substrates, and the formation of these edges depends on the duration of synthesis. Studies have shown that in the process of synthesis, when borosilicate glass plates covered with an aluminum film are used as substrates, a thin film of ZnO with a porous structure is formed on the surface of the substrates for 24 hours. During thermal treatment at high temperature, the wall thickness of porous structures decreases and their surface area increases.

Keywords: chemical bath deposition method, ZnO nanocrystals, thin films, porous structures, methanol, deionized water.

ZnO nanostrukturalari o‘zining mukammal kristallik sifati va noyob elektrooptik xususiyatlari sabab nanoo‘lchamli qurilmalar uchun istiqbolli material sifatida qaralmoqda. ZnO zonalararo o‘tishlari to‘g‘ri, *n*- tipli o‘tkazuvchanlikka ega, taqiqlangan zona energiyasi katta (xona temperaturasida 3,3 eV), erkin eksiton bog‘lanish energiyasi yuqori (60 meV) bo‘lgan kristal materialdir [1]. Ultrabinafsha sohada kuchli nurlanish polosasiga ega ekanligi uchun ZnO nanostrukturalari yorug‘lik diodlari, nanolazerlar, organik quyosh elementlari, fotokatalizatorlar, maydonli tranzistorlarda qo‘llanilib kelinmoqda [2]. Odatda, ZnO nanostrukturalari sintez qilish texnologiyasiga bog‘liq holda, nanokristallar, nanorodlar, yupqa plyonkalar kabi turlarga ajratiladi [1-2]. Ma’lumki, ZnO nanostrukturalari asosan ikki yo‘nalishda: yuqori haroratlar (~500-1100°C) da gazli fazalarda va past harorat (<100°C) da kimyoviy eritmalarda sintez qilinadi [3]. Har ikki yo‘nalish ma’lum ustunlik va kachiliklarga ega. Past haroratli usullar nanostrukturalarni arzon narxlarda va keng ko‘lamda sintez qilish imkoniyatini beradi. Ammo sintez qilingan namunalarning kristallik sifati past bo‘ladi. Yuqori haroratli usullar narx jihatdan ancha qimmat bo‘lishiga qaramay, mukammal kristallik sifatiga ega bo‘lgan nanostrukturalarni sintez qilishga imkon beradi. Past haroratli usullarda ZnO nanostrukturalarini sintez qilishda kimyoviy cho‘ktirish usulidan keng foydalaniladi [3-5]. Kimyoviy cho‘ktirish usuli suvli eritmalarda nanostrukturalarni sintez qilish usullari orasida o‘zining soddaligi va arzonligi bilan ajralib turadi. Sintez rux tuzlarini turli spirtlarda gidrolizlash orqali past haroratlarda amalga oshiriladi [1-4]. Birinchi marta bu usulda ZnO nanostrukturalarini sintez qilishda, geksametilenetetramin ($C_6H_{12}N_4$) va rux-nitrat $Zn(NO_3)_2$ ning suvdagi eritmasida hamda geksametilenetetramin va rux- xloridning ($ZnCl_2$) suvdagi eritmasida 80°C haroratda prizmasimon ZnO mikrokristallari sintez qilingan [6]. Keyinchalik, ZnO nanokristallarini rux-atsetat-digidratning poliol (dietilenglikol yoki etilenglikol) muhitida [7], yoki turli spirtlar (metanol, etanol va boshqalar) da gidrolizlash orqali sintez qilingan [3]. Dastlab, sintez jarayonida suv faqat rux tuzlari gidrolizini boshqaradigan va OH^- ionlari bilan ta’minlovchi reaktiv muhit sifatida qaralgan. Biroq, eritmaga qo‘shiladigan suv miqdori nanokristallarning o‘lchami va morfologiyasiga ta’sir etishi uzoq vaqt tadqiq qilinmagan. Tadqiqotlarda rux-atsetat-digidratning metanoldagi eritmasiga qo‘shiladigan suv miqdorini o‘zgartirish orqali, ZnO nanokristallarining o‘lchami va shaklini boshqarish mumkinligini e’lon qilindi [3]. Eritmaga suv qo‘shilmaganda tagliklar yuzasida ZnO ning yupqa plyonkasi hosil bo‘lishi, qo‘shiluvchi suv miqdori ortib borishi bilan nanokristallarning formasi konussimon shaklni egallab, nanoo‘lchamdan mikroo‘lchamga tomon ortib borganligini va suv/metanol nisbatining 1/2 qiymatida ZnO nanokristallarining formasi konussimon shakldan kesik piramida shakliga o‘tishi kuzatilgan [8]. Shunday qilib, eritmaga qo‘shiladigan suv miqdori nanokristallarning shakllanishiga kuchli ta’sir ko‘rsatadi va bu boradagi tadqiqotlar mukammal kristal strukturaga ega ZnO nanokristallarini sintez qilishga qaratilgan. Bu boradagi tadqiqotlar bugungi kunda ham davom etmoqda.

ZnO ning nanoo‘lchamdagi yupqa plyonkalari o‘zining elektrooptik xususiyatlari, yuqori elektrokimyoviy barqarorligi va toksik bo‘lmaganligi tufayli shaffof o‘tkazuvchan oksidlar sifatida katta qiziqish uyg‘otmoqda. Ma’lumki, ZnO *n*- tipli yarimo‘tkazgich bo‘lib, uning o‘tkazuvchanligi asosan, donorli sathlar hosil qiluvchi tugunlararo rux atomlari va kislorod vakansiyalari bilan bog‘liq [1]. Aniq kristallografik shaklga ega bo‘lmagan ZnO ning yupqa plyonkalaridan farqli o‘laroq, kirishma atomlari kiritilgan ZnO plyonkalari o‘zining barqaror elektrik va optik xususiyatlarini namoyon qiladi. Bariy, alyuminiy va indiy kabi III guruh elementlari kiritilgan ZnO plyonkalari

orasida alyuminiy atomlari kiritilgan ZnO plyonkalari elektr qarshiligi past ekanligi hamda spektrning ko‘zga ko‘rinadigan va yaqin infraqizil sohalarida nur o‘tkazish qobiliyati yuqori ekanligi aniqlangan. ZnO ning yupqa plyonkalari fotovoltaik elementlarda indiy-qalay-oksidining o‘rnini bosishi kutilmoqda [9]. G‘ovak strukturali nanomateriallar to‘la sirt yuzasining katta ekanligi ularni fotokatalizatorlar, nanofiltrlar va gaz datchiklari kabi turli xil qurilmalarda qo’llashga imkon beradi [10]. G‘ovakli tuzilmalarni qo‘llash ushbu qurilmalarning samaradorligini oshirishi kutilmoqda [10-12]. ZnO ning yupqa plyonkalarini kam energiya sarflagan holda, yuqori texnologiyalar ishtirokisiz past haroratlarda sintez qilishda kimyoviy cho‘ktirish usuli istiqbolli usullardan sanaladi. Dastlab, ZnO ning g‘ovak strukturali yupqa plyonkalari kimyoviy cho‘ktirish usulida borosilikat shisha plastinkalar sirtida rux-atsetat-digidratli qatlam hosil qilinib, yuqori haroratlarda termik ishlov berish yo‘li bilan olingan [13]. Keyinchalik, kimyoviy cho‘ktirish usulida va termik parchalash jarayonlarining kombinatsiyasi natijasida sapfir (Al_2O_3) tagliklarda ZnO ning g‘ovak strukturali yupqa plyonkalari olingan [14]. Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, ZnO ning g‘ovak strukturali yupqa plyonkalarini sintezdan keyin hech qanday termik ishlov berishlarsiz bevosita, kimyoviy cho‘ktirish usuli yordamida olish bo‘yicha ma’lumotlar kam. Sintez jarayonida g‘ovak strukturalarni hosil bo‘lishiga sintez davomiyligining ta’sirini o‘rganishga bag‘ishlangan tadqiqotlar tizimli olib borilmagan.

Ushbu tadqiqot ishida rux-atsetat-digidratni metanolda gidrolizlash orqali kimyoviy cho‘ktirish usulida ZnO nanokristallari va g‘ovak strukturaga ega yupqa plyonkalarini olish texnologiyalari bayon qilingan. Elektron mikroskopiya tahlillari ko‘rsatdiki, sintez jarayonida tagliklar sifatida kvars shisha plastinkalardan foydalanilganda tagliklar sirtida ZnO ning geksagonal kesik piramida shaklidagi nanokristallari hosil bo‘ladi hamda ularning o‘lchamlari eritmaga qo‘shiluvchi suvning miqdoriga bog‘liq. Tadqiqotlar ko‘rsatdiki, sintez jarayonida tagliklar sifatida sof borosilikat shisha plastinkalar va alyuminiy plyonkasi qoplangan borosilikat shisha plastinkalardan foydalanilganda, tagliklar sirtida bevosita ZnO ning yupqa plyonkalari hosil bo‘ladi. ZnO ning g‘ovak strukturaga ega yupqa plyonkasi termik ishlov berilganda g‘ovak strukturalar devorining qalinligi kamayadi.

Eksperimental qism. Kimyoviy cho’ktirish usulida ZnO nanostrukturalarini sintez qilishda tagliklar sifatida 10×10×1 mm o’lchamdagi kvarts shisha, sof borosilikat shisha (silikat (SiO_2)+ bor oksidi (B_2O_3>8%)) hamda alyuminiy plyonkasi qoplangan borosilikat shisha plastinkalardan foydalanildi. Dastlab, tagliklar ultratovushli vannada etil spirti, atseton va distillangan suv yordamida navbat bilan tozalanib, azot gazida quritildi. Keyin shisha kolbada 0.6586 g rux-atsetat-digidratning 30 ml metanoldagi eritmasi tayyorlandi. Eritma 15 minut davomida magnetik aralashtirgich yordamida shaffof suyuqlik holiga kelguncha intensiv aralashtirilib, 10 ml miqdorda deionlashtirilgan suv qo‘shilib birlamchi eritma tayyorlandi. Kolbaga avvaldan tozalangan kvarts shisha plastinkalar gorizontal holatda joylashtirilib, maxsus pechda 63^oC doimiy haroratda 24 soat davomida ZnO nanostrukturalari sintez qilindi.

Tadqiqotning ikkinchi qismida eritma tarkibidagi suv/metanol nisbatining kvarts shisha plastinkalarda o’stirilgan nanostrukturalarning morfologiyasiga ta’sirini o’rganish maqsadida birlamchi eritmaga dastlab 5 ml, keyingi safar 15 ml miqdorda deionlashtirilgan suv qo‘shilib yuqoridagi shartlar asosida sintez jarayoni takroran amalga oshirildi.

Adabiyotlar tahlili va o’tkazilgan tadqiqotlarimiz natijalari ko’rsatdiki, kimyoviy cho’ktirish usulida kvarts shisha plastinkalar ustida o’stirilgan ZnO nanostrukturalarining morfologik xossalariga sintez davomiyligining ta’siri sezilarli emas. Shu jihatlarni e’tiborga olib, tadqiqotning uchinchi qismida kimyoviy cho’ktirish usulida sof borosilikat shisha plastinkalar ustida o’stirilgan namunalarning morfologik xossalariga sintez davomiyligining ta’siri o’rganildi. Bunda 63^oC doimiy haroratda dastlab 12 soat davomida, keyingi safar birlamchi eritma takroran tayyorlanib 24 soat davomida sintez amalga oshirildi.

Tadqiqotning to’rtinchi qismida esa alyuminiy plyonkasi qoplangan borosilikat shisha plastinkalar tagliklar sifatida foydalanildi. Dastlab shisha kolbada birlamchi eritma tayyorlab olinib, uning asosiga tagliklar joylandi. Sintez 63^oC doimiy haroratda 24 soat davomida amalga oshirildi.

Sintez jarayonidan keyin namunalarning bir qismiga ochiq havoda 400°C haroratda 1 soat termik ishlov berildi.

Sintez qilingan ZnO nanostrukturalarining morfologik va kristallografik xossalari yuqori ajrata olish qobiliyatiga ega XL-30 PHILIPS Skanlovchi Elektron Mikroskopi (SEM) va MiniFlex-600 difraktometri yordamida o‘rganildi.

Olingan natijalar va ularning tahlili. Past haroratda kimyoviy cho‘ktirish usulida kvars shisha plastinkalar ustida suv/metanol nisbatining turli qiymatlarida sintez qilingan ZnO nanostrukturalarining SEM da olingan tasvirlari 1- rasmda keltirilgan. Tasvirlardan ko‘rinadiki, eritma tarkibidagi suv/metanol nisbatining 1/6 qiymatida sintez qilingan nanostrukturalar geksagonal kesik piramida shaklida kristallangan bo‘lib, ularning o‘lchamlari 200-300 nm atrofida (1a, b- rasmlar). Suv/metanol nisbatining 1/3 qiymatida sintez qilingan namunalar ham geksagonal kesik piramida shaklida bo‘lib, ularning yon tomonlari va asoslari tekis ko‘rinishda bo’lib, o‘lchamlari 300-700 nm atrofida (1c, d- rasmlar). Suv/metanol nisbatining 1/2 qiymatida o‘stirilgan namunalarning o‘lchamlari turlicha bo‘lib, tagliklar sirtida o‘lchamlari 200 nm dan 3 μm gacha bo‘lgan kristal strukturalar hosil bo‘lgan. Tasvirlardan ko‘rinadiki, sintezning dastlabki bosqichida tagliklar sirtida o‘lchamlari ~3 μm tartibida bo‘lgan asoslari notekis va kristallografik qirralari yaxshi shakllanmagan geksagonal kesik piramida shaklidagi kristallar hosil bo‘lgan. Sintez jarayonining keyingi bosqichida o‘lchamlari 200-300 nm atrofida bo‘lgan odatiy shakldagi nanokristallar hosil bo‘lgan va ular sirtda notekis taqsimlangan (1e, f- rasmlar).

Kimyoviy cho‘ktirish usulida ZnO ning nanokristallarini sintez qilish jarayonida reaksiya muhitida gomogen hamda geterogen kurtaklar o‘zaro raqobatlashadi. Gomogen kurtaklar eritmada atom klasterlarining to‘g‘ridan- to‘g‘ri cho‘kishi hisobidan yuzaga keladi. Buning natijasida gomogen kurtaklar davomidan hosil bo‘lgan kristal strukturalar taglik bilan kuchsiz bog‘lanadi va sirtda o‘zaro oraliqlar hosil qilgan holda joylashadi. Geterogen kurtaklar esa Zn-O(OH) komplekslarining adsorbsiyalanish jarayoni natijasida hosil bo‘lib, bu jarayon taglik sirti va suyuqlik interfeysida sodir bo‘ladi. Natijada bu kurtaklar taglik bilan kuchli bog‘lanish hosil qiladi va sirtda zich holatda joylashadi [15]. Eritmaga suv qo‘shmasdan sintez qilingan ZnO ning nanokristallari asosan geterogen kurtaklar davomidan shakllanib, ular sirtda tekis taqsimlanadi va taglik bilan kuchli bog‘lanish hosil qiladi. Aksincha eritmaga suv qo‘shilishi bilan sintez qilingan ZnO nanokristallari sirtda notekis taqsimlanishni boshlaydi va ular taglik bilan kuchsiz bog‘lanadi. Bu sifatlar reaksiya muhitida gomogen kurtaklanish jarayoni dominant bo‘lishligidan dalolat beradi. Shunday qilib, eritmaga qo‘shiluvchi suv kurtaklanish jarayoniga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Bundan tashqari, suv eritmada rux-atsetat-digidratning gidroliz reaksiyasini ham nazorat qilishi mumkin. Metanol eritmasida reaksiyani quyidagicha ifodalash mumkin [8]:

$$5Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O \rightarrow \quad (1)$$

$$Zn_5(OH)_8(CH_3COO)_2 + 2CH_3COOH \quad (2)$$

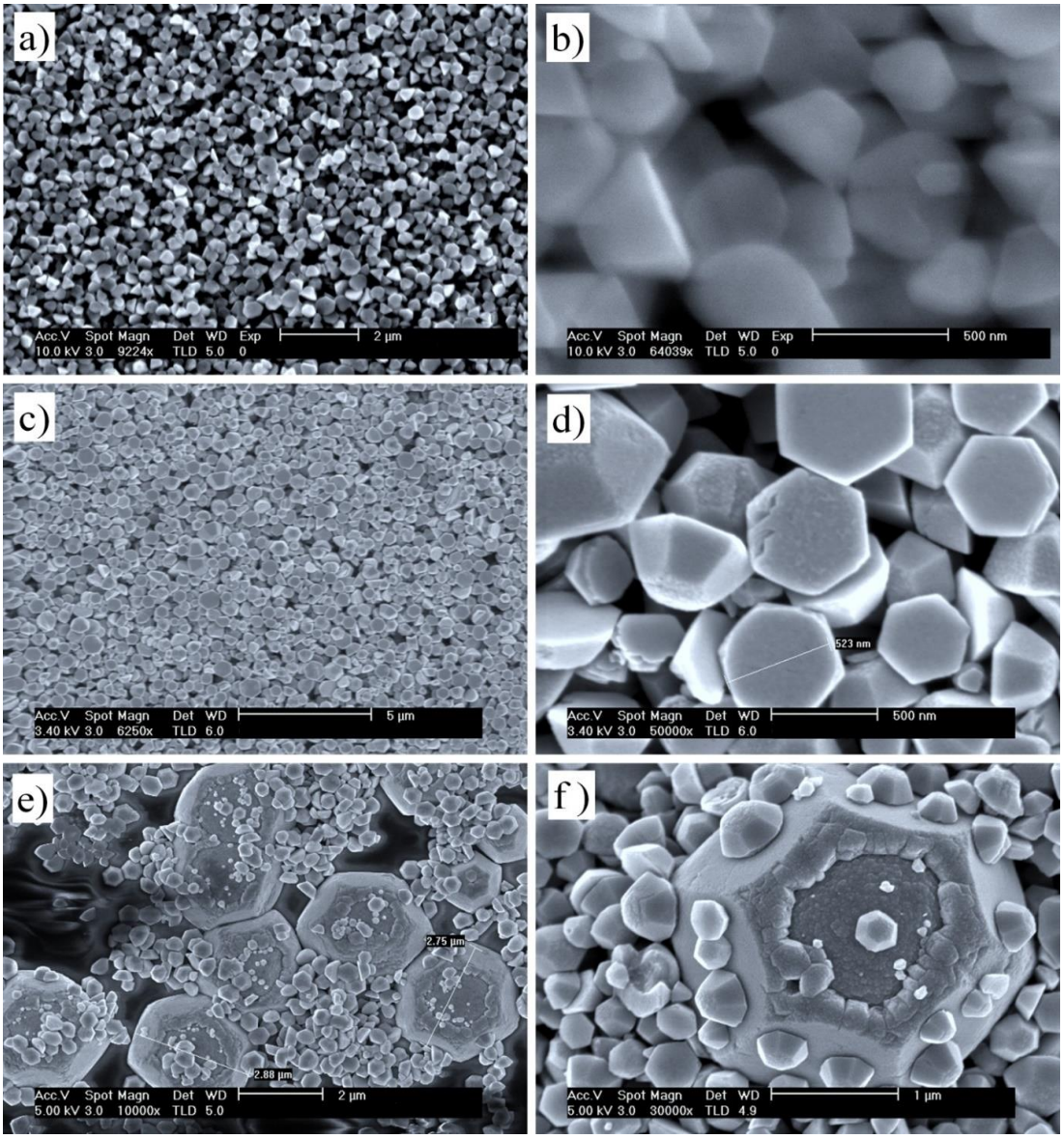
$$Zn_5(OH)_8(CH_3COO)_2 \rightarrow \quad (3)$$

$$5ZnO + 2CH_3COOH + 5H_2O. \quad (4)$$

Ushbu reaksiyada OH^- ioni CH_3COO^- ioni bilan gidroliz orqali quyidagicha ta’minlanadi:

$$CH_3COO^- + H_2O \rightarrow CH_3COOH + OH^- \quad (5)$$

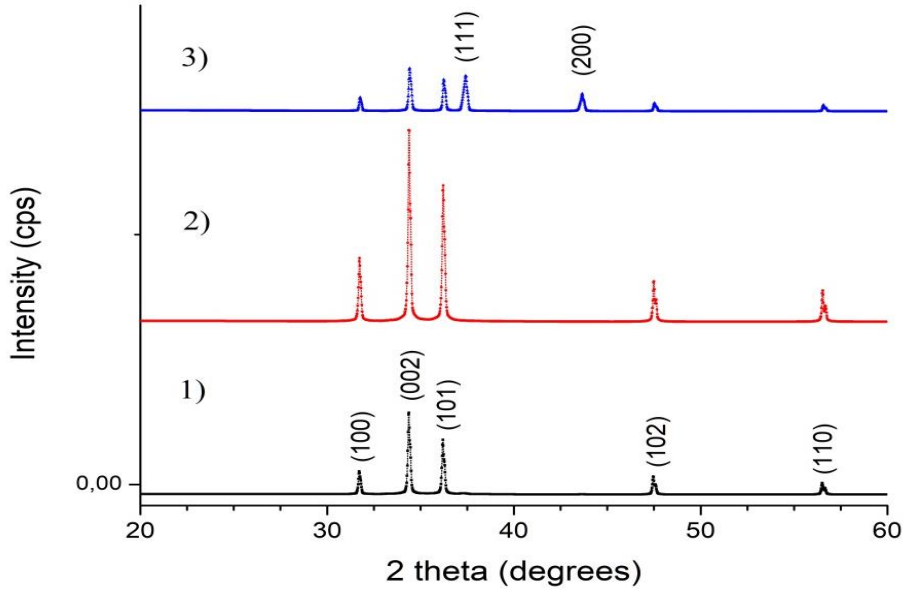
Ammo CH_3COO^- ning zaif gidrolizlanish xususiyati tufayli, $Zn_5(OH)_8(CH_3COO)_2$ kompleks birikmasining gidrolizlanish jarayoni suv qo‘shilgan holatlarda juda sekin rivojlanadi.



1- rasm. Kimyoviy cho'ktirish usulida suv/metanol nisbatining turli qiymatlarida kvarts shisha plastinkalar ustida sintez qilingan ZnO nanokristallarining SEM da olingan tasvirlari: (a, b- 1/6, (c, d - 1/3 va (e, f - 1/2).

Suv/metanol nisbatining ortishi sintez jarayonida hosil bo'lgan nanokristallarning shakli va o'lchamiga kuchli ta'sir ko'rsatadi (1- rasm). Umuman olganda, nanokristallar ma'lum morfologiya va muntazam kristal tuzilishga ega biroq, ideal kristal shakl kam uchraydi. Bunga sintez jarayonida vujudga keladigan turli fizik va kimyoviy jarayonlar sabab bo'lishi mumkin.

Kimyoviy cho'ktirish usulida kvarts shisha plastinkalar ustida sintez qilingan ZnO ning nanokristallarining Rentgen difraksion analiz spektrlari 2- rasmda keltirilgan. Spektrlardan ko'rinadiki, suv/metanol nisbati 1/6 va 1/3 qiymatlarida o'stirilgan namunalarning difraksiya maksimumlari standart karta (JCPDS 36-1451) dagi panjara doimiylari bilan to'la mos keladi [16] va spektrlarda boshqa maksimumlar kuzatilmadi (2- rasm).

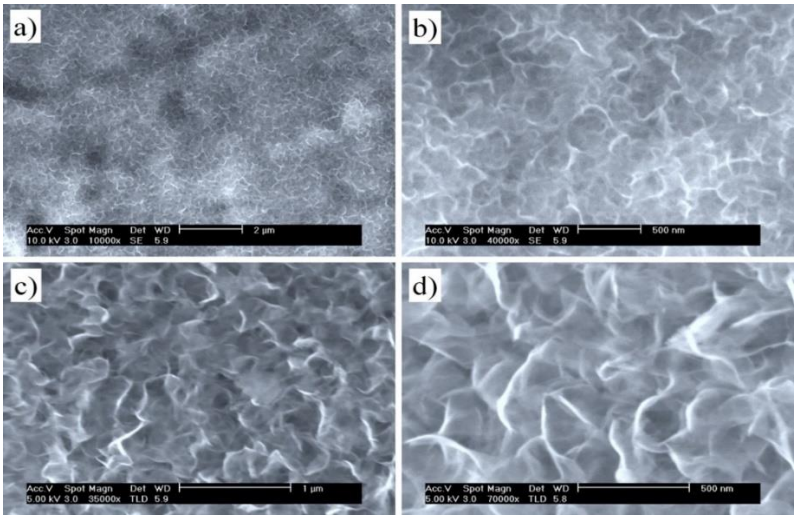


2- rasm. ZnO nanokristallarining Rentgen difraksion analiz spektrlari: 1) - 1/6, 2) - 1/3 va 3) - 1/2. Taqqoslash uchun spektrlar vertikal yo‘nalishda siljitilgan.

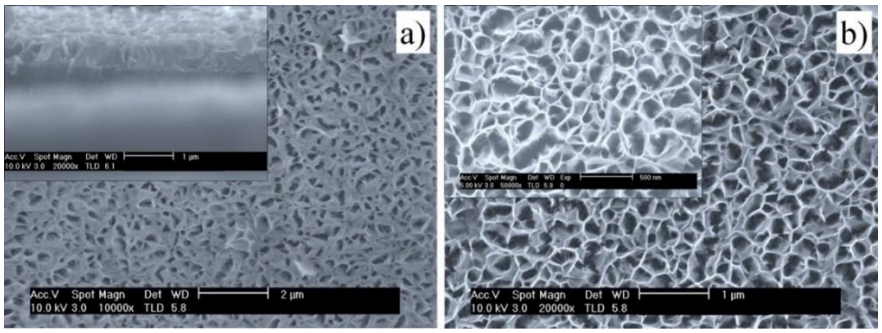
Suv/metanol nisbati 1/2 qiymatida o‘stirilgan namunaning difraksion analiz spektrida ZnO ning (111) va (200) kristallografik yo‘nalishi bilan bog‘liq difraksiya maksimumlari kuzatildi. Bu maksimumlar to‘liq shakllamagan katta o‘lchamdagi (~3 mkm) nanokristallar bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Barcha namunalarning SEM da olingan tasvirlari hamda Rentgen difraksion analiz spektrlari tahlili shuni ko‘rsatadiki, 1/3 nisbatda sintez qilingan namunaning kristallik sifati qolgan namunalarga nisbatan ancha yuqori.

Rux-atsetat-digidratni metanolda gidrolizlash orqali kimyoviy cho‘ktirish usulida sof borosilikat shisha plastinkalar sirtida 12 va 24 soat davomida o‘stirilgan ZnO nanostrukturalarining SEM da olingan tasvirlari 3- rasmda keltirilgan. Tasvirlardan ko‘rinadiki, 12 soat davomida o‘stirilgan namuna plyonka shaklida bo’lib, uning sirt topografiyasi tartibsiz yo‘nalishda shakllangan egri qirralardan iborat (3a, b- rasmlar). Sintez davomiyligi 24 soatni tashkil qilgan namunaning tasvirlarida esa bu tartibsiz yo‘nalishda shakllangan egri qirralar g‘ovak strukturalarni hosil qilishni boshlagani ko‘rinadi. G‘ovaklar devorini hosil qilgan pardalarning qalinligi esa 10- 20 nm atrofida (3c, d- rasmlar). Tasvirlardan ko‘rish mumkinki, sintez davomiyligi ortib borishi bilan ZnO ning yupqa plyonkasini hosil qiluvchi g‘ovak strukturalarning chuqurligi va devorining qalinligi ham ortib boradi. Borosilikat shisha tagliklarda g‘ovak strukturali ZnO ning yupqa plyonkasini olishda sintez davomiyligi 72 soatdan ortiq bo‘lishi talab qilinadi. Sintez davomiyligini oshirish ma’lum texnik qiyinchiliklarni vujudga keltiradi. Bularni inobatga olgan holda, sintez jarayonida metal atomlari kiritilgan yoki metallarning yupqa plyonkalari qoplangan borosilikat shisha plastinkalardan foydalaniladi [13, 17].

Kimyoviy cho’ktirish usulida alyuminiy plyonkasi qoplangan borosilikat shisha plastinkalar yuzasida 24 soat davomida o‘stirilgan ZnO yupqa plyonkasining SEM da olingan tasviri quyidagi 4a- rasmda keltirilgan. Tasvirlar ZnO plyonkasining sirt morfologiyasi turli o‘lchamdagi oraliqlar bilan hosil bo‘lgan g‘ovak ko‘rinishdagi teksturadan iborat ekanligini ko‘rsatadi. O‘stirilgan plyonkaning qalinligi 4a- (ichki rasm) rasmdan ko‘rinadiki, ~500 nm atrofida. Tadqiqotlar ko‘rsatdiki, g‘ovak strukturali ZnO plyonkalarining o‘sish tezligi sintezda foydalaniladigan tagliklarga bog‘liq.



2- rasm. Sof borosilikat shisha tagliklarda o‘stirilgan ZnO yupqa plyonkalarining SEM da olingan tasvirlari: a), b)- 12 soat o‘stirilgan, c) va d) 24 soat o‘stirilgan namunalar



3- rasm. Alyuminiy plyonkasi qoplangan borosilikat shisha plastinkalar yuzasida o‘stirilgan ZnO yupqa plyonkalarining SEM da olingan tasvirlari: a) yangi o‘stirilgan namuna (ichki rasmda yon tomondan ko‘rinishi keltirilgan), b) ochiq havoda 400°C haroratda 1 soat qizdirilgan namuna

Alyuminiy plyonkasi qoplanmagan tagliklarda o‘sish tezligi juda past va sof borosilikat shisha plastinkalarda qalinligi ~500 nm bo‘lgan plyonkalarni olish uchun sintez davomiyligi 72 soatdan ortiq bo‘lishi talab qilinadi. Chunki, alyuminiy plyonkasi ZnO plyonkalarining hosil bo‘lishida katalizator vazifasini o‘taydi. Shuni ta’kidlash kerakki, xuddi shunday morfologiyaga ega ZnO plyonkalarini sof borosilikat shisha hamda alyuminiy atomlari kiritilgan borosilikat shisha tagliklarda 72 soat davomida olingan [13, 17]. G‘ovak strukturali ZnO plyonkalari ochiq havoda 400°C haroratda 1 soat qizdirilgan keyin sirt morfologiyasi sezilarli o‘zgarishi aniqlandi (4b- rasm). Qizdirishdan keyin g‘ovak strukturalarni hosil qilgan pardalarning qalinligi kamayib, ularning qirralari o‘tkirlashgan va natijada g‘ovaklarning o‘lchamlari ortgan. Bularni inobatga olib, yuqori haroratlarda termik ishlov berish plyonkalarning g‘ovakligini va sirt maydonini oshiradi deb taxmin qilish mumkin. Ma’lumki, nanoo‘lchamli materiallar asosida ishlovchi qurilmalarda qo‘llaniladigan nanostrukturaviy materialning sirt maydoni qanchalik yuqori bo‘lsa qurilmaning foydali ish koeffitsienti ham shunchalik yuqori bo‘ladi. Bu jihatlarni e’tiborga olgan holda aytish mumkinki, g‘ovak strukturaga ega bo‘lgan ZnO ning yupqa plyonkalari zamonaviy texnologiyalar uchun istiqbolli material bo‘lib xizmat qiladi. Sintez qilingan ZnO nanostrukturalarining morfologik va kristallografik xossalarini va ularga ta’sir qiluvchi turli omillarni chuqur o‘rganish qo‘shimcha tadqiqotlarni olib borishni talab qiladi. Olinadigan yangi natijalar ZnO nanostrukturalarining zamonaviy texnologiyalarda qo‘llanilish istiqbollarini belgilashda muhim ahamiyat kasb etadi. Tadqiqotlarimizning keyingi bosqichlarida ZnO nanostrukturalarining morfologik, kristallografik va optik xossalarini va ularga ta’sir qiluvchi turli omillarni o‘rganish maqsad qilingan.

Xulosalar. Rux-atsetat-digidratni metanolda gidrolizlash orqali kimyoviy cho‘ktirish usulida ZnO nanostrukturalari sintez qilindi. Aniqlandiki, sintez jarayonida hosil bo’ladigan ZnO nanostrukturalarining morfologik va kristallografik xossalari tagliklarning turiga, eritma tarkibidagi suv/metanol nisbatiga va sintez davomiyligiga kuchli darajada bog’liq. Tagliklar sifatida kvarts shisha

plastinkalardan foydalanilganda tagliklar sirtida geksagonal kesik piramida shaklidagi ZnO nanokristallari hosil bo'ladi. Ularning o'lchamlari va kristallik sifati eritma tarkibidagi suv/metanol nisbatiga bog'liq bo'lib, bu nisbat ortib borishi bilan nanokristallarning o'lchamlari ham ortib boradi va 1/3 nisbatda mukammal kristal strukturaga ega nanokristallar shakllanadi. Ayni eritmada tagliklar sifatida sof borosilikat shisha tagliklardan foydalanilganda tagliklar sirtida tartibsiz yo'nalishda qirralarga ega bo'lgan ZnO ning yupqa plyonkalari hosil bo'ladi va bu qirralarning shakllanishi sintez davomiyligiga kuchli darajada bog'liq. Tadqiqotlar ko'rsatdiki, sintez jarayonida alyuminiy plyonkasi qoplangan borosilikat shisha plastinkalar tagliklar sifatida foydalanilganda 24 soat davomida tagliklar sirtida ZnO ning g'ovak strukturali yupqa plyonkasi hosil bo'ladi. Yuqori haroratda termik ishlov berilganda g'ovak strukturalar devorining qalinligi kamayib, ularning sirt maydoni ortadi. Sintez qilingan ZnO nanokristallari va g'ovak strukturali yupqa plyonkalari organik quyosh elementlari, fotokatalizatorlar, nanofiltrlar va gaz datchiklarida qo'llanilishi mumkin.

Adabiyotlar

1. Özgür Ü., Alivov Ya.I., Liu C., Teke A., Reshchikov M.A., Doğan S., Avrutin V., Cho S.-J., Morkoç H. A comprehensive review of ZnO materials and devices // J. Appl. Phys. 2005. Vol. 98. 041301.
2. Djurišić A.B., A.M.C. Ng, X.Y. Chen. ZnO nanostructures for optoelectronics: Material properties and device applications. Progress in Quantum Electronics 34, 191- 259 (2010).
3. Wang H., Ch. Xie, D. Zeng. Controlled growth of ZnO by adding H_2O. Journal of Crystal Growth 277, 372- 377 (2005).
4. Xu S., Wang, Z. L., "One-Dimensional ZnO Nanostructures: Solution Growth and Functional Properties" Nano Research 2011, 4, 1013-1098.
5. Boubenia S., Dahiya A.S., Poulin- Vittrant G., Morini F., Nadaud K. and Alquier D. A facile hydrothermal approach for the density tunable growth of ZnO nanowires and their electrical characterizations. Scientific Reports. 2017. Vol. 7, 15187.
6. Andres M. Verges A. Mifsud and C.J. Serna. "Formation of Rod- like Zinc Oxide Microcrystals in Homogeneous Solutions" J. Chem. Soc. Faraday Trans., 1990, 86 (6), 959-963.
7. Poul L., Ammar S., Jouini N., Fievet F., Villain F. Synthesis of Inorganic Compounds (Metal, Oxide and Hydroxide) in Polyol Medium: A Versatile Route Related to the Sol-Gel Process. Journal of Sol-Gel Science and Technology 26, 261–265, 2003.
8. Hosono E, Fujihara S, Kimura T, Imai H. Non-Basic Solution Routes to Prepare ZnO Nanoparticles. Journal of Sol-Gel Science and Technology. 2004; 29 (2): 71- 79.
9. Ellmer K., Klein A. Transparent Conductive Zinc Oxide: Basics and Application in Thin Film Solar Cells, in: R. Elmer, A. Klein, B. Rech. (Eds.), Springer, Berlin, Germany, 2008, p. 446.
10. Wang X., Summers C.J., Wang Z.L. Mesoporous Single-Crystal ZnO Nanowires Epitaxially Sheathed with Zn_2SiO_4 .Adv. Mater. 16 (2004) 1215.
11. Latroche M., Surblé S., Serre C., Mellot-Draznieks C., Llewellyn P.L., Lee J.H., Chang J. S., Jhung S.H., Férey G., Angew. Hydrogen storage in the giant-pore metal-organic frameworks MIL-100 and MIL-101. Chem. Int. Ed. 45 (2006) 8227.
12. Sun Y.F., Liu S.B., Meng F.L., Liu J.Y., Jin Z., Kong L.T., Liu J.H. Metal Oxide Nanostructures and Their Gas Sensing Properties: A Review. Sensors 12 (2012) 2610.
13. Hosono E., Fujihara S., Kimura T., Imai H. Growth of layered basic zinc acetate in methanolic solutions and its pyrolytic transformation into porous zinc oxide films. J. Colloid Interface Sci. 272 (2004) 391.
14. Yan Z.J., Zeng D.W., Xie C.S., Wang H.H., Song W.L. Nanostructured ZnO network films deposited on Al_2O_3 substrates by chemical bath deposition. Thin Solid Films 517 (2009) 1541–1545.
15. Dricil A., Djeteli G., Tchangbedji G., Derouiche H., Jondo K., Napo K., Berne`de J.C., Ouro-Djobo S., Gbagba M., Phys. Status Solidi A 201 (2004) 1528.
16. Edalati Kh., Shakiba A., Khakia J.V., Zebarjada S.M. Materials Research Bulletin 74 (2016) 374–379.
17. Hosono E., Fujihara S., Kimura T. Fabrication and electrical properties of micro/nanoporous ZnO : Al films. Mater. Chem. 14 (2004) 881.