

ўлим кўрсаткичини камайтиришга қаратилган. Янги кўпфункционал йўл белгиси ихтиро қилинди. Маҳаллий ва хорижий олимларнинг фикрича, амалиётда бу белгининг ишлатилиши муваффақиятли бўлади. Чоррахада электр токи бўлмай, светофор ишламай қолганда уни ўрнини босади. Узок муддатли тирбандликларда ёқилгининг кўп микдорда

ишлатилиши оқибатида келиб чиқадиган экологик зарарни камайтиради. Логистик хизматлар сифатини яхшилашга катта хисса қўшади. Хайдовчилик маданиятини оширади. Кўпфункционал йўл белгисининг бундан ташқари яна бир қанча афзалликлари бор ва улар ҳақида кейинги ишларимизда ҳам тўхталамиз.

Адабиётлар

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 11.02.2022й. бўлиб ўтган “Йўл ҳаракати ҳавфсизлигини таъминлаш” тўғрисидаги видеоселектор йиғилиши.
3. Акилов А.А., Каримова Қ.А., Ризаев Ш.Ш. Йўл ҳаракати қоидаларига суратли шарҳлар ва мавзуга оид тестлар. – Тошкент: 2016.
4. Федоров В.А. Научный подход к проблеме развития систем городского пассажирского транспорта. // “ Молодой ученый”. 2014. №8. –С.624- 628.
5. Мальчикова А.Г. Организация логистических потоков в системе городских пассажирских перевозок: автореф. ...канд. экон. наук. – СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 2000. –С. 18.
6. Бабков В.Ф., Дивочкин О.А., Сильянов В.В. и др. Дорожные условия и организация движения. – М.: Транспорт, 1974.
7. Florida Driver's Handbook. Tallahassee, Florida 1995.
8. Конвенция о Дорожных Знаках и Сигналах 1968 года. Европейское Соглашение, дополняющее Конвенцию, и Протокол о разметке дорог к Европейскому Соглашению Организация Объединенных Наций. Нью-Йорк. Женева, 2007 год).
10. Lobanov-logist.ru <http://www.lobanov-logist.ru>
11. Trans. Info. [Http://trans.info](http://trans.info).
12. Trademaster.ua <http://trademaster.ua.articles>.
13. Kpilib.ru <http://www.kpilib.ru.articles>.
14. Ant-logistics.com <http://Ant-logistics.com-traffic-for>.

РЕЗЮМЕ. Мақола чорраҳалардаги тирбандлик, йўл транспорт ҳодисалари ва улар билан боғлиқ бўлган ўлим кўрсаткичини камайтиришга қаратилган. Шунингдек, янгидан ихтиро қилинган кўпфункционал йўл белгилари, уларнинг хизмат сифатини яхшилашга қўшадиган хиссаси ва бошқа бир қанча афзалликлари ҳақида сўз боради.

РЕЗЮМЕ. В статье основное внимание уделяется снижению заторов на перекрестках, дорожно-транспортных происшествий и связанной с ними смертности. Также рассказывается о недавно изобретенных многофункциональных дорожных знаках, их вкладе в повышение качества обслуживания и ряде других преимуществ.

SUMMARY. The article focuses on reducing intersection congestion, road traffic accidents and related fatalities. It also talks about the newly invented multi-functional road signs, their contribution to improving the quality of service and several other advantages.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ТОКОВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

СТРУКТУРЫ $Al-Al_2O_3-p-CdTe-Mo$

А.К.Утениязов – PhD по физико-математическим наукам, доцент

Э.С.Есенбаева – ассистент преподаватель

Ш.Х.Аннаева – магистрант

Каракалпакский государственный университет имени Бердаха

М.Т.Нсанбаев – ассистент преподаватель

Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

Таянч сўзлар: интеграл токнинг сезгирлиги, фотосезгирлик, инжекция, инжекцион фото қабул қилгич, фототок, ёритилган-лик, силжиш кучланиши.

Ключевые слова: интегральная токовая чувствительность, фоточувствительность, инжекция, инжекционный фотоприемник, фототок, освещенность, напряжения смещения.

Key words: integral current sensitivity, photosensitivity, injection, injection photoreceiver, photocurrent, illumination, offset voltage.

1. Введение. В последние годы усилился интерес к созданию приборов на основе полупроводников типа A^2B^6 , поскольку они имеют ряд преимуществ по сравнению с кремнием, который остаётся основным материалом современного приборостроения. Одно из главных преимуществ таких полупроводников – это больший спектральный диапазон, поскольку эти материалы имеют ширину запрещённой зоны, соответствующую полному спектру видимого и частично ультрафиолетового света. В частности на базе $CdTe$ разрабатываются инжекционные фотодиоды, имеющие высокую спектральную чувствительность [1-6].

В то же время следует подчеркнуть, что материалы типа A^2B^6 и, в первую очередь $CdTe$, несмотря на указанные достоинства, имеют и ряд существенных недостатков, главным из которых является наличие в них большого количества примесей и дефектов различной природы. В силу этого процессы инжекции и фотоэлектрического усиления в них будут иметь ряд особенностей, изучение которых и является целью данной работы.

2. Образцы и методика измерений. Плёночные структуры $p-CdTe$ со столбчатой структурой зерен были созданы на Mo подложке методом сублимации в потоке водорода. Путём напыления алюминия в вакууме ($\sim 10^{-5}$ Торг) [7] на поверхности полученных $p-CdTe$

плёнок была создана МОП структура. Плёнки $p-CdTe$ имели удельное сопротивление $\rho \approx 10^9-10^{11}$ Ом·см и время жизни неосновных носителей заряда (электронов) $\tau \approx 10^{-8}-10^{-7}$ с. Проведённый рентгеноструктурный анализ показал [8, 9], что в технологическом процессе образуется тонкий окисный слой Al_2O_3 с толщиной ~ 30 нм. Этот слой играет очень важную в работе полученной структуры; именно благодаря ему получается не простая структура металл-полупроводник, а МОП-структура, т.е. $Al-Al_2O_3-p-CdTe-Mo$ (металл Al , окисел Al_2O_3 , полупроводник $p-CdTe$, Mo -играет роль омического контакта).

3. Экспериментальные результаты и их обсуждение. Как известно, инжекционные фотоприемники имеют два механизма усиления: положительная обратная связь (ПОС) [10, 12] и параметрическое усиление (ПУ) [10, 11].

Однако, результаты исследования по спектральной зависимости фототока I_{ph} и спектральной чувствительности S_λ не позволяют однозначно сказать, какой из механизмов усиления первичного фототока имеет место в исследуемых образцах. На этот вопрос дает ответ исследование зависимостей $I_{ph}(\lambda)$ и $S_\lambda(\lambda)$ при наложении напряжения смещения на структуру. Поэтому в работе [13] нами были проведены совместное исследование вольтамперной характеристики в темноте и на свету, а

также зависимости токовой чувствительности от напряжения смещения. Исследование зависимости спектрального распределения фоточувствительности от уровня инжекции при больших напряжениях смещения показало, что спектральная чувствительность достигает наибольшего значения $S_\lambda = 8.4 \cdot 10^4$ А/Вт при освещении “собственным” светом с $\lambda = 450$ нм и при $V = 7$ В, а при освещении “примесным” светом с $\lambda = 950$ нм $S_\lambda = 4.3 \cdot 10^4$ А/Вт при том же напряжении смещения. Было установлено, что при освещении структуру “собственным” светом реализуется механизм усиления положительной обратной связи (ПОС), а при освещении “примесным” светом – механизм параметрического усиления (ПУ).

Далее обсудим результаты исследований интегральной токовой чувствительности структуры при облучении белым светом. Облучение проводилось при различных уровнях освещенностей ($E = 7.85 \cdot 10^{-7}$ лк– $7.85 \cdot 10^{-3}$ лк) при комнатной температуре. Здесь также были измерены ВАХ в темноте и на свету в зависимости от уровня инжекции, т.е. в зависимости от напряжения смещения в прямом направлении тока. Затем определяли величину фототока по разнице световой и темновой ВАХ для заданных напряжений смещения и ее разделяли на мощность подающего излучения. Определенная таким путем интегральная токовая чувствительность и фототок в зависимости от уровня освещенности (E) и напряжения смещения (V) приведены в табл.4.1.

Таблица 1. Зависимости фототока I_{ph} , интегральной– S_{int} и спектральной чувствительности– S_λ от напряжения смещения V структуры $Al-n^+-Al_2O_3-p-CdTe-n-MoO_3-Mo$ в прямом направлении тока

Белый свет						Монохроматический свет		
E, lx	V, V	$I_d, A/cm^2$	$I_{ph}, A/cm^2$	$S_{int}, A/lm$	$S_{int}, A/W$	λ, nm	$I_{ph}, A/cm^2$	$S_\lambda, A/W$
0						0		
$7.85 \cdot 10^{-7}$	0.08	$2.06 \cdot 10^{-7}$	$3.46 \cdot 10^{-6}$	$4.41 \cdot 10^{-2}$	4.85	400	$2.54 \cdot 10^{-6}$	$5.6 \cdot 10^{-2}$
	0.2	$1.18 \cdot 10^{-6}$	$9.19 \cdot 10^{-6}$	0.12	12.86		$1.21 \cdot 10^{-5}$	0.27
	0.8	$2.14 \cdot 10^{-4}$	$3.53 \cdot 10^{-3}$	44.98	$4.94 \cdot 10^3$		$4.88 \cdot 10^{-3}$	108
	6	$4.88 \cdot 10^{-2}$	0.64	$8.1 \cdot 10^3$	$8.9 \cdot 10^5$		0.66	$1.45 \cdot 10^4$
	7	$7.47 \cdot 10^{-2}$	0.99	$1.27 \cdot 10^4$	$1.39 \cdot 10^6$		0.89	$1.96 \cdot 10^4$
$7.85 \cdot 10^{-6}$	0.08	$2.06 \cdot 10^{-7}$	$1.92 \cdot 10^{-6}$	$2.45 \cdot 10^{-3}$	0.27	600	$9.19 \cdot 10^{-6}$	0.37
	0.2	$1.18 \cdot 10^{-6}$	$5.75 \cdot 10^{-6}$	$7.32 \cdot 10^{-3}$	0.8		$2.37 \cdot 10^{-5}$	0.95
	0.8	$2.14 \cdot 10^{-4}$	$2.85 \cdot 10^{-3}$	3.63	399		$4.47 \cdot 10^{-3}$	179
	6	$4.88 \cdot 10^{-2}$	0.54	682	$7.49 \cdot 10^3$		0.64	$2.57 \cdot 10^4$
	7	$7.47 \cdot 10^{-2}$	0.82	1045	$1.15 \cdot 10^5$		0.94	$3.75 \cdot 10^4$
$7.85 \cdot 10^{-5}$	0.08	$2.06 \cdot 10^{-7}$	$1.18 \cdot 10^{-6}$	$1.5 \cdot 10^{-4}$	$1.65 \cdot 10^{-2}$	650	$9.08 \cdot 10^{-6}$	0.28
	0.2	$1.18 \cdot 10^{-6}$	$3 \cdot 10^{-6}$	$3.83 \cdot 10^{-4}$	$2.42 \cdot 10^{-2}$		$4.84 \cdot 10^{-5}$	1.49
	0.8	$2.14 \cdot 10^{-4}$	$1.02 \cdot 10^{-3}$	0.13	14.27		$4.23 \cdot 10^{-3}$	131
	6	$4.88 \cdot 10^{-2}$	0.16	20.58	$2.26 \cdot 10^3$		0.66	$2.05 \cdot 10^4$
	7	$7.47 \cdot 10^{-2}$	0.29	36.5	$4.01 \cdot 10^3$		0.95	$2.93 \cdot 10^4$
$7.85 \cdot 10^{-4}$	0.08	$2.06 \cdot 10^{-7}$	$1.46 \cdot 10^{-6}$	$1.86 \cdot 10^{-5}$	$2.04 \cdot 10^{-3}$	850	$5.68 \cdot 10^{-6}$	$2.18 \cdot 10^{-2}$
	0.2	$1.18 \cdot 10^{-6}$	$3.52 \cdot 10^{-6}$	$4.49 \cdot 10^{-5}$	$4.93 \cdot 10^{-3}$		$3.02 \cdot 10^{-5}$	0.11
	0.8	$2.14 \cdot 10^{-4}$	$1.85 \cdot 10^{-3}$	$2.35 \cdot 10^{-2}$	2.59		$4.05 \cdot 10^{-3}$	15.54
	6	$4.88 \cdot 10^{-2}$	0.29	3.73	410		0.65	$2.48 \cdot 10^3$
	7	$7.47 \cdot 10^{-2}$	0.33	4.17	459		0.92	$3.53 \cdot 10^3$
$7.85 \cdot 10^{-3}$	0.08	$2.06 \cdot 10^{-7}$	$1.62 \cdot 10^{-6}$	$2.06 \cdot 10^{-6}$	$2.26 \cdot 10^{-4}$	900	$9.02 \cdot 10^{-6}$	$4.5 \cdot 10^{-2}$
	0.2	$1.18 \cdot 10^{-6}$	$1.02 \cdot 10^{-5}$	$1.3 \cdot 10^{-5}$	$1.43 \cdot 10^{-3}$		$2.3 \cdot 10^{-5}$	0.11
	0.8	$2.14 \cdot 10^{-4}$	$2.2 \cdot 10^{-3}$	$2.81 \cdot 10^{-3}$	0.3		$2.93 \cdot 10^{-3}$	14.29
	6	$4.88 \cdot 10^{-2}$	0.38	0.49	53.4		0.65	$3.15 \cdot 10^3$
	7	$7.47 \cdot 10^{-2}$	0.48	0.61	67.49		0.95	$4.63 \cdot 10^3$
	0.08	$2.06 \cdot 10^{-7}$				950	$7.64 \cdot 10^{-6}$	$3.69 \cdot 10^{-2}$
	0.2	$1.18 \cdot 10^{-6}$					$4.05 \cdot 10^{-5}$	0.19
	0.8	$2.14 \cdot 10^{-4}$					$3.96 \cdot 10^{-3}$	19.12
	6	$4.88 \cdot 10^{-2}$					0.64	$3.09 \cdot 10^3$
	7	$7.47 \cdot 10^{-2}$					0.92	$4.44 \cdot 10^3$
	0.08	$2.06 \cdot 10^{-7}$				1000	$3.45 \cdot 10^{-6}$	$3.23 \cdot 10^{-3}$
	0.2	$1.18 \cdot 10^{-6}$					$2.04 \cdot 10^{-5}$	$1.92 \cdot 10^{-2}$
	0.8	$2.14 \cdot 10^{-4}$					$4.48 \cdot 10^{-3}$	4.2
	6	$4.88 \cdot 10^{-2}$					0.7	658
	7	$7.47 \cdot 10^{-2}$					0.97	906

Анализ данных табл.1 показывает, что величина интегральной токовой чувствительности (S_{int}) весьма чувствительна к мощности падающего излучения и величине постоянного напряжения смещения. Эксперимент показывает, что S_{int} возрастает с уменьшением величины падающего излучения, и она весьма чувствительна к предельно слабым световым сигналам. Например, исследуемый инжекционный фотоприемник имеет рекордную токовую чувствительность $\sim 1.4 \cdot 10^6$ А/Вт при освещенности $E = 7.85 \cdot 10^{-7}$ лк и при постоянном напря-

жении смещения $V = 7$ В. Такая высокая токовая чувствительность связана с составом белого света, так как в его составе имеются кванты, обеспечивающие “собственное” и “примесное” возбуждение в базе исследуемого инжекционного фотоприемника из теллурида кадмия. Поэтому в данном фотоприемнике первичный фототок усиливается одновременно двумя механизмами: положительной обратной связью (ПОС) и параметрическим усилением (ПУ), которые обеспечивают высокую токовую чувствительность. Уменьшение

токовой чувствительности с ростом уровня освещенности объясняется следующим образом. С ростом уровня освещенности растет степень модуляции сопротивления базы и поэтому количество перераспределения приложенного постоянного потенциала уменьшается и степень инжекционного усиления сокращается, в результате чего процесс положительной обратной связи по количеству сужается, поскольку сопротивление других элементов фотоприемника, например, сопротивление, обратного смещенного тылового МОП-контакта структуры становится сравнимым с сопротивлением базы приемника.

Одновременное проявление двух механизмов усиления первичного фототока сильнее модулирует проводимость базы, а это, в свою очередь, усиливает инжекцию из фронтального МОП-контакта. Поскольку CdTe, как и другие полупроводники группы A²B⁶, содержит много примесей и дефектов различного рода, в [13] нами были рассмотрены рекомбинация неравновесных носителей, происходящую не через простую одноуровневую ловушку Шокли-Рида, а через парный рекомбинационный комплекс. Схема рекомбинации, происходящей через такой двухуровневый комплекс показана на рис.1.

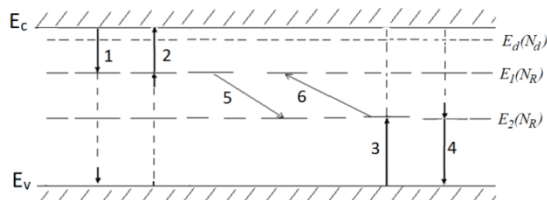


Рис.1. Схема рекомбинации через парный рекомбинационный комплекс. Пунктирами показаны не учтенные переходы

1 – $c_{n1}N_R(1-f_1)$; 2 – $c_{n1}N_R f_1 n_{11}$ – обмен уровня E_1 с зоной проводимости.
3 – $c_{p2}N_R f_2 p$; 4 – $c_{p2}N_R(1-f_2)p_{12}$ – обмен уровня E_2 с валентной зоной.
5 – $c_{12}N_R f_1(1-f_2)$; 6 – $c_{12}N_R f_2(1-f_1)e^{\frac{E_2-E_1}{kT}}$ – обмен между уровнями E_1 и E_2 , где $(c_{12})^{-1} = \tau_{ii}$ – время внутрикомплексного обмена. Предполагается, что разность $E_1 - E_2$ очень мала, так что $e^{\frac{(E_2-E_1)}{kT}}$ можно не учитывать.

В [13] было показано также, скорость рекомбинации U происходящие в исследуемой структуре может быть записана в виде:

$$U = N_R \frac{c_{n1}c_{p2}(pn - n_i^2)}{c_{n1}(n + n_{11}) + c_{p2}(p + p_{12}) + \tau_{ii}c_{n1}c_{p2}pn}, \quad (1)$$

где N_R – концентрация примесей на уровнях E_1 и E_2 (она предполагается одинаковой), n и p – концентрации свободных электронов и дырок, соответственно; c_{n1} – коэффициент захвата электрона на уровень E_1 , c_{p2} – коэффициент захвата дырки на уровень E_2 , n_i – собственная концентрация, n_{11} и p_{12} – аналоги статистических факторов Шокли-Рида для уровней E_1 и E_2 :

$$n_{11} = N_c e^{\frac{E_c - E_1}{kT}}, \quad (2)$$

$$p_{12} = N_v e^{\frac{E_v - E_2}{kT}}, \quad (3)$$

$$\tau_{ii} = \frac{1}{C_{12}} \text{ время внутри комплексного обмена электронами между уровнями } E_1 \text{ и } E_2, \text{ т.е. время, определяющее инерционность внутрикомплексного обмена.}$$

В рассматриваемом нами случае быстрее реализуются условия

$$c_{n1}(n + n_{11}) + c_{p2}(p + p_{12}) \gg \tau_{ii}c_{n1}c_{p2}pn \quad (4)$$

$$\tau_{ii}c_{n1}c_{p2}np > c_{n1}(n + n_{11}) + c_{p2}(p + p_{12}). \quad (5)$$

в знаменателе формулы (1). Это означает, что доля сложных комплексов в рекомбинационных процессах при заданных напряжениях смещения возрастает, следовательно, увеличивается инерционность структуры, что обеспечивает высокое инжекционное усиление и высокую токовую чувствительность структуры. В то же время это не означает, что другие физические процессы не происходят. Такие процессы как модуляция биполярной подвижности электронно-дырочной плазмы и рекомбинация через простые дефекты (примеси) безусловно, происходят, однако, их доля не значительная, и они доведены до минимума по сравнению рекомбинацией через сложные комплексы, внутри которых происходит электронный обмен.

Как известно, в основе внутреннего инжекционного усиления лежит положительная внутренняя обратная связь по току: световой сигнал увеличивает концентрацию неравновесных носителей в освещаемом материале, вследствие чего его проводимость возрастает, а падение напряжения на нем уменьшается.

Таким образом, исследуемая структура Al-Al₂O₃-p-CdTe-Мо в прямом направлении тока работает как инжекционный фотоприемник с внутренним усилением, у которого быстродействие равно $\tau \approx 10^{-7}$ - 10^{-6} с, а интегральная токовая чувствительность $S_{int} \sim 1.4 \cdot 10^6$ А/Вт ($V=7$ В) при освещении белым светом с освещенностью $E \approx 7.85 \cdot 10^{-7}$ лк.

Литература

1. Mirsagatov Sh.A., Uteniyazov A.K. Injection photodiode based on p-CdTe film. *Techn. Phys. Lett.* 2012. **38**, No 1. -P. 34–37. <https://doi.org/10.1134/S1063785012010099>.
2. Mirsagatov Sh.A., Uteniyazov A.K., Achilov A.S. Mechanism of Current Transport in Schottky Barrier Diodes Based on Coarse-Grained CdTe Films. *Physics of the Solid State.* 2012. **54**, № 9. -P. 1643-1654.
3. Mirsagatov Sh.A., Kabulov R.R., Makhmudov M.A. Injection photodiode based on the n-CdS/p-CdTe heterostructure. *Physics of semiconductor devis.* 2013. **47**, № 6. -P. 815-820.
4. Mirsagatov Sh.A., Zaveryukhin B.N., Ataboev O.K., Zaveryukhina N.N. Cascade injection photodetector based on solid solutions of A²B⁶ compounds for the spectral range $\lambda = 500$ -650 nm. *Ukrainian physical journal.* 2013. **58**, № 5. -P. 465-472.

5. Mirsagatov Sh.A., Ataboev O.K., Zaveryukhin B.N., Nazarov Zh.T. Photoelectric properties of an injection photodetector based on solid solutions of $A^{II}B^{VI}$ compounds. *Physics of semiconductor devices*. 2014. **48**, No 3. P. 369-375.
 6. Utenivazov A.K., Ismailov K.A. The spectral distribution of photosensitivity Al-Al₂O₃-p-CdTe-Mo tours. *Reports of the Academy of Sciences RUz*. 2019. № 5. -P.27-31.
 7. Utenivazov A.K., Ismailov K.A. Effect of ultrasound irradiation on the electro-physical properties of the structure of Al-Al₂O₃-CdTe. // *Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics*. vol. 22, no 2, -P. 165 -170, 2019. <https://doi.org/10.15407/spqeo22.02.165>
 8. Mirsagatov Sh.A., Muzafarova S.A., Baivev M.S., Achilov A.S. "Issledovanie real'nogo stroveniya dioda s bar'yerom Shottki Al-p-CdTe" [The study of real structures of a diode with a Schottky barrier Al-p-CdTe]. // *Uzbek. physical journal*, no.12. -P. 154-160, 2010 (of Uzbekistan).
 9. Achilov A.S., Zaveryukhin B.N., Kalanov M.U., Rustamova V.M. "Rentgenov-skive issledovaniva struktury novogo tipa A^2B^6 privemnika elektromagnitnogo izlucheniva" [X-ray studies structures of a new type of A^2B^6 receiver of electromagnetic radiation]. // *Reports of the Academy of Sciences RUz.*, no. 2, -P. 24-26, 2014.
 10. Vikulin I.M., Kurmashev Sh.D., Stafeyev V.I. "Injection-Based Photodetectors", *Semiconductors*, vol.42, no. 1, -P. 113-127, 2008.
 11. Stafeyev V.I. "Fotoprivemniki IK diapazona na osnove Cd.Hg_{1-x}Te, na primesnykh poluprovodnikakh (Ge i Si) i UF diapazona na osnove sovedineniy A_2B_5 " [IR photodetectors based on Cd.Hg_{1-x}Te, based on impurity water reservoirs (Ge and Si) and the UZI range based on A_2B_5 compounds], 35 years of work at the Research Institute of Applied Physics (1970-2005). Moscow. Orion, 2008.
 12. Stafeyev V.I. "Elektronnyye pribory na osnove poluizolyatorov" [Electronic devices based on semiinsulators], Technology and Design statement in electronic equipment, no. 5, -P. 3-13, 2007.
 13. Utenivazov A.K., Ismailov K.A., Muratov A.S., Dauletmuratov B.K., Kamalov A.B. Amplification of photoelectric injection in the photodiode based on large-grain cadmium telluride films. // *Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics*. vol. 25, no 2, -P. 157 -163, 2022. <https://doi.org/10.15407/spqeo22.02.157>
- РЕЗЮМЕ.** Мақолада токнинг тўғридан-тўғри йўналиши бўйича юқори силжиш кучланишларини қўллашда Al-Al₂O₃-p-CdTe-Mo структурасининг интеграл ток сезгирлигини ўрганиш натижалари келтирилган. Ўрганилаётган Al-Al₂O₃-p-CdTe-Mo структураси тўғридан-тўғри ток йўналиши бўйича ички кучайтирувчи инжекцион фотокатодлиқ сифатида ишлайди, унинг ишлаш тезлиги $\tau \sim 10^{-7}-10^{-6}$ с. $V=7$ В да ёритилганлиги $E \approx 7.85 \cdot 10^{-7}$ лк ок ёруғлик нури билан ёритилганда интеграл токнинг сезгирлиги $S_{int} \sim 1.4 \cdot 10^6$ А/Вт бўлган энг юқори кийматига эришиши аниқланди.
- РЕЗЮМЕ.** В статье приведены результаты исследований интегральной токовой чувствительности структуры Al-Al₂O₃-p-CdTe-Mo при подаче больших напряжений смещения в прямом направлении тока. Показано, что исследуемая структура Al-Al₂O₃-p-CdTe-Mo в прямом направлении тока работает как инжекционный фотоприемник с внутренним усилением, у которого быстродействие равно $\tau \sim 10^{-7}-10^{-6}$ с. Установлено, что интегральная токовая чувствительность достигает наибольшего значения $S_{int} \sim 1.4 \cdot 10^6$ А/Вт при освещении белым светом с освещенностью $E \approx 7.85 \cdot 10^{-7}$ лк и при $V=7$ В.
- SUMMARY.** The article presents the results of studies of the integral current sensitivity of the Al-Al₂O₃-p-CdTe-Mo structure when applying high voltages of shift in the forward direction of the current. It is shown that the studied structure of Al-Al₂O₃-p-CdTe-Mo in the forward direction of the current works as an injection photodetector with internal amplification, which speed is equal to $\tau \sim 10^{-7}-10^{-6}$ s. It is established that the integral current sensitivity reaches the highest value of $S_{int} \sim 1.4 \cdot 10^6$ A/W when illuminated with white light with illumination $E \approx 7.85 \cdot 10^{-7}$ lx and at $V=7$ V.
- ИНТЕГРАЛ ГЕОМЕТРИЯДА БИР МАСЕЛЕНИНГ
ПАРАБОЛАЛАР СЕМЬЯСИДАҒИ ОРНЫҚЛИЛЫҒИ**
Н.У.Утеулиев – физика-математика илимлари докторы, профессор
 Мухаммед Ал-Хорезмий атындағы Ташкент информатика технологиялар университети Нөкис филиалы
А.К.Сеидуллаев – физика-математика илимлари бойынша философия докторы
Г.К.Даниярова – магистрант
 Бердақ атындағы Қарақалпақ мәмлекетлик университети
- Таянч сўзлар:** интеграл геометрия, ечимнинг турғунлиги, вазн функция.
Ключевые слова: интегральная геометрия, устойчивость решения, весовая функция.
Key words: integral geometry, stability of solution, weight function.

Өмірде ушырасатуғын мәселелер менен байланыс-лы болған математиканың көплеген тарауларында кор-рект емес мәселелер пайда болады. Математикалық анализдің классикалық мәселеси болған дифференци-аллау мәселеси мағлыұматларды қайта іслеу менен байланыс-лы болса, бундай мәселелер коррект емес мәселелерге мысал бола алады. Коррект емес мәселелер теориясы хәм оны қоллау бойынша бир неше моногра-фиялар баспадан шыққан. Коррект емес мәселелер те-ориясының ең толық заманагөй жағдайы А. Н. Тихонов, В. Я. Арсенин [1] монографиясында хәм В. К. Иванов, В. В. Васин, В. П. Танана [2] монографияларында сәулендирилген. Коррект емес мәселелер теориясы-ның бир қатар зәрурли бөлимлери М. М. Лаврентьев, В. Г. Романов хәм С. П. Шийшацкийлердің моногра-фиясында көрсетилген [3, 4]. Булар бөлек түрдеги диф-ференциал теңдемелер ушын коррект емес мәселелер, аналитикалық даўамлау мәселелери, дифференциал

теңдемелер ушын кери мәселелер, интеграл геометрия мәселелери.

Интеграл геометрия мәселелери өткен әсирдің басларында үйренилип басланды. Бул мәселелерге де-рек Радон түрлендириулері математикада кеңнен пай-даланған. Интеграл геометрия мәселелери деп, n өл-шемли кеңілікте барлық мүмкин болған гипер те-гисликлер көп-лиги менен кери түрлендириулерди та-быу болып табылады. Бул мәселелер баста И. Радон тәрепинен қаралды [5], кейин ала оның хәр түрли мәсе-лелерин И.М.Гельфанд пенен М.И.Граевлар хәм т.б. авторлар қараған [6].

Интеграл геометрияның Вольтерра типіндеги хәм эллиптикалақ иймекликлер ушын мәселе шешиминің турғынлығы хәм бирден-бирлиги Акб. Бегматов хәм Акр. Бегматовлар тәрепинен үйренилген [7-11]. Бул жумыста интеграл геометрия мәселесинің параболалар