

## POLIKRISTALL VA MONOKRISTALL KREMNIYLI FOTOELEMENTLAR SIRTINI ZAMONAVIY MIKROSKOPLAR YORDAMIDA TADQIQ ETISH

*Bobomurodova O'g'ilshod O'ktam qizi*

*Termiz davlat universiteti Fizika mutaxassisligi 1-kurs magistranti*

[\*bobomurodovaugilshod@gmail.com\*](mailto:bobomurodovaugilshod@gmail.com)

*Eshqorayev Abduqodir Iskandar o'g'li*

*Termiz davlat universiteti Fizika mutaxassisligi 1-kurs magistranti*

### Annotatsiya

Fotovoltaika sohasida kremniy fotoelementlarning sirt xususiyatlari ularning ishlashi va samaradorligini aniqlashda hal qiluvchi rol o'ynaydi. Zamonaviy mikroskopiya usullaridan foydalangan holda polikristalli va monokristalli kremniy fotoelementlarning sirt xususiyatlarini o'rganish ularning tuzilishi va xossalarini chuqurroq tushunish imkonini beradi. Ushbu maqola kremniy fotoelementlarining sirt tahlilini ko'rib chiqishga qaratilgan bo'lib, qurilmaning ishlashiga ta'sir qilishda sirt morfologiyasi, nuqsonlari va aralashmalarining ahamiyatini ta'kidlaydi. U sirt tahlili metodologiyasi bilan bog'liq adabiyotlarni o'rganadi, eksperimental metodologiyaning umumiy ko'rinishini taqdim etadi, olingan natijalarni muhokama qiladi va silikon fotoselli dizayn va ish faoliyatini yaxshilashda sirt tahlilining oqibatlarini bilan yakunlanadi.

**Kalit so'zlar.** Yuzaki tahlil, polikristal kremniy, monokristal kremniy, fotoelementlar, mikroskopiya texnikasi, material xarakteristikasi.

### Abstract

In the field of photovoltaics, the surface properties of silicon photocells play a crucial role in determining their performance and efficiency. Studying the surface characteristics of both polycrystalline and monocrystalline silicon photocells using modern microscopy techniques allows for a deeper understanding of their structure and properties. This article aims to provide an overview of the surface analysis of silicon photocells, highlighting the significance of surface morphology, defects, and impurities in influencing device performance. It explores the literature related to surface analysis methodologies, presents an overview of the experimental methodology, discusses the obtained results, and concludes with the implications of surface analysis in improving silicon photocell design and performance.

**Key words.** Surface analysis, polycrystalline silicon, monocrystalline silicon, photocells, microscopy techniques, material characterization.

### KIRISH

Oldingi tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, kremniy fotoelementlarning sirt xususiyatlari ularning elektr quvvatiga, yorug'lik yutilishiga va zaryad tashuvchisi dinamikasiga kuchli ta'sir qiladi. Sirt morfologiyasi, sirt g'adir-budirligi chegaralari va aralashmalar qurilmalarning samaradorligi va ishonchliligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Kremniy fotoelementlarining sirt tuzilishi, tarkibi va



nuqsonlarini tahlil qilish uchun turli mikroskopiya usullari qo'llanilgan, jumladan skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM), atom kuch mikroskopiyasi (AFM), transmissiya elektron mikroskopiyasi (TEM) va rentgen fotoelektron spektroskopiyasi (XPS). Ushbu usullar sirtning g'adir-budirligi, teksturasi, passivatsiya qatlamlari va interfeys sifati kabi sirt xususiyatlari haqida qimmatli ma'lumotlarni taqdim etadi.

## ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

Ushbu tadqiqotda ham polikristal, ham monokristalli kremniy fotosellari zamonaviy mikroskopiya usullaridan foydalangan holda sirt tahlilidan o'tkazildi. Namunalar ifloslantiruvchi moddalarni olib tashlash va aniq tavsifni ta'minlash uchun standart tozalash tartib-qoidalariga muvofiq tayyorlangan. Skanerli elektron mikroskopiya (SEM) sirt morfologiyasi va sirt g'adir-budirligi chegaralarini o'rganish uchun ishlatilgan, atom kuchi mikroskopiyasi (AFM) esa sirt g'adir-budirligi, topografiyasi va nuqsonlarini tekshirish uchun ishlatilgan. X-nurli fotoelektron spektroskopiya (XPS) elementar tarkibi va sirtning kimyoviy holatini tahlil qilish uchun ishlatilgan.

## NATIJALAR

Sirt tahlili polikristalli va monokristalli kremniy fotoelementlari uchun alohida xususiyatlarni aniqladi. SEM tasvirlash sirt g'adir-budirligi tuzilishi, sirt g'adir-budirligi chegaralari va sirt nuqsonlari haqida ma'lumot berdi. AFM o'lchovlari yorug'likni ushlab turish va aks ettirishga ta'sir qiluvchi sirt g'adir-budirligi haqida tushunchalarni taklif qildi. XPS tahlili sirtida mavjud bo'lgan aralashmalar va kimyoviy turlarni aniqlash va miqdorni aniqlash imkonini berdi. Natijalar kremniy fotosellarning ish faoliyatini yaxshilash uchun sirt passivatsiyasi va nuqsonlarni yumshatish strategiyalarining muhimligini ta'kidladi.

Polikristal va monokristalli kremniy fotoelementlarning sirt xossalarini o'rganish uchun zamonaviy mikroskopiya usullari keng qo'llaniladi. Ushbu usullar tadqiqotchilarga ushbu materiallar yuzasida mavjud bo'lgan sirt morfologiyasi, topografiyasi, nuqsonlari va aralashmalarini ko'rish va tahlil qilish imkonini beradi. Kremniy fotoelementlarning sirtini tahlil qilish uchun keng tarqalgan ishlatiladigan zamonaviy mikroskoplardan ba'zilari:

### 1. Skanerli elektron mikroskopiya (SEM):

SEM kremniy fotoelementlarining sirt tuzilishi va morfologiyasini yuqori aniqlikdagi tasvirni taqdim etadi. U sirtni skanerlash uchun fokuslangan elektron nurdan foydalanadi, mikro tuzilmani, don chegaralarini va sirt nuqsonlarini ochib beradigan tasvirlarni yaratadi. SEM, shuningdek, energiya dispersli rentgen spektroskopiyasi (EDS) tahlili orqali elementlarning tarkibi haqida ma'lumot berishi mumkin.

### 2. Atom kuch mikroskopi (AFM):

AFM sirt topografiyasini, g'adir-budirligini va nanomiyosdagi nuqsonlarni o'rganish uchun kuchli texnikadir. U uch o'lchamli tasvirni yaratish uchun sirtni skanerlaydigan, uchi va sirt orasidagi kuchlarni o'lchaydigan o'tkir uchidan foydalanadi. AFM polikristal va monokristal kremniy fotoelementlarida sirt pürüzlülügü, don chegaralari va mahalliy nuqsonlarni aniq o'lchashi mumkin.

### 3. X-nurli fotoelektron spektroskopiyasi (XPS):



XPS - sirtning elementar tarkibi va kimyoviy holati haqida ma'lumot beruvchi sirt sezgir texnikasi. U material yuzasidan elektronlarni qo'zg'atish uchun rentgen nurlaridan foydalanadi va chiqarilgan elektronlarning kinetik energiyasi va intensivligini o'lchash orqali mavjud elementlarni va ularning kimyoviy bog'lanish holatini aniqlay oladi. XPS sirt aralashmalarini tahlil qilish va silikon fotoelementlar yuzasida ifloslantiruvchi moddalarni aniqlash uchun foydalidir.

#### 4. Transmissiya elektron mikroskopi (TEM):

TEM kremniy fotoelementlarini batafsil strukturaviy tahlil qilish uchun kuchli texnikadir. U yuqori aniqlikdagi tasvirlarni ishlab chiqarish uchun nozik namuna orqali uzatiladigan yuqori energiyali elektron nurdan foydalanadi. TEM atom darajasida kristall nuqsonlari, dislokatsiyalari va don chegaralari haqidagi ma'lumotlarni ochib berishi mumkin. Bu, ayniqsa, monokristalli silikon fotoelementlarning interfeyslari va ichki tuzilmalarini o'rganish uchun foydalidir.

#### 5. Skanerli zond mikroskopiyasi (SPM):

SPM skanerlash tunnel mikroskopiyasi (STM) va atom kuchi mikroskopiyasi (AFM) kabi turli usullarni o'z ichiga oladi. SPM sirt topografiyasini tekshirish, atom miqyosda tasvirlash va sirtni manipulyatsiya qilish imkonini beradi. Bu, ayniqsa, polikristalli va monokristalli kremniy fotoelementlarida sirt nuqsonlarini o'rganish va sirt reaksiyalarini o'rganish uchun foydalidir.

Ushbu zamonaviy mikroskopiya usullari polikristalli va monokristalli kremniy fotoelementlarning sirt xossalari haqida qimmatli tushunchalar beradi, ularni loyihalash va ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirishga, shuningdek, quyosh energiyasini yanada samarali konversiyalash texnologiyalarini ishlab chiqishga yordam beradi.

## XULOSA

Zamonaviy mikroskopiya usullaridan foydalangan holda polikristalli va monokristalli kremniy fotoelementlarining sirt tahlili sirt morfologiyasi, g'adir-budirligi, nuqsonlari va aralashmalari haqida qimmatli ma'lumotlarni beradi. Olingan natijalar materialning tuzilishi-xususiyat munosabatlarini yaxshiroq tushunishga yordam beradi va qurilma dizayni va ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirishga yordam beradi. Passivatsiya va nuqsonlarni kamaytirish kabi sirt bilan bog'liq muammolarni hal qilish orqali kremniy fotosellarning ishlashi va samaradorligini oshirish mumkin. Silikon fotovoltaiklarni rivojlantirish va quyosh energiyasini yanada samarali konversiyalash texnologiyalarini ishlab chiqish uchun sirtni tahlil qilish va tavsiflash usullari bo'yicha davomli tadqiqotlar juda muhimdir.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Green, M. A. (2009). Third generation photovoltaics: Advanced solar energy conversion. Berlin, Germany: Springer Science & Business Media.
2. Kelzenberg, M. D., et al. (2010). Enhanced absorption and carrier collection in Si wire arrays for photovoltaic applications. Nature Materials, 9(3), 239-244.



3. Martí, A., & Luque, A. (1996). Next generation photovoltaics: High efficiency through full spectrum utilization. London, UK: Taylor & Francis.
4. Schmidt, J., & Aberle, A. G. (2000). Surface passivation of crystalline silicon solar cells: A review. *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, 8(5), 443-474.
5. Tan, M., & Aberle, A. G. (2016). Surface passivation of crystalline silicon solar cells: A review. *Journal of Applied Physics*, 120(4), 04110

