



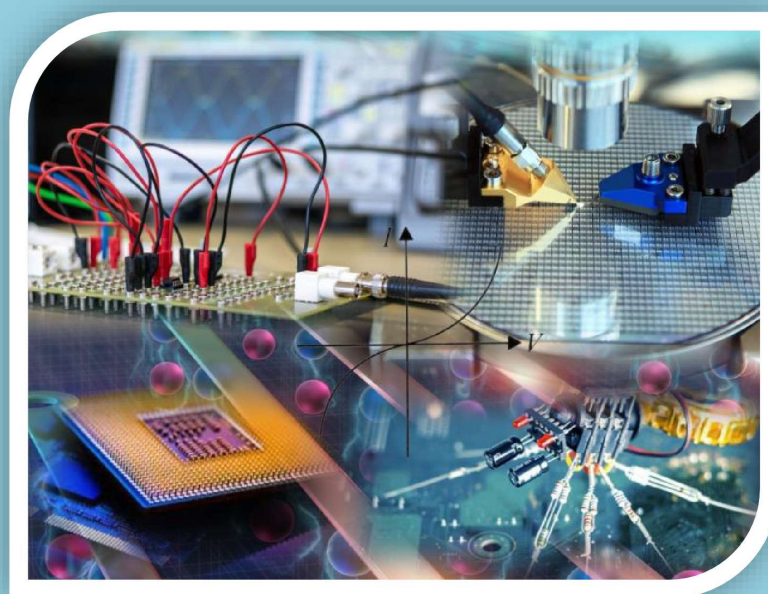
**ЎЗБЕКИСТОН RESPУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ТАЪЛИМ, ФАН ВА ИННОВАЦИЯЛАР ВАЗИРЛИГИ**

**МИРЗО УЛУҒБЕК НОМИДАГИ
ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ**

**ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ ХУЗУРИДАГИ
ЯРИМЎТКАЗГИЧЛАР ФИЗИКАСИ ВА
МИКРОЭЛЕКТРОНИКА ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ ИНСТИТУТИ**

**ЎЗБЕКИСТОН ФИЗИК-ТАЛАБАЛАРИ ВА
ЁШ ОЛИМЛАР АССОЦИАЦИЯСИ**

**ЁШ ОЛИМЛАР ВА ФИЗИК
ТАЛАБАЛАРНИНГ IV RESPУБЛИКА
ИЛМИЙ АНЖУМАНИ (ЁОФТРИА-IV)
МАТЕРИАЛЛАРИ**



Тошкент-2024



ЁШ ОЛИМЛАР ВА ФИЗИК ТАЛАБАЛАРНИНГ
IV РЕСПУБЛИКА ИЛМИЙ АНЖУМАНИ (ЁОФТРИА-IV)
Тошкент 2024 йил, 25 май



**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ТАЪЛИМ, ФАН ВА ИННОВАЦИЯЛАР
ВАЗИРЛИГИ**

**МИРЗО УЛУҒБЕК НОМИДАГИ
ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ**

**ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ЯРИМУЎТКАЗГИЧЛАР ФИЗИКАСИ ВА
МИКРОЭЛЕКТРОНИКА ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ ИНСТИТУТИ**

**ЎЗБЕКИСТОН ФИЗИК-ТАЛАБАЛАРИ ВА ЁШ ОЛИМЛАР
АССОЦИАЦИЯСИ**

**ЁШ ОЛИМЛАР ВА ФИЗИК ТАЛАБАЛАРНИНГ
IV РЕСПУБЛИКА ИЛМИЙ АНЖУМАНИ
(ЁОФТРИА-IV)**

МАТЕРИАЛЛАРИ

2024 йил, 25 май



Ш.Б. Утамурадова, Д.А. Рахманов, Ж.Х. Ёкубжонов. <i>Влияние атомов палладия на электрофизические свойства кремния n-Si</i>	54
М. Тагаев, А. Абдреймов. <i>Исследования температурного коэффициента напряжения пробоя кремниевых p-n-перехолов</i>	56
Ш.А. Махмудов, Ш. Махкамов, А.К. Рафиков, А.А. Сулаймонов. <i>Исследование электрических свойств кремния, легированного родием</i>	58
U.I. Erkaboev, N.A. Sayidov, S.I. G'ayratov, H.A. Asrorova. <i>Kvant o'Ichamli yarimo tkazgichli strukturalarda magnitog'arshilik ossilyatsiyalariga kuchli elektromagnit maydonning ta'siri</i>	59
У.Х. Холяров, Ш.Т. Хожиев, И.О. Косимов, Б.Э. Тураев. <i>Изменение электрофизических свойств оксида цинка ZnO, нанесенного на поверхность кремния методом магнетронного распыления</i>	62
F.R. Akhmedzhanov, I.Sh. Toshpulatov. <i>Phase velocities and deviation of displacement vector from the wave vector of acoustic waves in GaAs crystals</i>	64
С.М. Отажонов, Т. Ахмедов, К.А. Ботиров, М.М. Халилов. <i>Рентгеновская спектроскопия поликристаллических пленок рbтес нарушенной стехиометрии</i>	67
Х.М. Илиев, У.Х. Содиков, Э.Т. Абдувалиев, А.У. Хасанов. <i>Исследование свойств нанокластеров примесных атомов в кристаллической решетке кремния</i>	69
А.Й. Бобоев. <i>Механизмы формирования квантово-размерных нанобъектов в многокомпонентных структурах GaAs/Ge/ZnSe И GaAs/Si/ZnSe</i>	71
А.П. Ласковнев, А.Г. Анисович, М.И. Маркевич, А.Б. Камалов, Д.Ж. Асанов, Д.К. Даулетбаева. <i>Исследование метода импульсной лазерной абляции для формирования нанокластеров фосфида индия</i>	74
U.I. Erkaboev, R.G. Rakhimov. <i>Simulation of the temperature dependence of the oscillation of magnetosistivity in nanosized semiconductor structures under the exposure to external fields</i>	77
M.B. Rasulova. <i>n-ZnO-p-NiO Geterotuzilmalarining elektrik xossalari</i>	79
A. Abdikarimov, A.Yusupov, A. Atamuratov, A. Khasanov, D. Rajarov. <i>Simulation TA₂O₅ memristor behavior in comsol multiphysics</i>	81
M. Foziljonov, N. Raxmonkulova. <i>Vertikal maydon tranzistorining o'tish vax siga oksid qatlamidagi hajmiy lokal zaryadning ta'sirini modellashtirish.</i>	84
Г.Х. Мавлонов, С.Б. Исамов, Й.А. Абдуганиев, А.А. Сатторов, Б.У. Алиев. <i>Магнитные домены европия в кремнии</i>	87
M.Niyozaliev, I.Xo'janov, J.Razzakov, Sh. Mamatkulov. <i>Titan dioksidning (TiO₂) elektron strukturasini zichlik funktsionali nazariyasi orqali o'rganish</i>	90
Sh.M. O'rinbayev, G.E. Nurmetova, R.A. Farxodovich. <i>Kirishmali yarimo tkazgichlarda fermi sathini joylashishini phyton dasturiy ta'minotida modellashtirish</i>	92
B.I. Uktamaliyev, M.Z. Kufian, A.A. Abdukarimov, O.O. Mamatkarimov. <i>Li-ION Batareyalarida yarimo tkazgichlarni qo'llanishi</i>	94
М. Сотволдиева, З.М. Сохибова. <i>Кремний асосли термоэлектрик материаллар олиш истиқболлари</i>	97
U.I. Erkaboev, N.A. Sayidov, S.I. G'ayratov, H.A. Asrorova. <i>Kvant o'rali geterostrukturali yarimo tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanligi ossilyatsiyalarini kuchli elektromagnit maydon va haroratga bog'liqligini modellashtirish</i>	99
З.А. Турсунметова, Ж.Б. Хужаниёзов. <i>Влияние ионной имплантации на характеристики p-i-n – структур</i>	102

KIRISHMALI YARIMOЎTKAZGICHLARDA FERMI SATHINI
JOYLASHISHINI PHYTON DASTURIY TA'MINOTIDA MODELASHTIRISH

Sh.M. O'rinbayev¹, G.E. Nurmetova², R.A. Farxodovich³,

*Toshkent Irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti
milliy tadqiqot universiteti*

Toshkent tibbiyot akademiyasi

Shayxontohur tumani kasb-hunar maktabi

sharofiddinurinbaev@gmail.com

XXI asr axborot texnologiyalari asri. Butun dunyo bo'yicha qilinayotgan kashfiyotlar, olimlarning izlanishlari, fan-texnika yangiliklari fikrimizning yaqqol misolidir. Masalan, atom energetikasi, zamonaviy kompyuter texnologiyalarining xilma-xilligi, internet texnologiyalari va undan tashqari raqamli televideniyaning rivoji – bularning barchasi asrimizning katta yutuqlaridandir. Bu borada muhtaram prezidentimiz Shavkat Mirziyoyev quyidagicha ta'kidlaganlar: “BMT ning Yoshlar strategiyasida ta'kidlanganidek, “Yoshlar timsolida eng qimmatli va o'ta muhim resurslar mujassam bo'lib, unga har qancha investitsiya kiritisa arziydi, chunki bu sarmoyalar bir necha barobar ziyod bo'lib qaytadi”. Men ushbu muhim fikrga to'liq qo'shilaman. Biz yoshlarimizda umrimizning ma'no-mazmuni, hayotimizning asosiy mevasi va samarasini ko'ramiz. Yangi O'zbekistonni azm-u shijoatli yoshlarimiz bilan birga bunyod etamiz!”

Ushbu tezisdagi kirishmali yarimo'tkazgichlarda Fermi sathini joylashishini Phyton dasturlash tilida modellashtirish keltirib o'tilgan va bu orqali umumta'lim maktablari, akademik litsey hamda Oliy o'quv yurtlaridagi o'qitish effektivligini oshirishga, fizika va yarimo'tkazgichlar fizikasi darslarida Python dasturini kengroq qo'llashga xizmat qiladi.

Past temperaturalarda kristall panjaraning issiqlikdan tebanishining o'rtacha energiyasi E_g ta'qiqlangan soha kengligidan juda sezilarli kichikdir, natijada bu tebranishlar valent elektronlarini qo'zg'ata olmaydi va o'tkazuvchanlik sohasiga uzata olmaydi. Energiyasi $E_d \sim 0,01$ eV bo'lgan donor sathlaridan elektronlarni o'tkazuvchanlik sohasiga uzatish uchun zarur bo'lgan temperatura deyarli bir necha Kelvindan boshlanadi. Bu past temperaturalar sohasida erkin tok tashuvchilar konsentratsiyasi Fermi sathi bilan o'tkazuvchanlik sohasi tubigacha bo'lgan masofa bilan aniqlanadi - masofa qancha kichik bo'lsa, shuncha tok tashuvchilar konsentratsiyasi katta bo'ladi. Berilgan aniq temperaturada elektronlar va kovaklar konsentratsiyalarining ko'paytmasi o'zgarmas kattalik hisoblanadi.

$$np = 4 \left(\frac{2\pi kT}{h^2} \right)^3 (m_n m_p)^{3/2} \exp\left(-\frac{E_g}{kT}\right).$$

n- tipli yarim o'tkazgich uchun Fermi sathi:

$$F = -\frac{E_d}{2} + \frac{kT}{2} \ln\left(\frac{N_d h^3}{2(2\pi m_n kT)^{3/2}}\right),$$

p- tipli yarim o'tkazgich uchun Fermi sathi:

$$F = -\frac{E_a}{2} + \frac{kT}{2} \ln\left(\frac{N_a h^3}{2(2\pi m_p kT)^{3/2}}\right).$$

Bu yerda N_d va N_a - donor va akseptor kirishma atomlari konsentratsiyalari. E_d va E_a - donor va akseptor sathlari energiyalari.

Yarimo‘tkazgichlarda elektronlar statistikasiga doir masalalarning yechilishi:

Masalaning berilishi. p-turdagi kremniy materialida kovaklar konsentratsiyasi $p=5 \cdot 10^{16} \text{ sm}^{-3}$ bo‘lganda Fermi sathi qanday holatda bo‘lishini aniqlang ($T=300\text{K}$).

Masalaning yechilishi: Kirishmali yarimo‘tkazgichlarda Fermi sathi quyidagi ifoda orqali topiladi:

$$F_p = kT \ln \frac{N_v}{p}$$

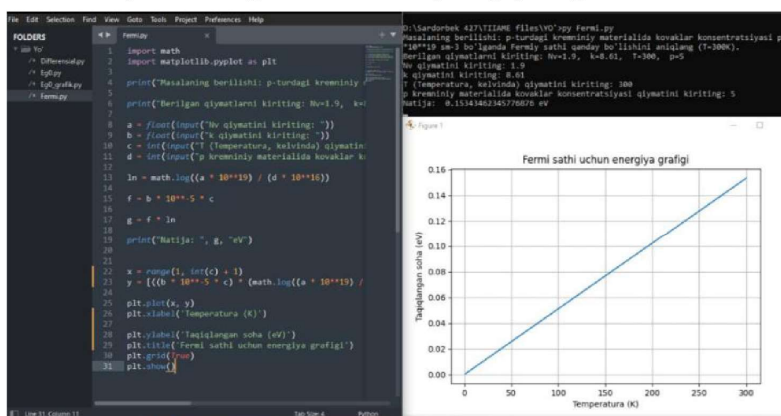
Bu yerda $N_v=1,9 \cdot 10^{16} \text{ sm}^{-3}$, $k=8,61 \cdot 10^{-5} \text{ eV/K}$.

$$F_p = 8,61 \cdot 10^{-5} \cdot 300 \cdot \ln \frac{1,9 \cdot 10^{16}}{5 \cdot 10^{16}} = 0,0258 \cdot \ln 3800 = 0,15 \text{ eV}.$$

Demak R-turli kremniy materialida kovaklar konsentratsiyasi $r=5 \cdot 10^{16} \text{ sm}^{-3}$ bo‘lganda Fermi sathi $T=300 \text{ K}$ da $F_p = 0,15 \text{ eV}$ valent sohadan yuqorida joylashgan bo‘lar ekan.

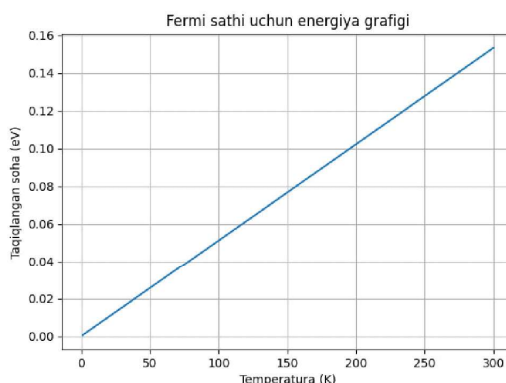
Endi bu masalani phyton dasturiy ta‘minotida ishlanishini ko‘rib chiqamiz.

Dastlab www.phyton.org saytidan phyton dasturini va bu dasturda ishlash uchun kerakli barcha kutubxonalarni yuklab olganimizdan keyin quyidagi tartibda kodlarni kiritamiz.



1-rasm. Phytonda masalani ishlash uchun kodlarni kiritish usullari.

Ushbu rasmning o‘ng tomonida “natija” degan qismida yuqoridagi usul bilan chiqqan javobga mos kelishini ko‘rishimiz mumkin va kerak bo‘lsa aniq yechimni keltirgan. Yana shuni aytishimiz kerakki bu masalada grafik yasashimiz uchun temperaturaga bir necha qiymat berib, bu oraliqda mavjud nuqtalarni belgilashimiz va grafikni yasashimiz talab etiladi. Phyton dasturida esa bu sihni bajarishimiz uchun faqat kiritilgan kodlar kifoya qiladi. Quyida grafikni ko‘rishingiz mumkin.



2-rasm. Temperaturaning ta‘qiqlangan sohaga bog‘liqlik grafigi.

Grafikdan xulosa qiladigan bo'lsak, temperatura ortishi bilan ta'qiqlangan energiya ham ortar ekan.

Ko'rib turganingizdek, bunaqa usul pythonni yangi o'rganayotganlar uchun qiyin bo'lishi mumkin. Biroq, bu dastur bizni ham vaqtdan unumli foydalanishimizga aniq natija olib xulosa chiqarishimizga yordam beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Sh.M. Mirziyoyev ning 2020-yil 6-oktabrdagi PQ-4851-sonli "Axborot texnologiyalari sohasida ta'lim tizimini yanada takomillashtirish, ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirish va ularni IT-industriya bilan integratsiya qilish choratadbirlari to'g'risida"gi qarori.
2. M.K. Voxodirxonov, N.F. Zikrillayev, X.M. Iliyev "Yarimo'tkazgichlar fizikasi" darslik Toshkent-2016, 62-69 betlar.
3. K.A. Tursunmetov, U.Q.Valiyev, H.Yu. Mavlyanov, I.X. Xamidjonov "Yarimo'tkazgichlar fizikasidan masalalar va savollar to'plami" o'quv qo'llanma Toshkent "Universitet" 2012, 9-15 betlar
4. M.A. Bobojonova, H.Sh. Rustamov "Python dasturlash tilida masalalar va uning yechimlari" o'quv qo'llanma, 3-6 betlar.
5. С. Зайнобиддинов, Х. Акрамов. "Яримутказгичлар параметрларини аниқлаш усуллари" Тошкент "Ўзбекистон" 2001 115-120 betlar.

LI-ION BATAREYALARIDA YARIMO'TKAZGICHLARNI QO'LLANISHI

B.I.Uktamaliyev¹, M.Z.Kufian², A.A .Abdukarimov¹, O.O.Mamatkarimov¹

¹Namangan muhandislik-texnologiya instituti, ²Malayziya, Malaya universiteti
uktamaliyevb@mail.ru

Li-ion batareyasini hozigi kunda sanoat jabhalarini har sohasida uchratishimiz mumkin. Batareyaga bo'lgan talab tez sur'atlar bilan o'sib bormoqda. Ushbu muammoni hal qilish uchun juda ko'p turli xil tadqiqotlar bugun olib borilmoqda. Li-ion batareyali kelajak avlod uchun kremniy eng istiqbolli anod materiallaridan biri hisoblanadi. Chunki kremniy juda ko'p afzalliklarga ega: Birinchidan, u eng yuqori nazariy quvvatga ega (4200 mA / g) amaldagi grafit anodidan 10 baravar yuqoridir. Ikkinchidan, u nisbatan past anod kuchlanishi (Li/Li+ ga nisbatan 0,4V dan past). Uchinchidan, u yerdagi uchinchi ko'p element hamda ekologik toza manba[1].

Ammo, afsuski, kremniyning katta kamchiliklari bor, bu zaryadlash/zaryadsizlash jarayonida keskin hajm o'zgarishiga olib keladi. Bundan tashqari, kremniy yarim o'tkazgich o'z-o'zidan past elektr o'tkazuvchanligiga ega. Bundan tashqari, elektrod yuzasida zarrachalarning sinishi, zarrachalarning maydalanishi, oqim kollektoridan elektron kontaktning yo'qolishi va doimiy qattiq moddalar kabi jiddiy istalmagan hodisalar yuzaga keladi. Elektrolit-interfaza (SEI) qatlamining shakllanishi. Ushbu muammolar tufayli kremniy anod past sikl ishlashini ko'rsatadi.

Ushbu muammolarni hal qilish uchun tejamkor kremniy manbalaridan nano o'lchamdagi kremniy sintezi, g'ovakli kremniy sintezi, ichi bo'sh kremniy dizayni va kremniy/uglerod kompozitsiyasi kabi bir qancha strategiyalar ishlab chiqilgan.



1-rasm. Kremniyli anodning nuqsonlari

Kremniy Li-ion batareyasi (LIB) tizimi uchun eng jozibali anod materiallaridan biridir, chunki u yuqori nazariy quvvatga ega ($4200 \text{ mA} / \text{g}$), bu an'anaviy grafit anodidan 10 baravar yuqori (372 mAh/g). Biroq, kremniy anod zaryadlash va zaryadsizlash jarayonida katta hajmdagi o'zgarishlar va past elektr o'tkazuvchanligidan aziyat chekadi. Shunday qilib, amaliy LIBlarda foydalanish qiyin.

Ushbu muammoni hal qilish uchun silikon nanotube, kremniy plyonkasi va nano-kremniy kabi tuzilish yo'li bilan turli tadqiqotlar o'tkazildi. Nano-kremniy bo'lsa, qiziqki, 150 nm o'lchamdagi kremniy ostida zarralar sirt sinishi va pulverizatsiyani ko'rsatmaydi. Bundan tashqari, nano-kremniy kremniy yadrosiga chuqur litiyalanish imkonini beradi, bu mikro-kremniyda mumkin emas. Nano-kremniy juda ko'p afzalliklarga ega bo'lsa ham, nano-kremniy juda qimmat sintez narxi va nano-kremniyning katta sirt maydoni kabi ba'zi muammolarga duch keldi.

Bu erda biz sanoat shlaklaridan qulay usulda yuqori sifatli nano-kremniy ajratib oldik. Nano-kremniyning kengaytiriladigan sintezi uchun metallotermik kamaytirish usulidan foydalandik. Va keyin, biz aralashmalarni olib tashlash uchun oddiy kislota bilan ishlov berish jarayonidan foydalandik. Nihoyat, biz yuqori sifatli nano kremniyni chiqarib oldik. Ushbu nano-kremniy Si anodidagi tsikl ish faoliyatini samarali ravishda yaxshilaydi.

Polimer elektrolitlar tarkibiga yarimo'tkazgichli hususiyatiga ega bo'lgan moddalarni qo'shilishi batareyalarning ish rejimini temperatura ortishi bilan ham stabil bo'lishini taminlaydi. Titan ikki oksidi (TiO_2) ko'plab keng qo'llaniladigan yarimo'tkazgich materialidir. Zaryadlashda yaxshi ishlashga ega bo'lgan elektrolit materialini ishlab chiqish LIBlarning ish faoliyatini yaxshilash uchun juda muhimdir, tadqiqotchilar TiO_2 ni elektrolit materiali sifatida ko'plab ilmiy izlanishlar olib borishgan. Uning afzalligi arzonligi, kichik hajmdagi o'zgarishi, atrof-muhitga zararsizligi, yuqori qaytariladigan o'ziga xos quvvati va kimyoviy barqarorligidadir. Bundan tashqari, TiO_2 nisbatan yuqori ish kuchlanishiga ega, shuning uchun batareya zaryadlash va zaryadsizlanish jarayonida anod yuzasida qattiq elektrolitlar interfazasi shakllanishiga samarali ta'sir qiladi va shu bilan batareyaning xavfsizlik ko'rsatkichlarini yaxshilaydi. Sakkiz xil turdagi TiO_2 kristallari mavjud bo'lib, ulardan ba'zilar rutil va anataza kabi LIB tadqiqotlari uchun keng qo'llaniladi. Batareya elementlaridagi enerdetik diagrammasini ko'rib chiqamiz.

Tashqi zanjirdagi kuchlanish katod (μ_k) va anod (μ_a) o'rtasidagi elektrokimyoviy potentsialning farqi bilan aniqlanadi. Anod qaytaruluvchi, katod oksidlovchi, E_g elektrolitning eng past bo'sh bo'lmagan molekulyar orbital hamda eng yuqori ishg'ol qilingan molekulyar orbital farqiga teng bo'lgan elektrolit taqiq zonadir. Ikki elektrod elektrokimyoviy potentsiallari μ_k, μ_a va