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:546.62;544.653.23;544.478.12 DOI: https://doi.org/10.59251/2181-1296.2023.v5.141.1.2343

TARTIBLANGAN TITAN DIOKSID NANOTRUBKALARINING SHAKLLANISHI

[1]D.B.Boyqobilov, [1]Sh.H.Jumag‘ulov, [2]O.N.Ro‘zimuradov
[1]Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti
[2]Toshkent shahridagi Turin Politexnika universiteti
E-mail: dilshodkimyo1988@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu ishda elektrokimyoviy anodlash usulidan foydalangan holda, yuqori tartibli TiO_2 nanotrubkalarini (TNT) sintez usullari ishlab chiqildi. Anodlash jarayoni parametrlarini o‘zgartirish orqali kerakli diametrdagi, uzunlikdagi va qalinligidagi nanotrubkalar xosil bo‘lishi kuzatildi. TiO_2 nanotrubkalari sintez qilishda elektrolitlar konsentratsiyasi, pH, harorat, anodlanish kuchlanishi va vaqti, elektrodlar turi kabi omillarning TNT shakllanish mexanizmlariga ta’siri o‘rganildi.

Kalit so‘zlar: titan plastinkasi, elektrokimyoviy anodlash, elektrolit tarkibi va konsentratsiyasi.

Формирование упорядоченных нанотрубок диоксида титана

Аннотация. В данной работе разработаны методы синтеза высокоупорядоченных нанотрубок TiO_2 (ТНТ) методом электрохимического анодирования. Изменяя параметры процесса анодирования, было обнаружено получение нанотрубок желаемого диаметра, длины и толщины. Изучено влияние таких факторов, как концентрация электролита, pH, температура, напряжение и время анодирования, тип электродов, на механизмы образования тротила при синтезе нанотрубок TiO_2.

Ключевые слова: титановая пластина, электрохимическое анодирование, состав и концентрация электролита.

Formation of ordered titanium dioxide nanotubes

Abstract. In this work, methods for the synthesis of highly ordered TiO2 nanotubes (TNTs) using the electrochemical anodization method were developed. By changing the parameters of the anodizing process, it was observed that nanotubes of the desired diameter, length and thickness were produced. The effect of factors such as electrolyte concentration, pH, temperature, anodizing voltage and time, type of electrodes on the mechanisms of TNT formation during the synthesis of TiO_2 nanotubes was studied.

Keywords: titanium plate, electrochemical anodization, electrolyte composition and concentration.

TiO_2 nanotrubkalari (TNT) turli sohalarda keng qo‘llanilishi bilan e’tiborni tortmoqda. TiO_2 nanostrukturalarining afzalligi shundaki, u yuqori sirt maydoniga ega ekanligi va sintez sarf-xarajatlarining past qiymatga ega ekanligidadir.

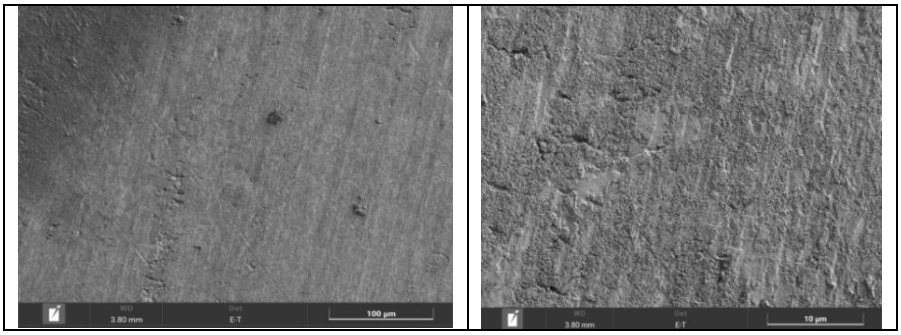
Anodli oksidlanish usuli orqali TiO_2 nanotrubkalarini sintez qilishning bir qancha usullari mavjud. Sintez qilingan TNT ning optik va elektron xususiyatlari ham o‘rganilgan. Bundan tashqari, anodli TNT plyonkalarining morfologiyasi va o‘lchamlariga ta’sir qiluvchi omillarni o‘rganish davom etmoqda. Bu esa anodli TiO_2 nanotrubkalarini ko‘plab jixoz va qurilmalarda ishlatish imkonini beradi.

Xozirgi kunda sintezlangan nanotrubkalarni bo‘yoqqa sezgir quyosh batareyalarida [1], ion batareyalarida [2] va boshqa sohalarda ishlatilishi mumkin [3]. Elektrokimyoviy anodlash yo‘li bilan olingan TiO_2 nanotribkalari elektrik va optik harakati uning morfologiyasiga, faza tarkibiga bog‘liqdir [4]. Shuningdek, folga qalinligi ham nanotrubka morfologiyasining muhim parametri hisoblanadi [5]. TiO_2 nanotrubkalarining shakllanishida titan (Ti) folga hajmi [4], H_2O va ftorid ionining konsentratsiyasi [6], elektrolitning pH qiymati [7], qo‘llaniladigan kuchlanish [8] va erituvchining tabiati, etilen glikol (EG) hamda elektrolit harorati, anodlash vaqti [9] va boshqa omillar muhim ahamiyat kasb etishi asosida nanotrubka morfologiyasi o‘rganilmoqda. TiO_2 ning ikkita asosiy kristalli polimorflari bo‘lgan anataza va rutil ko‘pincha anodlashning III bosqichida ya’ni folgani 450-500 ^{0}C gacha qizdirish jarayonida hosil bo‘lishi adabiyotlardan ma’lum [10].

Sintez qilingan nanotrubkalarning SEM tasvirlari Focused Ion Beam Scanning Electron Microscope (FIB-SEM) mikroskopida olindi. Anodlangan namunalar energiya dispersion rentgen spektroskopiya (EDS) tahlilidan o‘tkazildi.

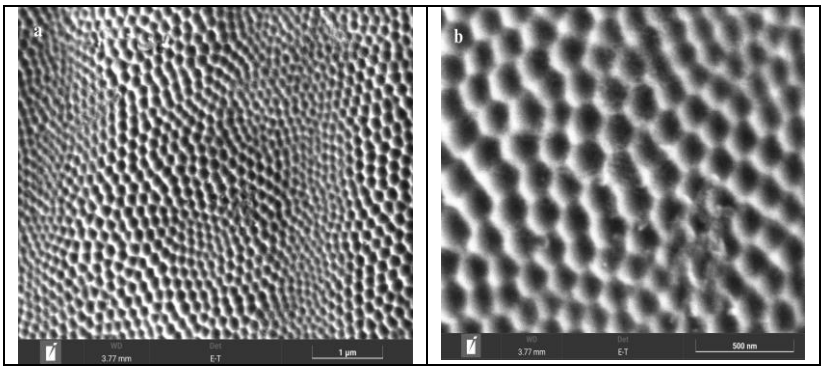
TiO_2 nanotrubkalarini sintez qilish. TiO_2 nanotrubkalari elektrokimyoviy anodlash usulida III bosqichda tayyorlandi. Dastlab tarkibi 0,64 % NH_4F, 2,56 % H_2O, 96,8 % etilen glikoldan tashkil topgan eritma tayyorlandi. Elektrokimyoviy anodlashning I bosqichida Ti folga 2.5 x 2.5 sm kattalikda kesib olindi va 15 daqiqa davomida aseton, distillangan suv va etanol bilan ultratovush yordamida tozalandi. Tozalangan titan folga distillangan suvda yaxshilab yuvildi hamda bir soat davomida ochiq havoda quritildi. So‘ngra anodlashning II bosqichida 50 V doimiy kuchlanish ostida 4 soat davomida doimiy tok manbayiga ulandi. Bunda qarshi elektrod sifatida platina elektrodidan foydalanildi. Elektrokimyoviy anodlash jarayonida mis taglik, teflon stakan hamda GOPHERT CPS-6011 uskunasidan foydalanildi. III bosqichda titan folga distillangan suvda yaxshilab yuvildi va 15 davomida yana aseton, deionizatsiyalangan suv va etanol bilan ultratovushdan o‘tkazildi hamda 450 ^{0}C da Nabertherm 30-3000^0 C qizidrish pechida 1 soat davomida qizdirildi. Qizdirish tezligi sekundiga 2^{0}C ni tashkil qildi.

Tahlil va natijalar. Elektrokimyoviy anodlashdan keyin folga yuzasi skanerlovchi elektron mikroskop (SEM) yordamida kuzatildi. Bunda (1-rasm) folga yuzasida turli kattalikdagi va shakldagi nuqtalar mavjud bo‘lgan ixcham plastinkani ko‘rish mumkin.



1-rasm. Ti folganing 100 va 10 µm kattalikdagi SEM **tasvirlari**

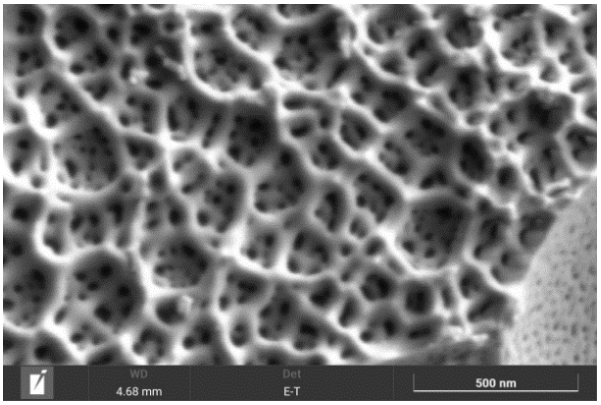
Shuningdek, 2-rasmda tarkibida 0,64 % NH_4F, 2,56 % H_2O va 96,8 % etilen glikolda anodlangan Ti folga sirt morfologiyasining SEM tasvirlari ko‘rsatilgan. Bunda olingan nanotrubkalar tartiblangan muntazam olti burchakli shaklga ega ekanligini ko‘rish mumkin.



2-rasm. 0,64 % NH_4F, 2,56 % H_2O va 96,8 % EG dan iborat elektrolit asosida olingan TiO_2 nanotrubkalarining SEM tasvirlari. Masshtab – a) 1µm, b) 500 nm

Olingan titan dioksid nanotrubkalari sintezi murakkab jarayon bo‘lib, unda bir qancha kimyoviy reaksiyalar borishi adabiyotlardan ma’lum [11-12]. Umumiy holda nanotrubkalar sintezini amalga oshirishda yuqorida sanab o‘tilgan omillar muhim rol o‘ynaydi [13-14]. Jumladan, anodlash harorati va anodlash uchun sarflanayotgan kuchlanish sintezlangan nanotrubkalar morfologiyasiga

jiddiy ta’sir qilishini o‘rganildi (3-rasm). Bunda harorat va kuchlanishning ortib borishi trubkalarning shaklining o‘zgarishiga olib kelishi mumkinligini ko‘rish mumkin.

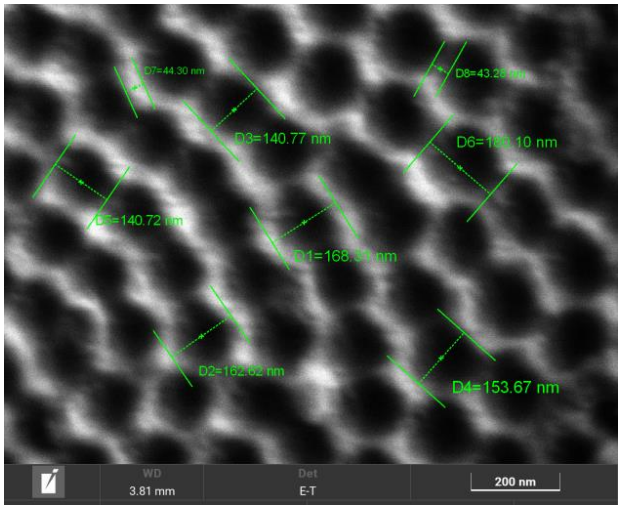


3-rasm. 60 V kuchlanish va 70 ^{0}S dan yuqori haroratda sintezlangan TiO_2 nanotrubkalarining SEM tasviri

Sintez natijalariga ko‘ra nanotrubkalar orasidagi masofa va nanotrubka devorlari qalinligini ham hisoblab chiqish mumkin. Bunda oksid qatlamning qalinligi anodlash kuchlanishiga parallel ravishda bog‘liq deb hisoblasak, unda bu bog‘liqlikni quyidagicha ifodalash mumkin bo‘ladi [15]:

$$d_b^t = d_{final}(1 - \exp(-\gamma U)) + d_0$$

Bu yerda d_0 - kuchlanish qo‘llanilmaganda oksid qatlamining qalinligi, d_{final} - maksimal qalinlik va U kuchlanish. Ushbu natijalar Su va boshqalarning ishlariga mos keladi va olingan qiymatlar o‘zaro mutanosiblikni ta’minlaydi (3-rasm).

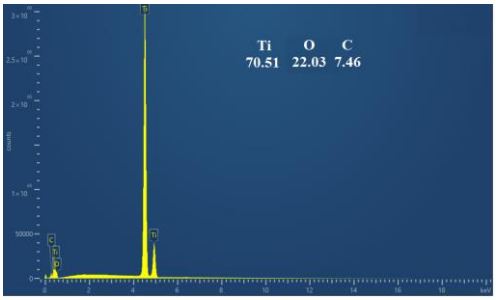


3-rasm. TiO_2 nanotrubkalarining SEM tahlil. Bunda nanotrubkalar orasidagi masofalar va trubka devor qalinliklari ko‘rsatilgan

Bunda sintezlangan nanotrubkalarning o‘rtacha diamerti 161.09 nm va devor qalinligining o‘rtacha qiymati 65.43 nm ni tashkil etdi.

TNT nanotrubkalari sintezida elektrolitlar tarkibining o‘zgarishi sintez qilingan NT tarkibining o‘zgarishiga olib kelishi mumkin. 4-rasmda tarkibida suv va EG dan iborat TNT tarkibining EDS spektri ko‘rsatilgan. Bunda nanotrubka tarkibidagi mavjud bo‘lgan barcha elementlarning foiz qiymatlari ko‘rsatilgan. Bundan ko‘rinib turibdiki, tarkibida suv va EG dan iborat eritmada (4-rasm) nanotrubkalarning oksid qatlami bo‘ylab titan va kisloroddan

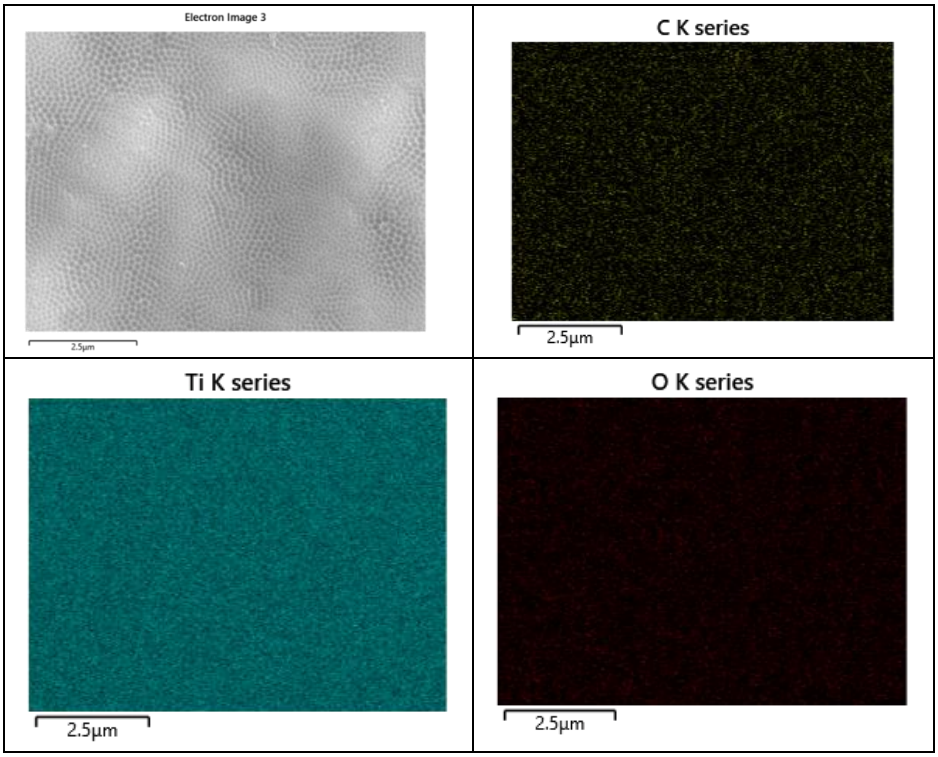
tashkil topgan izlar aniqlangan. Titan folga 450 ^{0}C da qizdirilganda elektrolit tarkibidagi mavjud bo‘lgan ftor yo‘qolib ketishi mumkinligini ko‘rish mumkin.



4-rasm. Suv, NH_4F va EGda sintezlangan TNT ning EDS spektri.

Ammo, yuqorida ta’kidlanganidek organik elektrolitlar ishlatilganda EGdagi uglerod izlari ham mavjudligi aniqlandi (4-rasm). EDS tahlillari davomida sun’iy uglerod (C) cho‘qqisiga ham mavjudligi aniqlangan [16]. Natijada, namunada uglerod bo‘lmasa ham, u muntazam ravishda o‘lchanadi. Shuning hisobiga urganilgan namunada C miqdorining standart qiymatga (1,72) nisbatan sezilarli yuqoriligini ko‘rish mumkin.

TNT tarkibida Ti, S, O va boshqa elementlarining mavjudligini EDS “*elemental mapping*” tahlili orqali ham isbotlash mumkin [17]. Bunda elektrolit tarkibida YeG va suv miqdorining mavjudligi yoki elektrolit tarkibining o‘zgarishi element tarkibining o‘zgarishiga olib keladi. Olingan natijalarning elementar tarkibi Hawraa ishlariga [14] o‘xshash ekanligini tasdiqlaydi (5-rasm).



5-rasm. EG + NH_4F + DI suvdan foydalangan holda sintezlangan TiO_2 nanotrubkalarining EDS “*elemental mapping*” tahlili

Xulosa va takliflar. Elektrokimyoviy anodlash usuli asosida titan dioksid nanotrubkalari sintez qilindi va morfologiyasi o‘rganildi. Olingan natijalarga asoslanib xulosa qilish mumkinki kuchlanish va haroratning ortib borishi nanotrubka ichida turli ion oqimlarining ishtiroki tufayli yangi g‘ovaklar hosil bo‘lish jarayoni sodir bo‘ladi. G‘ovaklar ichida yangi g‘ovaklarning shakllanishi kislorod pufakchalarining kengayishi F^- anionlariga o‘ziga xos “yo‘l” ochib beradi. Bu esa yangi

strukturalarning hosil bo‘lishiga olib keladi. Bu natijalar nanotrubkalarning taklif etilgan “kislorod pufakchasi”, “kislorod modeli” kabi shakllanish mexanizmlariga to‘la mos keladi. Shuningdek, elektrokimyoviy anodlashda elektrolit haroratini bir me’yorda ushlab turish juda muhimligini e’tiborga olish kerakligini takidlab o‘tishimiz lozim.

Adabiyotlar

1. Hou X., Aitola K., Lund P.D. TiO_2 nanotubes for dye sensitized solar cells—A review// Energy Science & engineering. – 2021. – T. 9. – №. 7. – P. 921-937.
2. Bella F., Muñoz A.B., Colò F., Meligrana G. Combined structural, chemometric, and yelectrochemical investigation of vertically aligned TiO_2 nanotubes for Na-ion batteries//ACS omega. – 2018. – T. 3. – №. 7. – P. 8440-8450.
3. Yao T., An X., Han H., Chen J.Q., Li C. Photoelectrocatalytic materials for solar water splitting//Advanced Yenergy Materials. – 2018. – T. 8. – №. 21. –P. 1800210.
4. Hou X., Li Z., Fan L., Yuan J., Lund P.D., Li Y. Yeffect of Ti foil size on the micro sizes of anodic TiO_2 nanotube array and photoelectrochemical water splitting performance//Chemical Yengineering Journal. – 2021. – T. 425. – P. 131415.
5. Hou X., Jiang S., Li Y. A two-anode reduction technique to monitor the defect and dope the surface of TiO_2 nanotube array as photo-anode for water splitting//Applied Catalysis B: Yenvironmental. – 2019. – T. 258. – P. 117949.
6. Albu S.P., Roy P., Virtanen S., Schmuki P. Self-organized TiO_2 nanotube arrays: critical yeffects on morphology and growth//Israel Journal of Chemistry. – 2010. – T. 50. – №. 4. – P. 453-467.
7. Roy P., Berger S., Schmuki P. TiO_2 nanotubes: synthesis and applications //Angewandte Chemie International Yedition. – 2011. – T. 50. – №. 13. – P. 2904-2939.
8. Kim C. S Kim, J Lee, J Kim, J Yoon. Capacitive and oxidant generating properties of black-colored TiO_2 nanotube array fabricated by yelectrochemical self-doping//ACS applied materials & interfaces. – 2015. – T. 7. – №. 14. – P. 7486-7491.
9. Hossen M.A., Leong K.H., Sim L.C., Yaacof N., Abd Aziz A., Lihua W. A Comprehensive Review on Advances in TiO_2 Nanotube (TNT)-Based Photocatalytic CO_2 Reduction to Value-Added Products//Yenergies. – 2022. – T. 15. – №. 22. – P. 8751.
10. Oi L.Ye., Choo M.Y., Lee H.V., Ong H.C., Abd Hamid S.B., Juan J.C. Recent advances of titanium dioxide (TiO_2) for green organic synthesis//Rsc Advances. – 2016. – T. 6. – №. 110. – P. 108741-108754.
11. Lu J., Wei G., Yu Y., Zhao X., Dai Y. Enhanced corrosion resistance of TA_2 titanium via anodic oxidation in mixed acid system//Int. J. Electrochem. Sci. – 2017. – T. 12. – P. 2763-2776.
12. David T.M., Dev P.R., Wilson P., Sagayaraj P., Mathews T. A critical review on the variations in anodization parameters toward microstructural formation of TiO_2 nanotubes //Electrochemical Science Advances. – 2022. – T. 2. – №. 4. – C. e202100083.
13. Qin S., Wu L., Zhang J., Han Y., Zheng H. A novel elaboration for various morphologies of three-layer TiO_2 nanotubes by oxygen bubble mould //Materials Research Bulletin. – 2018. – T. 106. – P. 220-227.
14. Hreo H.S., Holi A.M., Al-Zahrani A.A. Anodic Synthesis of Highly Ordered TiO_2 Nanotube Arrays: Role of Electrolyte Composition on the Structural, Morphological, Optical, and Photoelectrochemical Properties. 2017. – T. 16. – P. 2351-2369.
15. Su Z., Zhou W. Pore diameter control in anodic titanium and aluminium oxides//Journal of Materials Chemistry. – 2011. – T. 21. – №. 2. – P. 357-362.
16. Joseph S., Boby J.M., Nathan G.T. Investigation on the role of cost effective cathode materials for fabrication of efficient DSSCs with TiNT/TiO_2 nanocomposite photoanodes //Solar Energy Materials and Solar Cells. – 2017. – T. 165. – P. 72-81.
17. Ribeiro B., Offoiach R., Rossetti S., Salatin E., Lekka M., Fedrizzi L. On Growth and Morphology of TiO_2 Nanotubes on CP-Ti by Anodic Oxidation in Ethylene Glycol Electrolyte: Influence of Electrolyte Aging and Anodization Parameters//Materials. – 2022. – T. 15. – №. 9. – P. 3338.