



**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIY VA O'RTA MAXSUS  
TA'LIM VAZIRLIGI**



**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
INNOVATSION  
RIVOJLANISH VAZIRLIGI**

**IQTIDORLI TALABALAR, MAGISTRANTLAR, TAYANCH  
DOKTORANTLAR VA DOKTORANTLARNING**

# **TAFAKKUR VA TALQIN**

**MAVZUSIDARESPUBLIKA  
MIQYOSIDAGI ILMIIY-AMALIIY  
ANJUMAN TO'PLAMI**



**Бухоро-2021**

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OY VA O‘RTA  
MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI  
BUXORO DAVLAT UNIVERSITETI  
MAGISTRATURA BO‘LIMI**

**IQTIDORLI TALABALAR, MAGISTRANTLAR, TAYANCH  
DOKTORANTLAR VA DOKTORANTLARNING**

# **TAFAKKUR VA TALQIN**

**mavzusida**

**Respublika miqyosidagi ilmiy-amaliy  
anjuman to‘plami**

**2021 yil, 27-may**

3. Б.Х. Ражабов, Э.С. Назаров, Ш.О. Собиров. Способ определения геометрических размеров теплицы.// Наука и образование: проблемы, идеи, инновации, 2018.67-69.
4. Назаров Э.С., Собиров Ш.О. Условия ультразвукового диспергирования слоистых минералов.// Проблемы и достижения современной науки. 2018. № 2 (1), С.74-75.
5. Назаров Э.С., Тураев О.Г. Перспективные достижения в области технологии композиционных эластомерных материалов.// Наука и общество в условиях глобализации. 2016. 62-65.

### **ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛЕВОГО ТРАНЗИСТОРА В РЕЖИМЕ ОТСЕЧКИ КАНАЛА**

**А.А.Тураев<sup>1</sup>, С.М.Рахимова<sup>2</sup>**

*доцент, кафедры физики БухГУ<sup>1</sup>,*

*1-курс магистрант, кафедры физики БухГУ<sup>2</sup>*

**Аннотация:** *Приведены результаты экспериментального исследования фотоэлектрических характеристик полевого транзистора в режиме запираания канала. Показано, что полевой транзистор в режиме запираания канала обладает существенной чувствительностью к световому излучению.*

**Ключевые слова:** *полевой транзистор, фоточувствительность, падающие напряжения, режим отсечки.*

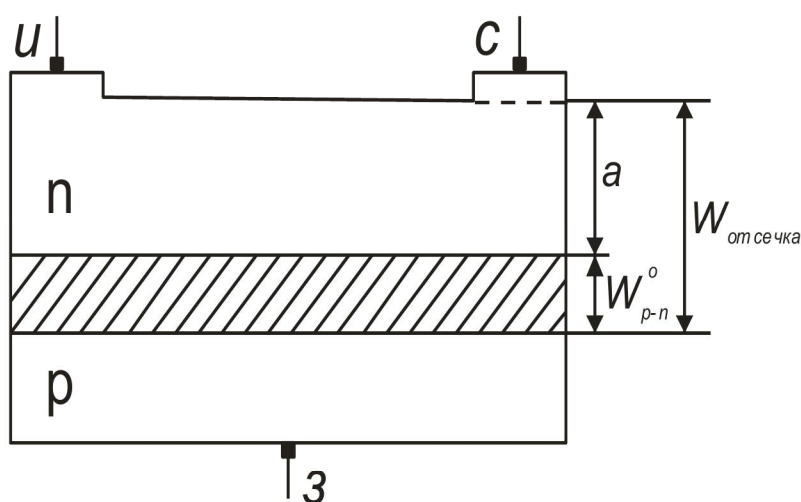
Выявление оптимальных режимов эксплуатации полупроводниковых приборов, [1] направленных на обеспечение малого потребления энергии, надежности, большого срока службы, а также высокой стабильности их параметров на сегодня является актуальной задачей. В этом аспекте полевые транзисторы с управляющим р-n- переходом являются востребованными. В частности, подбирая толщину канала и режим

включения можно придать ему высокую фоточувствительность [2]. При этом меняя рабочую точку можно управлять динамикой изменения области объемного заряда перехода затвор-канал и тем самым выяснить физические процессы, ответственные за высокую фоточувствительность полевого транзистора.

Настоящая работа посвящена исследованию фотоэлектрических характеристик кремниевого полевого транзистора с p-n-переходом в режиме запираания.

### Экспериментальные образцы

Исследуемый кремниевый полевой транзистор с p-n-переходом, показанный на рис. 1а, содержит низкоомную подложку p-типа с нижним электродом затвора и выращенный на поверхности подложки эпитаксиальный высокоомный слой n-типа, на котором, в свою очередь, сформированы омические контактные области стока и истока с расположенным между ними каналом.

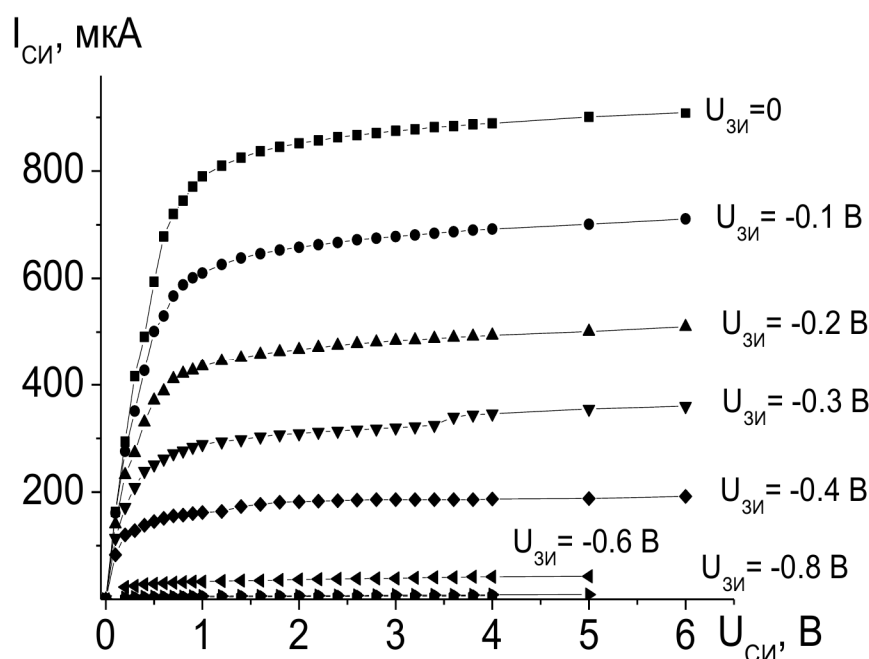


a-толщина проводящей части

**Рис. 1. Геометрия исследуемого полевого транзистора**

Концентрация носителей в подложке составляет  $1.0 \cdot 10^{19} \text{ см}^3$ , а в канале  $2 \cdot 10^{15} \text{ см}^3$ . Толщина канала равна 1 мкм, а длина 50 мкм.

Исследуемые структуры имеют типичные для полевого транзистора сублинейные вольтамперные характеристики с максимальным током стока (400÷1200) мкА и напряжением отсечки канала 0.5÷1.4 В, рис. 2.



**Рис. 2. Стоковая вольтамперная характеристика кремниевого полевого транзистора**

### **Методика эксперимента**

Рабочее напряжение от блока питания подается к переходу сток-затвор, а падающие в канале напряжения снимаются первым ламповым вольтметром между электродами стока и истока. Причем запирающее напряжение снимается вторым вольтметром, подключенным между стоком и затвором.

### Экспериментальные результаты и их обсуждение

На рис. 3 приведены зависимости напряжений, падающих в канале и на переходе исток-затвор, от рабочего напряжения сток-затвор.

По мере увеличения напряжения на стоке, до достижения отсечки канала, падение напряжения на истоке линейно увеличивается и, с наступлением момента отсечки канала слоем объемного заряда, становится равным напряжению отсечки и далее в рабочем режиме сохраняется на этом уровне.

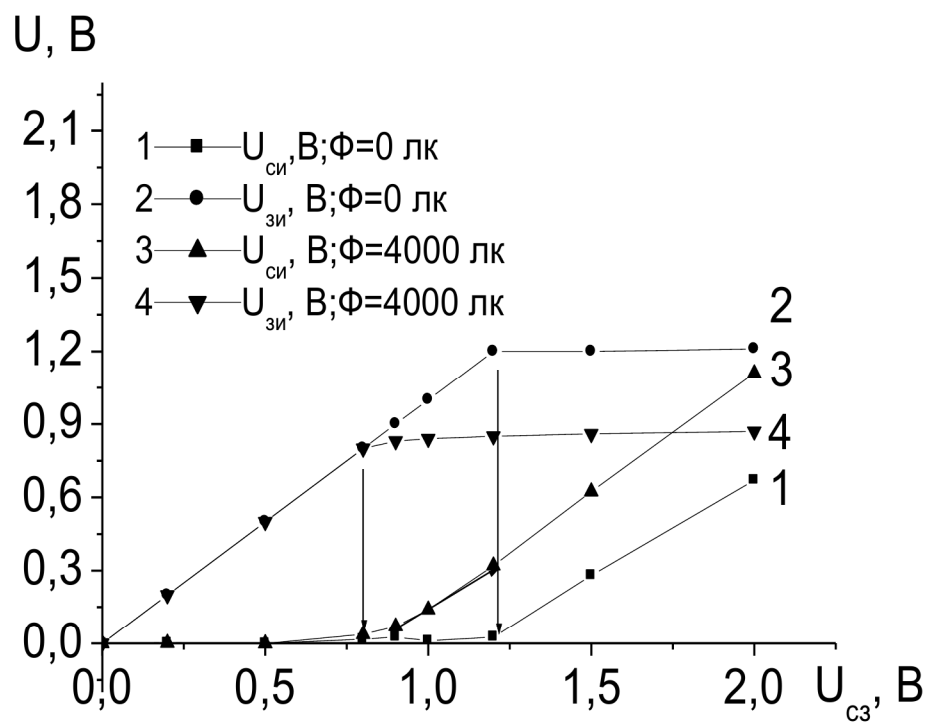


Рис. 3. Зависимости напряжений падающих на переходе исток-затвор и сток-исток от напряжения сток-затвор:

$U_{зи}$ , В,  $U_{си}$ , В,  $U_{сз}$ , В

При заданном рабочем напряжении воздействие на канал света приводит к изменению потенциала на переходе исток-затвор, который, как отмечено в работе [3] идентифицируется как измеряемый параметр.

При подсветке канала в области объемного заряда перехода затвор – канал генерируются электронно-дырочные пары, которые создают фототок на переходе исток-затвор, приводя к уменьшению сопротивления этого перехода, что, в свою очередь, приводит к уменьшению падения напряжения и к соответствующему увеличению тока сток-затвор

Исследования падения напряжения в канале и на переходе исток-затвор в темноте показали, что по мере увеличения напряжения сток-затвор падение напряжения на переходе исток-затвор вначале линейно увеличивается и выходит на насыщение (при 1.25 В, кривая 2), достигая значения напряжения отсечки канала.

При подаче нарастающего напряжения между стоком и затвором падение напряжения в канале практически близок к нулю, а после достижения режима отсечки канала, падающее напряжение линейно увеличивается, рис. 2, кривая 1.

Наблюдаемое поведение падающего в канале напряжения можно объяснить тем, что до отсечки канала его сопротивление по сравнению с сопротивлением перехода сток-затвор имеет низкие значения. В результате все рабочее напряжение оказывается приложенным к переходу сток-затвор. Однако после наступления режима отсечки канала сопротивление канала приближается к сопротивлению перехода сток-затвор и в канале создается падение напряжения. В тоже время напряжение между затвором и истоком от напряжения сток-затвор линейно возрастает за счет сопротивления проводящей части канала, значение которого увеличивается по мере запираания канала, рис. кривая 2. Но после

достижения отсечки приобретает неизменные значения, величина которого равна напряжению отсечки (1.25 В).

При подсветке же канала световым излучением интенсивностью 4000 лк по мере увеличения напряжения сток-затвор также увеличивается падение напряжения на переходе исток-затвор до наступления отсечки канала, но уже при меньшем напряжении (0.8 В, кривая 4). То есть напряжение отсечки уменьшается с 1.25 В до 0.8 В или вольтовая фоточувствительность составляет

$$S_V^\Phi = \frac{U_{zu.oms}^{\Phi_1} - U_{zu.oms}^{\Phi_2}}{\Phi}$$

400 мВ/4000 лк= 0.1 мВ/лк.

### **Заключение**

Таким образом, полевой транзистор в режиме запирающего канала при воздействии светового излучения вследствие существенной зависимости его сопротивления от исходной толщины канала приобретает зависимость от величины напряжения отсечки фоточувствительность, потребляя при этом на несколько порядков меньшую энергию, нежели известные диодные структуры.

### **Литература**

1. Vullers R.J.M., Schaijk Van R., Doms I. et al. / Micropower energy harvesting. Solid-State Electronics. 2009. V.53. pp. 684–693.
2. Патент на изобретение IAP №03832 от 21.11.2008. Фоточувствительный полевой транзистор / Ёдгорова Д.М., Каримов А.В., Юлдашев Ш.Ш., Мирджалилова М.А. // Расмий ахборотнома. – 31.12. 2008. - № 12.



3. Каримов А.В., Джураев Д.Р., Кулиев Ш.М., Тураев А.А. Особенности температурной чувствительности транзисторной структуры в двухполюсном режиме. Инженерно-физический журнал 2016. Т.89, № 2, С.497-500.

## **KRISTALLIK VA AMORF QUYOSH PANELLARINI QIYOSIY SOLISHTIRISH**

**I.I. Raxmatov<sup>1</sup>, B. Sirojeva<sup>2</sup>**

*BuxDU fizika kafedrası, dotsent<sup>1</sup>*

*BuxDU fizika kafedrası 1-bosqich magistanti<sup>2</sup>*

**Annotatsiya:** Tezida amorf va kristallik quyosh panellari, ularning tavsiflari, iqtisodiy ko'rsatgichlari, foydali ish koeffitsiyentlari qiyosiy tahlil qilib berilgan.

**Kalit so'zlar:** Quyosh paneli, monokristallar. Polikristallar. FIK.

Quyosh energiyasidan elektr energiyasini olishda bir qator quyosh batareyalari va panellaridan foydalaniladi. Shulardan amorflar (yupqa plyonkali) quyosh elementlarining quydagi turlari mavjud: amorf-kremniy (a-Si) yoki yupqa plyonkali kremniy (TF-Si), tellur-kadmiydan (CdTe), galliy-mis-india (CIS yoki CIGS) Sintetik materiallar (dye-sensitized solar cell) sintetik matyeriallardan ularga organik qo'shimcha bor.

Yupqa plyonkali quyosh elementlari tataxminan 6 qatlamdan iborat bo'ladi. Undan so'ng p va n tipidagi yarim o'tkazgichlar bo'ladi, keyin kontaktli qatlam va albatta taglik bo'ladi.

Yupqa plyonkali quyosh elementlarining ish prinsipi xuddi kristall quyosh elementlarining ish prinsipidek. Yupqa plyonkali panellar kristall panellardan ancha arzon turadi, chunki kremniy kam xarajat qilinadi va yuksalish texnologiyasi oddiy lekin amaliyotda narxlar orasida tafovot uncha katta emas.

MUNDARIJA:

<b>I-ШЎБА</b> <b>АНИҚ ВА ТАБИИЙ ФАНЛАР</b>	
<b>5A140202 – Физика (йўналишлар бўйича)</b>	
<b>O.X.Xamidov</b>	<i>Muqaddima.....3</i>
<b>O.C.Қахҳоров, Ш.Х.Тўраев</b>	<i>Олий таълим тизимида рақобатбардош кадрлар тайёрлашнинг бошқарув самарадорлигини баҳолаш.....5</i>
<b>S.Q.Qahhorov F.Yo.Ramazonova</b>	<i>Fizika sohasida ta'lim sifatini oshirish va ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirishning bugungi kundagi amaliy ahamiyati.....13</i>
<b>E.S. Nazarov, Sh.O. Sobirov</b>	<i>Elastomeres are molecular of materials structure and macroscopic properties.....16</i>
<b>A.A. Тураев, С.М. Рахимова</b>	<i>Фотозэлектрические характеристики полевого транзистора в режиме отсечки канала.....21</i>
<b>I.I. Raxmatov, B. Sirojeva</b>	<i>Kristallik va amorf quyosh panellarini qiyosiy solishtirish.....27</i>
<b>E.S. Nazarov, Sh.A. Hamroqulova</b>	<i>Quyosh energiyasi texnologiyalarini rivojlantirish tendensiyalari va istiqbollari.....31</i>
<b>D.R. Djurayev, A.A. Ahadov.</b>	<i>Vodorod energiyasi va o'ta o'tkazuvchanlik.....34</i>
<b>Sh.Sh. Fayziyev, Sh.Q. Nizomova</b>	<i>Magnit moddalarning domen tuzilishi.....39</i>
<b>Sh.Sh. Fayziyev, M.A. Askarov</b>	<i>Paxta moyida yorug'likning yutilish.....41</i>
<b>L.I. Ochilov, Z.N. Narzillayeva</b>	<i>Quyosh chuchitgichi xossalari yonilg'i quyish shaxobchalariga qo'llashning matematik modelini hisoblash, algoritmi va dasturiy ta'minot tuzish.....44</i>
<b>И. Рахматов, И. Исмоилова</b>	<i>Физика таълим йўналишида мустақил ишларни кредит-модуль тизимида таъкил этиш.....48</i>
<b>I.Raxmatov, S. Salimov</b>	<i>Frenel linzasi va uning qo'llanilishi.....54</i>
<b>Э.С.Назаров, Ш.О.Собиров, И.И.Пуримов</b>	<i>Композитларнинг техник хоссаларини тадқиқ этиш.....60</i>
<b>N.B. Yuldasheva , Sh.Q. Nizomova</b>	<i>Modulated magnetic structures and models of their theoretical expression.....65</i>