

бўлсин. Бу холда фотоэлемент ўлчами 20-30 см дан иборат бўлади. Фотоэлементдаги оқим зичлиги $G = 500 \text{ Вт/м}^2$ деб ҳисоблаймиз ва фотоэлементнинг фойдали иш коэффициентни топамиз. Бизга маълумки, батареянинг қуввати қуйидаги формула ёрдамида ҳисоблаймиз

$$P = n \cdot 15$$

Бу ерда n гетероструктурали қуёш батареяси фотоэлементларнинг умумий сони. У холда фотоэлементнинг фойдали иш коэффициентини қуйидаги формула орқали топамиз

$$\eta = \frac{P}{S \cdot G}$$

Формулага зарур катталикларнинг қийматларини қўйиб

$$P = 900 \cdot 15 = 1350 \text{ Вт}$$

$$S = 0.06 \text{ м}^2 \cdot 900 = 54 \text{ м}^2$$

фотоэлементнинг фойдали иш коэффициентни топамиз

$$\eta = 1350 / 54 \cdot 500 = 0.05$$

Демак,

$$\eta = 5\%$$

экан. Фараз қилайлик, қуёш батареясининг юзаси $S = 0.25 \text{ м}^2$, ток кучи $I = 3 \cdot 10^{-3} \text{ А/см}^2$, нурланиш зичлиги эса $G = 300 \text{ Вт/см}^2$ бўлсин. Фойдали иш коэффициентининг қиймати $\eta = 0.3\%$ бўлади [1:306].

У холда зарурий катталикларнинг қийматидан фойдаланиб, қуёш батареясининг электр юритувчи

кучини топамиз. Батареянинг қуввати қуйидаги формула билан топилади

$$P = E \cdot I = S \cdot G \cdot \eta$$

Бу ердан, электр юритувчи куч ифодасини оламиз

$$E = \frac{S \cdot G \cdot \eta}{I} = \frac{300 \cdot 10^{-4} \cdot 0.3}{3 \cdot 10^{-3}} = 3 \text{ В}$$

Охирги формуладан олинган натижалардан кўринадики, гетероструктурали қуёш батареясининг электр юритувчи кучи берилган доимий параметрлар уун 3 в ташкил этар экан.

Ҳозирги вақтда гетероструктурали қуёш фотоэлементи ячейкаларининг фойдали иш коэффициентини 50÷60 фоизга ошириш устида илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бунинг учун гетероструктурали плёнкаларни 4÷8 марта устма-уст ўрнатиш зарур бўлади [2:113]. Ушбу тадқиқотлар натижасида қурилма қуввати оширилади ҳамда ишлаб чиқариш нархи кескин пасаяди. Таҳминларга кўра, оддийлиги ва арзон материаллардан тайёрланганлиги туфайли келажакда гетероструктуралардан ташкил топган қурилмаларни ишлаб чиқаришда янада кам маблағ талаб қилинади.

Хулоса. Ушбу мақолада қуёш энергетика қурилмасининг гетероструктурага асосланган фотоэлементларнинг физикавий хоссалари ўрганилди. Гетероструктурали қуёш батареяси фотоэлементининг фойдали иш коэффициентни, қуввати ҳамда электр юритувчи кучининг қийматлари аналитик йўл билан ҳисобланди.

Адабиётлар

1. Удалов Н.С. Возобновляемые источники энергии. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2009. -С. 305-306, 412.
2. Виссарионов В.И. Солнечная энергетика : учебное пособие для вузов. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2008. -С. 113-115, 320.
3. Тайланов Н. Гетероструктурали қуёш батареяси фотоэлементининг фойдали иш коэффициентни. //Физико-технологическое образование. 2020. №. 1.

РЕЗЮМЕ

Мақолада қуёш энергиясини электр энергиясига айлантирадиган ҳозирги кунда мавжуд юпқа пардали технологиялар бир бири билан таққосланган. Аморф микрокристаллик кремний асосидаги қуёш элементларини рақобатбардошлигини таъминлайдиган ишлаб чиқариш технологиясининг ўзига хос асосий хусусиятлари келтирилган.

РЕЗЮМЕ

В статье проведён сравнительный анализ существующих на сегодняшний день тонкоплёночных технологий для преобразования солнечной энергии в электроэнергию. Приведены основные особенности технологии производства на основе аморфного и микрокристаллического кремния солнечных элементов, обеспечивающие их конкурентные преимущества.

SUMMARY

The article deals with comparative analysis of existing to date thin pellicle technologies for transformation of sunny energy to electric power is conducted. Basic features over technology of production are brought on the basis of amorphous and microcrystalline silicon of sunny elements, providing them competitive edges.

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА РЕКОМБИНАЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ В СТРУКТУРЕ $\text{Al-Al}_2\text{O}_3\text{-p-CdTe-Mo}$

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

Каракалпакский государственный университет имени Бердаха

Б.К.Даулетмуратов – доктор технических наук, доцент

М.Т.Нсанбаев – ассистент преподаватель

Нукусский государственный педагогический институт имени Ажиянйаза

А.Т.Асанова – магистрант

Каракалпакский государственный университет имени Бердаха

Таянч сўзлар: ультратовуш нурланиши (УТН), пленка, МОЯЎ - тузилма, инжекция, жуфтлашган рекомбинация комплекси, токнинг тез ўсиши.

Ключевые слова: ультразвуковое облучение (УЗО), пленка, МОП – структура, инжекция, парный рекомбинационный комплекс, быстрый рост тока.

Key words: ultrasonic irradiation (UST), film, MOS - structure, injection, pair recombination complex, rapid current growth.

Общеизвестно, что кремний до сих пор является основным материалом полупроводниковой электроники. Известно так же, что он исчерпал свои возможности, в частности в области быстродействия. В силу этого во всем мире ведется интенсивный поиск новых материалов, которые могли бы заменить кремний и в чем-то превзойти его. И тут первое место занимают полупроводники групп A^2B^5 и A^2B^6 , причем среди полупроводников группы A^2B^6 особое место занимает теллурид

кадмия, поскольку ширина его запрещенной зоны (1.45 eV) совпадает с максимумом солнечного спектра, в силу чего по теоретическим оценкам КПД солнечного элемента (СЭ), изготовленного на основе CdTe, может достигать 29% [1]. В тоже время, как и все полупроводники группы A^2B^6 , CdTe содержит очень много дефектов самой различной природы, что, безусловно, ухудшает характеристики как СЭ, так и других приборов (в частности детекторов рентгеновского и γ - излучений)

[2, 3]. На данный момент солнечные элементы на основе материалов A^2B^6 главным образом создаются на основе гетероперехода $nCdS-pCdTe$. Главным недостатком такой структуры является спонтанное формирование на границе раздела слоя твердого раствора Cd_xTe_{1-x} , составом которого очень трудно управлять. На решение этой проблемы направлен ряд работ [4-6].

В то же время, на наш взгляд, необходимо вести исследования и по другому направлению, используя МОП-структуры. При этом следует помнить, что фотоэлектрические и электрофизические свойства как гетеропереходов, так и МОП-структур сильно зависят от процессов на поверхности полупроводников, которые влияют непосредственно на надежность и стабильность практически всех полупроводниковых приборов. При разработке СЭ на основе $CdTe$ обычно используются крупноблочные поликристаллические пленки $CdTe$ со столбчатой структурой зерен, называемых обычно кристаллитами. Уникальной особенностью этого материала является то, что эти кристаллиты в направлении вертикального роста являются, по сути, монокристаллами, а в направлении горизонтального роста – поликристаллами. Данная работа посвящена изучению влияния ультразвукового облучения (УЗО) на рекомбинационные параметры в $Al-Al_2O_3-pCdTe-Mo$ – структуре.

Пленочные структуры $p-CdTe$ со столбчатой структурой зерен на Mo подложке методом сублимации в потоке водорода. На поверхности полученных пленок $p-CdTe$ была создана МОП-структура путем напыления алюминия в вакууме ($\sim 10^{-5}$ Торр) [7]. Пленки $p-CdTe$ имели удельное сопротивление $\rho \sim 10^9 - 10^{11} \Omega \cdot cm$ и время жизни неосновных носителей-электронов $\tau \sim 10^{-8} - 10^{-7}$ с. Проведенный рентгеноструктурный анализ показал [8, 9], что в проведенном технологическом процессе образуется тонкий окисный слой Al_2O_3 с толщиной ~ 30 нм, но этот слой играет очень важную роль в работе полученной структуры. Именно благодаря ему здесь получается не структура металл – полупроводник, а МОП-структура, а именно $Al-Al_2O_3-pCdTe$ (металл Al , окисел Al_2O_3 , полупроводник $CdTe$).

В работе [10] нами были исследованы влияние ультразвукового облучения на электрофизические свойства структуры $Al-Al_2O_3-pCdTe$. Ультразвуковое облучение проводилось на частоте 2.5 МГц с мощностью $P=1$ Вт/см² в течение 15 минут. Было показано, что УЗО существенно влияет на флуктуации поверхностных зарядов на границе раздела и устраняет нестабильные точечные дефекты, находящиеся в приповерхностном слое полупроводника.

Для установления закономерности протекания тока рассмотрим вольтамперные характеристики структуры в прямом направлении тока до и после УЗО (см. рис. 1).

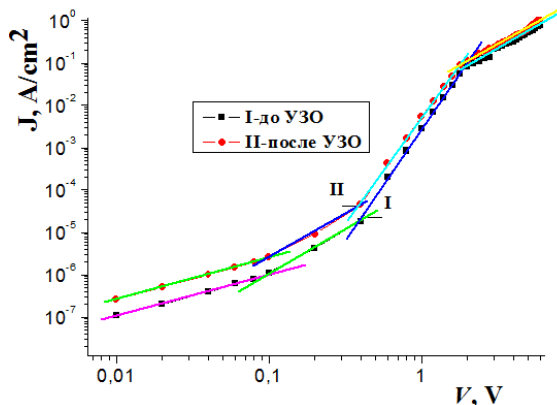


Рис.1. Вольтамперные характеристики типа $J \sim V^\alpha$ с различными наклонами при прямом направлении тока до и после УЗО. I: 1-1, 2-2, 3-5.3, 4-2; II: 1-1, 2-2, 3-5, 4-2.

Проведенное исследование показывает, что имеет место степенная зависимость тока от напряжения типа

$J=AV^\alpha$, причём показатели степени- α до и после УЗО практически не отличаются. Из рисунка 1 видно, что обе вольт-амперные характеристики имеют четыре участка, которые описываются степенными зависимостями тока от напряжения смещения типа $J \sim V^\alpha$ с различными значениями показателя степени « α », а именно $J \sim V$, $J \sim V^2$, $J \sim V^{5.3}$, $J \sim V^2$. В [11] такая последовательность ВАХ была объяснена изменением условий рекомбинационных процессов. Рекомбинационные процессы происходят сначала через простые локальные центры, затем, при больших плотностях тока – через сложные комплексы, внутри которых происходит обмен неравновесными носителями. В частности, линейный участок $J \sim V$ и следующая за ним зависимость $J \sim V^2$ хорошо объясняются в рамках представлений о рекомбинации, идущей через простые локальные примесные центры. Но далее идёт участок резкого роста тока $J \sim V^\alpha$, где $\alpha > 2$, и за ним второй квадратичный участок $J \sim V^2$, которые в эту модель не укладываются. Видимо, рекомбинационные процессы идут через сложные комплексы.

Такие сложные комплексы могут быть различной природы. Они могут изначально содержаться в материале, как например донорно-акцепторные пары, существующие в полупроводниках A^2B^6 , или возникать в результате рекомбинационно-, температурно- или фото- стимулированных процессов. Возможно также возникновение сложных парных комплексов и в результате радиационных и других внешних воздействий. В работе [12] были собраны различные модели таких комплексов и показано, что статистика рекомбинации неравновесных носителей в этом случае будет отличаться от классической статистики Шокли-Рида. В результате скорости рекомбинации неравновесных носителей, происходящей через такой сложный комплекс имеет вид: Это могут быть донорно-акцепторные пары, комплексы типа примесь+вакансия, примесь+междоузельный дефект или дефекты типа пар Френкеля, возникающие в результате рекомбинационно-стимулированных или фото-стимулированных процессов. В [12] собраны различные модели таких сложных комплексов. При этом схема рекомбинации, происходящей через такой двухуровневый комплекс, будет примерно одинаковой для всех моделей. Она показана на рис.2.

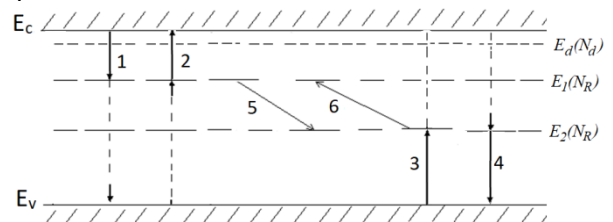


Рис.2. Схема рекомбинации через парный рекомбинационный комплекс. Пунктирами показаны не учтенные переходы

1 – $c_{n1}N_R(1-f_1)$; 2 – $c_{p1}N_R f_1 n_{11}$ – 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 – $c_{i2}N_R f_1(1-f_2)$; 6 – $c_{i2}N_R f_2(1-f_1)e^{\frac{E_2-E_1}{kT}}$ – обмен между уровнями E_1 и E_2 , где $(c_{i2})^{-1} = \tau_{ii}$ – 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 [12] показано также, что скорость реком-

бинации U , идущей через все такие комплексы, может быть представлена в виде:

$$U = N \frac{c_{n1} c_{p2} (pn - n_i^2)}{c_{n1}(n + n_{11}) + c_{p2}(p + p_{12}) + \tau_i c_n pn}. \quad (1)$$

Здесь N - концентрация комплексов, c_{n1} - коэффициент захвата электрона из зоны проводимости на верхний уровень E_1 , c_{p2} - коэффициент захвата дырки из валентной зоны на нижний уровень E_2 , τ_i - время внутри-комплексного обмена электронами, т.е. время обмена электронами между уровнями E_1 и E_2 , n_{11} и p_{12} - аналоги статистических факторов Шокли-Рида для уровней E_1 и E_2 , лежащих внутри запрещённой зоны и образующих парный рекомбинационный комплекс:

$$n_{11} = N_c e^{-\frac{E_c - E_1}{kT}}, \quad p_{12} = N_v e^{-\frac{E_2 - E_v}{kT}}.$$

В выражении (1) последний член в знаменателе описывает внутрикомплексный обмен электронами. Когда этот член мал, то есть

$$c_{12} pn \ll c_{n1}(n + n_{11}) + (p + p_{12}), \quad (2)$$

то выражение (1) практически ничем не отличается от обычного выражения статистики Шокли-Рида. В этом случае ВАХ для достаточно длинного диода ($d/L \gg 1$) описывается известным законом Ламперта:

$$V = \sqrt{\frac{8 d^3 J}{9 q \mu_p \mu_n \tau_n N_A}} = B_0 \sqrt{J}. \quad (3)$$

Здесь μ_n , τ_n - подвижность и время жизни электронов, μ_p - подвижность дырок, J - плотность тока, d - толщина базы.

Как уже отмечалось в [13] структура Al-Al₂O₃-p-CdTe-Mo может рассматриваться как n^+ -р-структура с двумя омическими металлическими контактами и длинной базой ($d/L_n \sim 10-20$, где d - длина р-базы, т.е. слоя CdTe, а L_n - диффузионная длина неосновных носителей, т.е. электронов). В силу этого выражение (3) хорошо объясняет первый квадратичный участок.

Как видно из рис.1, на прямой ветви ВАХ при малом уровне возбуждения ток от напряжения описывается линейной зависимостью, затем появляется квадратичный участок.

Используя экспериментальные результаты, вычисляем значение произведения подвижности на время жизни электронов до УЗО: $\mu_n \tau_n \approx 6.15 \cdot 10^{-6} \text{ см}^2/\text{В}$. При этом сначала по наклону зависимости $J \sim V^2$ (см.рис.1) определяем величину $B_0 \approx 95 \text{ В} \cdot \text{см} \cdot \text{А}^{-1}$, а значение $N_A \approx 10^{10} \text{ см}^{-3}$ находим из линейного участка ВАХ. Эти параметры после УЗО оказались равными: $\mu_n \tau_n \approx 5 \cdot 10^{-6} \text{ см}^2/\text{В}$, $B_0 \approx 68 \text{ В} \cdot \text{см} \cdot \text{А}^{-1}$, $N_A \approx 2.4 \cdot 10^{10} \text{ см}^{-3}$. По этим данным вычисленные значения τ_n , при значении $\mu_n = 100 \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$, оказались равными: $\tau_n \approx 6.15 \cdot 10^{-8} \text{ с}$ и $\tau_n \approx 5 \cdot 10^{-8} \text{ с}$, соответственно, до и после УЗО. Такая величина постоянного времени почти совпадает с литературными данными [14]. Таким образом, полученные экспериментальные данные указывают, что у нас в результате воздействия УЗО немного растёт время жизни электронов τ_n и концентрация легирующих примесей N_A , что хорошо объясняет небольшое увеличение тока на первом квадратичном участке.

На рис.1 после квадратичного участка следует участок резкого роста тока, который описывается степенной зависимостью типа $J \sim V^a$, где $a > 2$. Согласно теории

[12], такой участок резкого роста тока реализуются, когда рекомбинация неравновесных носителей тока идет с задержкой, т.е. с участием комплексов, внутри которых происходит электронный обмен. В этом случае ВАХ имеет следующее аналитическое выражение:

$$V = \frac{(b+1)d^2 N_R}{N_A \mu_n \tau_i} + \frac{d \sqrt{J}}{q \mu_n (b+1) C} - \frac{2(b+1)d^2 N_R}{N_A \mu_n c_p \tau_i C \sqrt{J}} = A + B \sqrt{J} - \frac{D}{\sqrt{J}}. \quad (4)$$

В исследуемой структуре база является сильно компенсированным полупроводником (p-CdTe), поэтому $N_A = N_a - N_d$ - концентрация мелких акцепторных центров, а параметр C связан с концентрацией электронов соотношением [12, 15]:

$$n(0) = C \sqrt{J}. \quad (5)$$

где $C = \frac{n_n}{q(b+1)V_p^+}$, V_p^+ - параметр, обусловленный неидеальностью n^+ -р-перехода.

Из выражения (4) можно определить такие параметры, как N_R / τ_i , $n(0)$, $c_n / a \tau_i$ (τ_i - время задержки внутри комплекса, N_R - концентрация комплексов). Зависимость (4) позволяет описать любые значения наклона ВАХ типа $J \sim V^a$, в том числе участка резкого роста. Составляя уравнение прямой линии для двух заданных экспериментальных точек (J_1, V_1 и J_2, V_2), определяем значение напряжения

$$V = V_1 - \frac{V_1 - V_2}{J_2 - J_1} J_1, \quad (6)$$

которое приравняем к значению $A = \frac{(b+1)d^2 N_R}{N_A \mu_n \tau_i}$ из

формулы (4), затем при помощи этого выражения определяем параметр N_R / τ_i . Для определения параметров из участка резкого роста тока выбирались три экспериментальные точки (V_1, J_1), (V_2, J_2), (V_3, J_3), и для них составляли два уравнения для определения коэффициентов B и D

$$B = \frac{V_2 - V_1}{\sqrt{J_2} - \sqrt{J_1}} - \frac{D \left(\frac{1}{\sqrt{J_1}} - \frac{1}{\sqrt{J_2}} \right)}{\sqrt{J_2} - \sqrt{J_1}}, \quad (7)$$

$$D = \frac{(V_3 - V_2) - (V_2 - V_1) \frac{\sqrt{J_3} - \sqrt{J_2}}{\sqrt{J_2} - \sqrt{J_1}}}{\left(\frac{1}{\sqrt{J_2}} - \frac{1}{\sqrt{J_3}} \right) - \left(\frac{1}{\sqrt{J_1}} - \frac{1}{\sqrt{J_2}} \right) \frac{\sqrt{J_3} - \sqrt{J_2}}{\sqrt{J_2} - \sqrt{J_1}}}, \quad (8)$$

затем приравняли их к аналитическим значениям из формулы (4). Далее, подставляя $d = 10 \text{ мкм}$, $\mu_n = 100 \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$ и $N_A \approx 10^{10} \text{ см}^{-3}$ в эти выражения, определяем параметры: $\mu_n C$, $1/c_p \tau_i$. После чего при помощи формулы (5) определяем концентрацию инжектированных электронов $n(0)$ в начале и в конце третьего участка. Все вычисленные параметры из данного участка ВАХ приводятся в таблице 1.

После участка резкого роста тока вновь появляется квадратичный участок. Такая последовательность участков ВАХ, согласно теории [12], появляется тогда, когда скорость рекомбинации на комплексах выходит на полное насыщение $U \approx N_R / \tau_i$, и в этом случае квадратичный участок ВАХ описывается выражением [12]:

$$V = \frac{(b+1)d^2 N_R}{2 N_A \mu_n \tau_i} + \frac{d \sqrt{J}}{q \mu_n (b+1)} \quad (9)$$

Параметры, определенные из данного участка до и после облучения, соответственно, равны: $N_R / \tau_i \approx 2.45 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$, $N_R / \tau_i \approx 5.6 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$, которые также занесены в табл.1. Полученные значения N_R / τ_i показывают, что при одном и том же значении напряжения ток на втором квадратичном участке должен практически не меняться, что хорошо подтверждает ВАХ, приведённая на рис.1.

Таким образом, проведённое экспериментальное воздействие УЗО на структуру Al-Al₂O₃-p-CdTe-Mo показывает, что при прямом направлении приложенного напряжения ток в результате воздействия УЗО сначала немного возрастает, а затем практически не меняется. Эти факты однозначно указывают на то, что физическая природа рекомбинационных процессов меняется в процессе возрастания тока. Сначала рекомбинационные процессы происходят в условиях, когда внутрикомплексный обмен несущественен, и парный сложный

новый комплекс ведёт себя как простая ловушка Шокли-Рида. А затем, при более высоких уровнях инжекции роль внутрикомплексного обмена электронами возрастает, тогда появляются участки более быстрого роста и второй квадратичный участок. Хочется особо подчеркнуть, что эти два участка, несмотря на внешнюю схожесть, имеют разную физическую природу. Это ясно видно из сравнения формул (3) и (9). В (9) мы видим величину τ_i – время внутрикомплексного обмена, которого нет в выражении (3). Именно этим объясняется различное влияние УЗО на первый и второй квадратичные участки. По-видимому, УЗО убирает не только поверхностные эффекты, о чём отмечалось в [10], но также и объёмные, в результате чего возрастает концентрация легирующих примесей и рекомбинационных комплексов, что и приводит к увеличению тока на первом участке и мало меняет его на втором.

В заключение хотелось подчеркнуть, что проведённое исследование влияния УЗО на рекомбинационные параметры в Al-Al₂O₃-p-CdTe-Mo – структуре однозначно подтверждает справедливость предположения о том, что рекомбинационные процессы в этой структуре происходят через сложный парный рекомбинационный комплекс.

Таблица 1. Параметры, определенные из участков ВАХ

Номер образца	Участок ВАХ	$\mu_n \tau_n, \text{ cm}^2 \cdot \text{V}^{-1}$	$N_R / \tau_i, \text{ cm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$	$n(0), \text{ cm}^{-3}$	$N_A, \text{ cm}^{-3}$	$\frac{1}{c_p \tau_i}, \text{ cm}^{-3}$
Прямая ВАХ						
1. До УЗО	$J \sim V$ $J \sim V^2$ (Закон Ламперта) $J \sim V^{5.28}$ $J \sim V^2$	$6.15 \cdot 10^{-6}$	$5.6 \cdot 10^{16}$ $2.45 \cdot 10^{17}$	$2.26 \cdot 10^{10} - 5 \cdot 10^{11}$ $2.95 \cdot 10^{13} - 9.1 \cdot 10^{13}$	10^{10}	$1.02 \cdot 10^{10}$
2. После УЗО	$J \sim V$ $J \sim V^2$ (Закон Ламперта) $J \sim V^5$ $J \sim V^2$	$5 \cdot 10^{-6}$	$1.35 \cdot 10^{17}$ $5.6 \cdot 10^{17}$	$3.8 \cdot 10^{10} - 5.7 \cdot 10^{11}$ $3.95 \cdot 10^{13} - 1.2 \cdot 10^{14}$	$2.4 \cdot 10^{10}$	$1.22 \cdot 10^{10}$

Литература

1. Gloeckler M., Sankin I. And Zhao Z. CdTe solar cells on the doorstep up to 20% efficiency. IEEE J. Photovolt. vol. 3, no. 4, pp. 1389-1393, 2013.
2. Харбеке Г. Поликристаллические полупроводники. -М.: «Мир», 1989, -С. 341.
3. Muzafarova S.A., Aitbaev B.U., Mirsagatov Sh.A., Durshimbetov K., Zhanabergenov Z. Research of an intermediate layer on interface, n⁺-CdS/p-CdTe. Semiconductor, vol. 42, no.12, 2008, -P. 1409-1414.
4. Khrvdunov G. Development organic backcontact for thin-film CdS/CdTe solar cell / G. Khrvdunov, S. Bereznev, A. Meriuts, G. Kopach, N. Kovtun, N. Devneko // Physics And Chemistry of Solid State. 2010. Vol. 11, Issue 1. -P. 248-251.
5. Wu. H. p-CdTe/n-CdS photovoltaic cells in the substrate configuration / H. Wu. - Rochester, -N-Y.: 2014. -P.104.
6. Zeng, G. Effects of different CdCl₂ annealing methods on the performance of CdS/CdTe polycrystalline thin film solar cells / G. Zeng, J. Zhang, B. Li, W. Li, L. Wu, W. Wang, L. Feng / Science China Technological Sciences. 2015. Vol. 58, Issue 5. -pp. 876-880. DOI: 10.1007/s11431-015-5787-2
7. Mirsagatov Sh.A., Uteniyazov A.K. Injection photodiode based on p-CdTe film. Techn. Phys. Lett. 2012. 38, No 1. pp. 34-37. DOI: 10.1134/S1063785012010099.
8. Mirsagatov Sh.A., Muzafarova S.A., Байиев М.С. Ачилов А.С. Исследование реального строения диода с барьером Шоттки Al-p-CdTe. Узб. Физический журнал. № 12. -С. 154-160, 2010.
9. Ачилов А.С., Заверюхин Б.Н., Каланов М.У., Рустамова В.М. Рентгеновские исследования структуры нового типа А₂В₆ приемника электромагнитного излучения. ДАН РУз., №2. -С. 24-26, 2014.
10. Uteniyazov A.K., Ismailov K.A. Effect of ultrasound irradiation on the electrophysical 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>
11. Mirsagatov Sh.A., Uteniyazov A.K. The mechanism of current transport in the structure Al-p-CdTe-Mo with different thickness of the base. // PSE, 2015, vol. 13, № 3, -P. 325-329.
12. Leyderman A.Yu., Minbaeva M.K. Direct rapid growth mechanism current in semiconductor diode structures. //Semiconductors, vol.30, no. 11, -P. 1729-1738, 1996.
13. Leyderman A.Yu., Uteniyazov A.K., Nsanbaev M.T. Recombination processes in the Al-n-Al₂O₃-p-CdTe-Mo structure]. // International Scientific journal "Global science and innovations 2020: Central Asia" Nur-Sultan, KAZAKHSTAN, Feb-March 2020, № 3(3), -P. 29-32.
14. Ламперт М., Марк П. Инжекционные токи в твёрдых телах. -Москва: «Мир», 1972. -С. 416.
15. Адирович Э.И., Карагеоргиев-Алкалаев П.М., Лейдерман А.Ю. Токи двойной инжекции в полупроводниках. -Москва: «Советское радио», 1978, -С.320.
16. 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.

РЕЗЮМЕ

Бу мақолада Al-Al₂O₃-p-CdTe-Mo структуранинг рекомбинацион параметрларига ультратовуш нурланишининг (УТН) таъсири ўрганилган. Аниқландики, бундай структурада мувозанатсиз ташувчиларнинг рекомбинацияси мураккаб жуфтлашган рекомбинация комплекслари орқали содир бўлади ва ультратовуш таъсири натижасида ҳам майда акцепторлар миқдори ҳам чуқур рекомбинация марказлари сони ортади.

РЕЗЮМЕ

В статье исследованы влияние ультразвукового облучения (УЗО) на рекомбинационные параметры в Al-Al₂O₃-p-CdTe-Mo – структуре. Установлено, что рекомбинация неравновесных носителей в такой структуре происходит через сложные парные рекомбинационные комплексы и в результате ультразвукового воздействия увеличивается количество как мелких акцепторов, так и глубоких рекомбинационных центров.

SUMMARY

In the article investigates the effect of ultrasonic irradiation (UST) on the recombination parameters in the Al-Al₂O₃-p-CdTe-Mo - structure. It was found that the recombination of nonequilibrium carriers in such a structure occurs through complex pair recombination complexes and, as a result of ultrasonic treatments, the number of both small acceptors and deeprecombination centers increases.

Biologiya. Geografiya

УЎК 595.754

ЯРИМҚАТТИҚҚАНОТЛИЛАР ҲАЩАРОТЛАРИНИНГ ЎЗБЕКИСТОН ҚИЗИЛ КИТОБИГА КИРИТИЛГАН ВА ЙЎҚОЛИБ КЕТИШ ҲАВФИ БОР ТУРЛАРИ

Ж.К.Абдуллаева – докторант

Мирзо Улугбек номидаги ЎзМУ

М.Ж.Медетов - катта илмий ходим

А.С.Юсупова – докторант

ЎзР ФА Зоология институти

А.Ж. Юсупова - мустақил тадқиқотчи

Бердақ номидаги Қорақалпоқ давлат университети

Б.Д.Гулимбетов – докторант

Ажиниёз номидаги Нукус давлат педагогика институти

Таянч сўзлар: Қизил китоб, яримқаттиққанотлилар, қандада, биологик хилма-хиллик, муҳофаза, омиллар.

Ключевые слова: Красная книга, полужесткокрылые, клопа, биологическое разнообразие, защита, факторы.

Key words: Red Book, hemiptera, bug, biological diversity, protection, factors.

Қирши. Дунё микёсидаги, ҳудудий ва миллий тажрибалардан келиб чиқиб, биологик хилма-хиллик ҳолатини ҳисобга олиш ва назорат қилиш республиканинг барқарор ривожланишига эришиш учун ўсимлик ва ҳайвонот оламини мониторинг қилиш, сақлаш ва камайиб кетаётган ҳамда йўқолиб кетиш ҳавфи остидаги ҳашаротлар турларини IUCN рўйхати таркибига ва шунингдек, Марказий Осиёнинг Қизил китобига киритиш бўйича замонавий шароитларда экологик миниторинг олиб бориш долзарб саналади. Ўзбекистонда фаолият олиб борувчи илмий жамоатчиликнинг биологик хилма-хилликнинг таркибий компонентларини аниқлаш ва мониторинг қилиш соҳасида давлат ва халқаро жамоатчилик олдида ички ва ташқи мажбуриятларни тўлиқ бажаришлари мақсадида ҳайвонот олами ҳақидаги кадастр маълумотларни тақдим этиш жараёнини фаоллаштириш талаб қилинади. Ушбу мақсадга эришиш учун энг аввало, ушбу йўналишда давлат томонидан ишларни қўллаб-қувватлаш нисбатан муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади, бунда Ўзбекистон Республикаси миллий ва халқаро даражада ушбу соҳага етарли даражада эътибор қаратмоқда.

Сўнгги бир неча ўн йилликлар давомида табиатдан фойдаланиш кучайиши натижасида Ўзбекистонда ҳайвонларининг кўпгина турларига антропоген таъсир кучли даражада таъсир кўрсатиши қайд қилинмоқда, жумладан айрим турларнинг тарқалиш ареали қисқариши ва сон миқдори камайиши кузатилмоқда, улардан айримлари йўқолиб кетиш ёки тўлиқ ҳолатда йўқолиш ҳавфи чегарасига келиб қолганлиги қайд қилинади.

Бунда кўпгина ҳайвонлар турларининг сон миқдори чегаравий даражада ўзгариши қайд қилинмаса-да, бироқ тинимсиз камайиб бориши кузатилмоқда. Бу турларнинг барчаси ёввойи табиатда йўқолиб кетиш ҳавфи юқори бўлган турлар сифатида қайд қилинади ва Ўзбекистон республикасининг Қизил китобига, бутунжаҳон табиатни муҳофаза қилиш иттифоқи (БТМИ) Қизил рўйхати таркибига киритилган, шунингдек бу турлар Ўзбекистон ҳам аъзо бўлган, йўқолиб кетиш ҳавфи остидаги ҳайвонот ва ўсимлик олами турларининг халқаро савдоси ҳақидаги Конвенция (СИТЕС) иловаларида қайд қилинган.

Табиий ҳайвонот оламининг бу кўринишдаги турлари (кенжа турлари) Ўзбекистон республикасида қонунчилик йўли билан муҳофаза қилинувчи ҳолат ва фойдаланиш бўйича махсус белгиланган регламентларга эга ҳисобланади [1,2,3,4,5].

Ўзбекистоннинг биринчи Қизил китоби 1983 йилда нашр қилинган бўлиб, унга умуртқали ҳайвонларнинг 63 тури киритилган эди. Қизил китоб даврий нашрдир ва ҳар ўн йилда камида бир марта янгиланиб чоп этилиши лозим. Ушбу муддат ичида Қизил китобга киритилган турларнинг мақоми ўзгариши, олиб борилган махсус муҳофаза чоралари туфайли баъзи турларнинг сони тикланиши ва аксинча, бошқа турларнинг сони яшаш шароитининг ёмонлашуви ҳамда бошқа таъсир этувчи омиллар ҳисобига қисқаришда давом этиши ва ҳаттоки бошқа тоифага ўтиши мумкин. Фанлар академиясининг сайёҳаракатлари билан юртимиз фаунасининг шу кундаги аҳволини ва кўпгина ҳайвонлар турлари мақомини баҳолашга имкон берувчи жуда бой маълумотлардан 2016 йилда нашр қилинган Қизил китобга сўт эмизувчиларнинг 30 тури (кенжа турлар билан 32), кушларнинг 48 тури (кенжа турлар билан 51), судралиб юривчиларнинг 16 тури, балиқларнинг 17 тури (кенжа турлар билан 18), халқасимон чувалчангларнинг 3 тури, моллюскаларнинг 14 тури (кенжа турлар билан 15) ва бўғимоёқлиларнинг 60 тури (кенжа турлар билан 61) киритилган. Мазкур нашрда қўлланилган турларнинг табиатда йўқ бўлиб кетиш ҳавфи тоифаларининг миллий тизими ТМХИ нинг (2001) миқдорий мезонлардан фойдаланилган замонавий 3.1-талқинига асосланган [6,7,8].

Материал ва усуллар. Тадқиқотлар 2018-2021 йиллар давомида Қизил китобда картадаги нуқталарда ва Ўзбекистон республикасининг барча табиий ва антропоген ҳудудларида олиб борилди. Тадқиқотларда Кириченко (1951), Kerzhner (1962), Асанова ва Исаков (1977) ҳамда Голуб (2012) ларнинг усуллари асосида олиб борилди. Қандалаларни йиғишда диаметри 34-40 см бўлган энтомологик туткич (сачок) ва диаметри 1X1 бўлган оқ мато лардан фойдаланилди. Бунда даласининг 5 та нухтасидан сачокнинг 20 та ҳаракати орқали намуналар олинади. Олинган намуналардаги қандалалар сони алоҳида ҳисоб қилиниб сачокнинг 100