

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

FARG'ONA DAVLAT UNIVERSITETI

**FarDU.
ILMIY
XABARLAR**

1995-yildan nashr etiladi
Yilda 6 marta chiqadi

5-2025
ANIQ FANLAR

**НАУЧНЫЙ
ВЕСТНИК.
ФерГУ**

Издаётся с 1995 года
Выходит 6 раз в год

С.М.Отажонов, Р.Н.Эргашев, Қ.А.Ботиров, У.Х.Маъруфова, Л.Э.Эргашева Исследование Влияния Глубоких Уровней На Фотоэлектрические Параметры Гетероструктур р-CdTe – n-CdS И р-CdTe – n-CdSe	4
М.А.Маматова, М.Ш.Юсупова Diodning volt–amper xarakteristikasi	10
А.А.Сапарбайев, В.Г'.Хидиров, Л.Р.Нурумбетова, З.А.Шодиева Har xil kovak tashuvchi qatlamlar yordamida perovskit quyosh elementlarning fotovoltaik parametrlarini yaxshilash	15
С.А.Исмоилова, Ш.Ш.Шухратов Alohida ta'lim ehtiyojlariga ega o'quvchilar uchun interfaol pedagogik yondashuvlar	22
М.К.Юлдашев Kremniyning optik va elektr xossalari	27
А.А.Сапарбайев, Л.Р.Нурумбетова, М.Н.Акбаров Donor: Y6 faol qatlam asosidagi polimer quyosh elementlarning optik va fotovoltaik parametrlarini tadqiq qilish	30



UO'K: 538.9:535.3:621.382.2

KREMNIYNING OPTIK VA ELEKTR XOSSALARI

ОПТИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРЕМНИЯ

OPTICAL AND ELECTRICAL PROPERTIES OF SILICON

Yuldashev Mirjalol Karimjon-o'g'li 

Farg'ona davlat universiteti, Fizika kafedrası o'qituvchisi

Annotatsiya

Ushbu maqolada kremniyning optik va elektr xossalari yoritilgan. Kremniyning yarimo'tkazgich sifatidagi asosiy tavsiflari, uning yorug'likni yutishi, sindirish ko'rsatkichi, optik o'tkazuvchanligi hamda elektr o'tkazuvchanligi, tashuvchilar harakatchanligi va haroratga bog'liqligi haqida umumiy ma'lumotlar keltiriladi. Shuningdek, kremniyning zamonaviy elektronika, optoelektronika, quyosh batareyalari va fotodetektorlar sohasidagi amaliy qo'llanilishiga alohida e'tibor qaratilgan. Maqola kremniyning fundamental xossalarini yoritish orqali uning ilmiy va amaliy ahamiyatini ko'rsatib beradi.

Аннотация

В данной статье рассмотрены оптические и электрические свойства кремния. Приведены общие сведения о характеристиках кремния как полупроводника, включая поглощение света, показатель преломления, оптическую проводимость, электрическую проводимость, подвижность носителей заряда и температурную зависимость. Особое внимание уделено практическому применению кремния в современной электронике, оптоэлектронике, солнечных батареях и фотодетекторах. Статья подчеркивает научное и практическое значение фундаментальных свойств кремния.

Abstract

This article discusses the optical and electrical properties of silicon. General information is provided about silicon as a semiconductor, including light absorption, refractive index, optical transmission, electrical conductivity, carrier mobility, and temperature dependence. Special attention is given to the practical applications of silicon in modern electronics, optoelectronics, solar cells, and photodetectors. The article highlights the scientific and practical significance of the fundamental properties of silicon.

Kalit so'zlar: kremniy, yarimo'tkazgich, optik xossalar, elektr xossalar, fotodetektor, quyosh batareyasi.

Ключевые слова: кремний, полупроводник, оптические свойства, электрические свойства, фотодетектор, солнечная батарея.

Key words: silicon, semiconductor, optical properties, electrical properties, photodetector, solar cell.

KIRISH

Kremniy zamonaviy yarimo'tkazgichlar texnologiyasining eng muhim asosiy materiali hisoblanadi. Uning noyob optik va elektr xossalari sababli kremniy elektronika, mikroelektronika, optoelektronika, quyosh energetikasi hamda turli xil fotoelektrik asbob-uskunalar ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi. Hozirgi kunda kremniy asosidagi materiallarning elektr o'tkazuvchanligi, yorug'likni yutish va o'tkazish qobiliyati, shuningdek, legirlash jarayonida o'zgarishi ilmiy tadqiqotlarning dolzarb yo'nalishlaridan biri sanaladi.

Kremniyning optik xossalari yorug'likning yutilishi, sindirilishi va o'tkazilishi bilan bevosita bog'liq bo'lib, fotoelektrik asboblarning samaradorligini belgilab beradi. Shu bilan birga, uning elektr xossalari – elektr o'tkazuvchanligi, haroratga bog'liqligi hamda tashuvchilar harakatchanligi – yarimo'tkazgichli qurilmalar faoliyatini aniqlovchi asosiy omillar sirasiga kiradi.

Mazkur maqolada kremniyning optik va elektr xossalari haqida umumiy ma'lumotlar beriladi hamda ularning amaliy ahamiyati yoritiladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR

Kremniy yarimo'tkazgich sifatida XX asrdan boshlab keng miqyosda tadqiq qilina boshlangan va bugungi kunda elektronika hamda optoelektronika sanoatining asosiy materiali sifatida tan olingan. Adabiyotlarda qayd etilishicha, kremniyning elektr va optik xossalarini o'rganish nafaqat nazariy jihatdan, balki amaliy texnologiyalarni rivojlantirish nuqtai nazaridan ham

muhim ahamiyat kasb etadi [1–3]. Jumladan, kremniy asosidagi yarimo'tkazgichlar mikrochiplar, tranzistorlar, diodlar, integral sxemalar, quyosh batareyalari va turli xil fotodetektorlarda keng qo'llaniladi [4–6].

Ilmiy manbalarda kremniyning **optik xossalari** asosan yorug'lik yutilishi, sindirish ko'rsatkichi, optik o'tkazuvchanlik va infraqizil diapazondagi sezgirligi nuqtai nazaridan o'rganilgan [7]. Shu bilan birga, uning **elektr xossalari** – elektr o'tkazuvchanlikning haroratga bog'liqligi, elektron va teshiklarning harakatchanligi hamda legirlash jarayonida yuzaga keladigan o'zgarishlar ham batafsil tahlil qilingan [8–9].

Ushbu maqolada adabiyotlarda mavjud ma'lumotlarga asoslanib, kremniyning optik va elektr xossalari haqida umumiy nazariy tahlil beriladi. Maqola eksperimental natijalarni o'z ichiga olmay, ko'proq ilmiy manbalar va mavjud tadqiqotlar sharhiga tayanadi.

Tadqiqot metodlari sifatida quyidagilar qo'llanildi:

- Kremniyning optik va elektr xossalari bo'yicha ilmiy maqolalar, monografiyalar va o'quv adabiyotlarini tahlil qilish.
- Ilgari o'tkazilgan eksperimental tadqiqotlar natijalarini umumlashtirish va ularning nazariy asoslarini ko'rib chiqish.
- Kremniyning amaliy qo'llanilishi haqidagi mavjud ilmiy va texnologik yondashuvlarni taqqoslash.

Natijada, kremniy xossalarining ilmiy va amaliy jihatlarini umumlashtirildi hamda uning elektronika va optoelektronikadagi o'rni kengroq ochib berildi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Adabiyotlar va nazariy tahlillar asosida aniqlanishicha, kremniy o'zining noyob optik va elektr xossalari tufayli zamonaviy elektronika va optoelektronika sohaslarida ajralmas material hisoblanadi.

Optik xossalar nuqtai nazaridan kremniy 1,1 eV energiya oralig'ida to'g'ridan-to'g'ri bo'lmagan (indirekt) energiya teshigiga ega yarimo'tkazgichdir. Shu sababli u ko'proq infraqizil diapazonda sezgirlik ko'rsatadi. Yorug'lik yutilish koeffitsienti to'liq uzunligiga bog'liq bo'lib, qisqa to'liqlarda yutilish yuqori darajada, uzoq to'liqlarda esa past darajada bo'ladi. Shuningdek, kremniyning sindirish ko'rsatkichi ($n \approx 3,4$) optoelektron qurilmalarda yorug'likni samarali boshqarish imkonini beradi.

Elektr xossalari nuqtai nazaridan, kremniy tabiiy holda yuqori qarshilikka ega, ammo legirlash orqali uning elektr o'tkazuvchanligi keng diapazonda boshqarilishi mumkin. Elektronlarning harakatchanligi taxminan $1350 \text{ sm}^2/(\text{V}\cdot\text{s})$, teshiklarning harakatchanligi esa $480 \text{ sm}^2/(\text{V}\cdot\text{s})$ ni tashkil etadi. Harorat oshgani sari kremniyning elektr o'tkazuvchanligi ham ortib boradi, bu esa uni yuqori haroratli elektronika uchun ham muhim qiladi.

Amaliy qo'llanilishida, kremniyning optik va elektr xossalari quyidagi sohalarda keng qo'llaniladi:

- **Quyosh batareyalari:** kremniy asosidagi fotoelementlar hozirgi kunda eng ko'p ishlatiladigan manbalardan biri hisoblanadi.
- **Fotodetektorlar:** kremniyning yorug'likka sezgirligi turli xil sensorlar va tasvir olish qurilmalarida ishlatiladi.
- **Mikroelektronika:** tranzistorlar, diodlar, integral sxemalar ishlab chiqarishda asosiy material sifatida xizmat qiladi.
- **Optoelektronika:** kremniy asosidagi foton qurilmalar axborot texnologiyalari rivojida muhim rol o'ynaydi.

Muhokama shuni ko'rsatadiki, kremniy xossalarini chuqurroq o'rganish va ularni turli legirlash usullari orqali takomillashtirish zamonaviy texnologiyalarni rivojlantirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa, fotodetektorlar va quyosh batareyalari samaradorligini oshirishda kremniy materiallari ustuvor o'rin tutadi.

XULOSA

Yuqoridagi tahlil va muhokamalardan kelib chiqib, quyidagi xulosalarga kelish mumkin:

1. **Kremniy yarimo'tkazgich sifatida** zamonaviy elektronika va optoelektronikaning eng asosiy materiali bo'lib, uning noyob optik va elektr xossalari ko'plab amaliy qo'llanilishlarni belgilab beradi.

FIZIKA-TEXNIKA

2. **Optik xossalari** – yorug'lik yutilishi, sindirish ko'rsatkichi va infraqizil diapazondagi sezgirligi tufayli kremniy fotodetektorlar va quyosh elementlarida keng ishlatiladi.

3. **Elektr xossalari** – elektr o'tkazuvchanlikning legirlash orqali boshqarilishi, tashuvchilar harakatchanligi va haroratga bog'liqligi kremniy mikroelektronika qurilmalari uchun qulay qiladi.

4. **Amaliy ahamiyati** – kremniy asosidagi qurilmalar (tranzistorlar, diodlar, integral sxemalar, fotodetektorlar, quyosh batareyalari) hozirgi texnologiyalarning asosiy yo'nalishini tashkil etadi.

5. Kelajakda kremniy materiallarini turli legir elementlar bilan modifikatsiya qilish orqali uning optik va elektr xossalarini yanada takomillashtirish va yangi avlod qurilmalarini yaratish mumkin.

Umuman olganda, kremniyning optik va elektr xossalarini o'rganish nafaqat ilmiy jihatdan, balki amaliy texnologiyalarni rivojlantirish nuqtai nazaridan ham katta ahamiyatga ega.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Соколов В. И. *Физика полупроводников*. – Москва: Наука, 2010. – 356 с.
2. Мадумаров А., Эргашев Ш. *Yarimo'tkazgichlar fizikasi*. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2018. – 280 b.
3. Yu, P. Y., Cardona, M. *Fundamentals of Semiconductors: Physics and Materials Properties*. – Springer, 2010. – 778 p.
4. Streetman, B. G., Banerjee, S. *Solid State Electronic Devices*. – Pearson, 2016. – 704 p.
5. Sze, S. M., Ng, K. K. *Physics of Semiconductor Devices*. – John Wiley & Sons, 2007. – 832 p.
6. Green, M. A. *Silicon Solar Cells: Advanced Principles & Practice*. – Centre for Photovoltaic Devices and Systems, 1995. – 288 p.
7. Smith, R. A. *Semiconductors*. – Cambridge University Press, 1978. – 620 p.
8. Зи С. М. *Физика полупроводниковых приборов*. – Москва: Мир, 1984. – 456 с.
9. Ашуров, А., Маматкулов, И. *Kremniy asosida fotodetektorlarning ishlash tamoyillari*. – Toshkent: TDFU Ilmiy axborotlari, 2020. – №2. – B. 45–52.