

РАҚАМЛИ МОДЕЛЛАШТИРИШ ОРҚАЛИ ТЕКСТУРА ВА ОПТИК ҚАТЛАМЛИ ФОТОЭЛЕКТРИК ҚУРИЛМАЛАРНИ ЎРГАНИШ

Муйдинова Мадина Алишеровна

АндДУ Педагогика институти катта ўқитувчиси

Косимжонова Хамидахон Ботиржон кизи

АДУ 3-босқич талабаси

<https://doi.org/10.5281/zenodo.6596286>

Аннотация. Ушбу мақолада “PVlighthouse” дастури таркибига киритилган “PV Factory” дастурдан фойдаланиб, сиртида текстураланган ва нур қайтишига қарши қатлам қопланган фотоэлектрик қурилма моделлаштирилди, уларнинг вольт-ампер характеристикалари яратилди ва асосий фотоэлектрик параметрлари аниқланди.

Калим сузлар: фотоэлектрик қурилма, фототок, монокристалл кремний, нур қайтишига қарши қатлам, текстура, солиштирма қаршилиқ, легирлаш концентрацияси, диффузия узунлиги.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕКСТУРНЫХ И ОПТИЧЕСКИХ СЛОИСТЫХ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ С ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Аннотация. В данной статье с помощью программы PV Factory, входящей в состав программы PVlighthouse, было смоделировано текстурированное на поверхности и покрытое просветляющим слоем фотоэлектрическое устройство, созданы их вольт-амперные характеристики и определены основные фотоэлектрические параметры.

Ключевые слова: фотоэлектрическое устройство, фототок, монокристаллический кремний, просветляющий слой, текстура, удельное сопротивление, концентрация сплава, диффузионная длина.

STUDY OF TEXTURE AND OPTICAL LAYERED PHOTOELECTRIC DEVICES THROUGH DIGITAL MODELING

Abstract. In this paper, using the PV Factory program included in the PVlighthouse program, a photoelectric device with a textured surface and a layer of anti-reflection coating was modeled, their volt-ampere characteristics were created, and basic photoelectric parameters were determined.

Keywords: photoelectric device, photocurrent, monocrystalline silicon, anti-reflection layer, texture, specific resistance, alloy concentration, diffusion length.

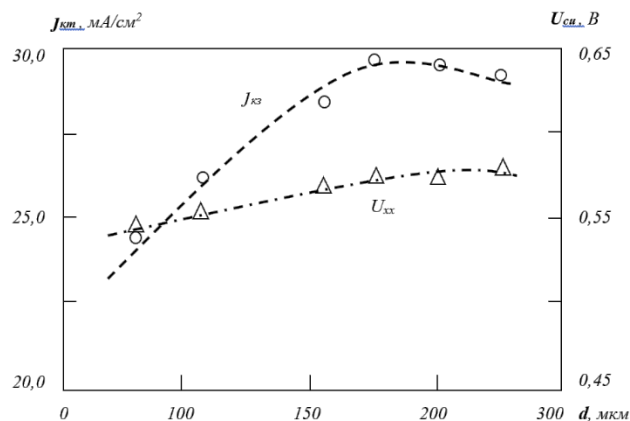
КИРИШ

Сиртига кремний икки оксиддан нур қайтишига қарши қатлам қопланган турли қалинликдаги кремний пластиналари негизда яратилган фотоэлектрик қурилмаларнинг асосий фотоэлектрик параметрларининг база қалинлигига боғлиқлиги куйидаги расмларда келтирилган.

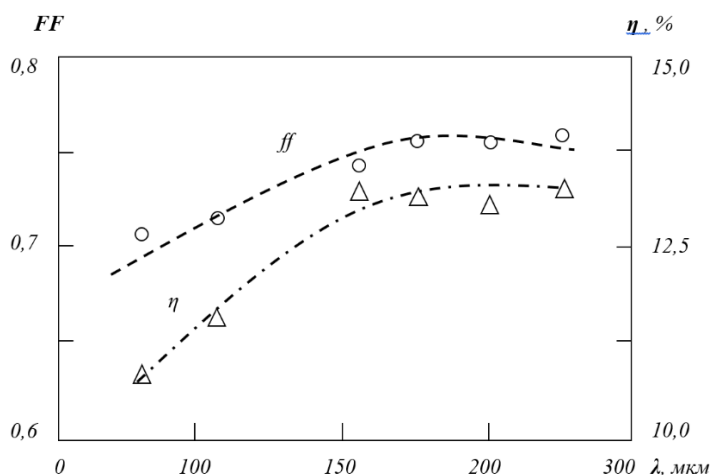
Ҳисоблаш натижаларининг кўрсатишича, кремний қалинлигининг ўзгариши аввало қисқа туташув токига таъсир қилади, масалан $d \approx 50 \div 150$ мкм диапазонда $\Delta J_{кз}/\Delta d \approx 0,006$ $\text{мА} \times \text{см}^{-2} \times \text{мкм}^{-1}$ қиймат кузатилади. Фототокнинг максимал қийматига $d \approx 50 \div 150$ мкм да эришилади.

ТАДҚИҚОТ МАТЕРИАЛЛАРИ ВА МЕТОДОЛОГИЯСИ

Кремнийнинг қалинлигига иккинчи сезгир параметр – бу тўлдириш коэффициентидир. Унинг ўзгариши $d \approx 50 \div 150$ мкм диапазонда $\Delta FF/\Delta d \approx 0,0006$ мкм⁻¹ коэффициентни ташкил этади. Фотоэлектрик қурилманинг самарадорлиги кремнийнинг қалинлиги 150 мкм дан юқори бўлганда деярли ўзгармайди ва бу нурнинг деярли максимал даражада ютилганидан далолат беради.



Расм - 1. Фотоэлектрик қурилманинг асосий параметрлари (J_{sc} ва U_{oc})нинг кремний қалинлигига боғлиқлиги.



Расм - 2. Фотоэлектрик қурилманинг асосий параметрлари (FF ва η)нинг кремний қалинлигига боғлиқлиги.

ТАДҚИҚОТ НАТИЖАЛАРИ ВА МУҲОКАМА

Турли қалинликлардаги монокристалл кремнийда нур ютилишини ўрганиш билан бир вақтда турли структуравий тузилишга эга бўлган мульти- ва поликристалл кремний негизига қурилган фотоэлектрик қурилмаларнинг ҳам бир қатор фотоэлектрик параметрлари солиштирилди.

Жадвалдан кўринадик, анъанавий, яъни текстурасиз фотоэлектрик қурилмалардагига нисбатан мульти- ва поликристалл структураларда фототокнинг кремний қалинлигига боғлиқлиги қисман фарқ қилади. Бу фарқни келиб чиқадиган, яъни текстураланган сиртда нурнинг сочилишига ва ютилишига ўхшаш ($x_o > x_{om}$) шартнинг бажарилиши билан тушунтириш мумкин.

Сиртида текстура ва нур қайтишига қарши қатламга эга бўлмаган турли нав кремний асосли фотоэлектрик қурилмаларнинг қисқа туташув токи қийматининг кремний қалинлиги бўйича ўзгариши

Жадвал 1.

d , мкм	10	50	100	150	200	250	300
$J_{кз}$, мА/см ² для моно-Si	23	24	26,6	28,5	29	29,2	28
$J_{кз}$, мА/см ² для мульти-Si	22	23	25	27	28,3	28	27
$J_{кз}$, мА/см ² для поли-Si	20	23	24	24,4	24	23	22

Текстураланган сиртга эга монокристалл кремний негизидаги фотоэлектрик қурилма моделлаштириш бўйича бажарилган ҳисоблашларнинг кўрсатишича, кремний қалинлигини 3 тартибга пасайтирилганда қисқа туташув токининг атига 45 - 36 мА/см² гача камайиши аниқланди. Одатдаги фотоэлектрик қурилмада қалинликни бундай камайтиришда қисқа туташув токи 42 дан 12 мА/см² гача камаяди. Бошқа айтганда текстуралашни қўллаш орқали фотоэлектрик қурилмаларнинг базаларини камайтириш бўйича тадқиқотларни бажариш долзарб бўлиб қолади[1].

“PVlighthouse” дастури ёрдамида кремний базанинг солиштирма қаршилиқ ρ , легирлаш концентрацияси N_p , диффузия узунлиги L_p ва яшаш вақти τ_p каби бошқа параметрларининг фотоэлектрик қурилмаларнинг фотоэлектрик параметрларига таъсирини ҳисоблаш мумкин. Масалан легирлаш даражасининг фотоэлектрик қурилма салт ишлаш кучланишига таъсири катта қизиқиш уйғотади. Жумладан, $N_p > 1,5 \times 10^{17}$ см⁻³ соҳада N_p нинг ортиши билан L қийматининг тез камайишига қарамай U_{cu} нинг қиймати $N_p = 1,5 \times 10^{17}$ см⁻³ бўлганда максимумал қийматга эришади[2].

Бу натижанинг амалий аҳамияти шундан иборатки, агар фотоэлектрик қурилмани моно- ва мультикристалл кремний негизида тайёрланса бу қийматни эътиборга олиш керак. Агар поликристалл кремний негизида фотоэлектрик қурилма тайёрланса, $L(N_p)$ боғланиш кристаллитлар орасидаги сирт заряд ҳолатларининг таъсирини боғлиқ равишда бутунлай бошқача характерга эга бўлиши мумкин [3].

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Шероховатость поверхности. <https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/123/723.htm>
2. С.Зайнабидинов, Р.Алиев, М.Муйдинова, Б.Урманов Об оптической эффективности кремниевых фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии. // Гелиотехника (Applied solar energy), том. 50, №5, 2018, С.3-9.
3. А.В.Гетьман, Д.В.Олефиренко Влияние времени жизни носителей заряда на характеристики преобразователей солнечной энергии на космических аппаратах. // Энергетика: экономика, технологии, экология. Спецвыпуск – 2014. С. 19-24.