

Рис. 6.9. Зворотні гілки ВАХ структури $\text{Au-TiB}_x\text{-}n\text{-}n^+\text{-GaAs}$ до УЗО (напівзаповнені точки) та після U04-31 (порожні точки). Точки – експеримент, лінії – апроксимація частини ВАХ згідно з (6.5) (суцільна) та (6.4) (пунктир)

При перевищенні інтенсивністю УЗО порогу (близько $2,5 \div 3 \text{ Вт/см}^2$) спостерігалось значне, на $1 \div 2$ порядки, зростання величини зворотного струму для обох груп ДШ, переважно зумовлене збільшенням термоемісійної компоненти. Зокрема для діодів першої групи в результаті високоінтенсивної УЗО змінився характер перенесення заряду — див. рис. 6.9. Відомо, що надпорогова УЗО здатна викликати генерацію дефектів різного типу в об'ємі та приповерхнево-му шарі GaAs [61], спричинити перебудову дефектної структури межі розділу [94]. Для досліджених структур подібні ефекти мають викликати зниження Φ_b внаслідок ефекту Шоттки та збільшення величини зворотного струму, що і спостерігається на експерименті.

6.3. Акустовідпал γ -індукованих дефектів у структурах $\text{Au-SiO}_2\text{-Si}$

Відомо, що радіаційні дефекти можуть ефективно взаємодіяти з пружними коливаннями. Одним із проявів цього явища є відпал дефектів внаслідок УЗО при температурах, значно нижчих ніж це відбувається при без-звуковому нагріванні. Подібні процеси спостерігалися у монокристалах Si [111–114],

Ge [115], напівпровідникових [116, 639] та лужногалоїдних [117] сполук. Зазвичай вони пов'язуються з розпадом радіаційно–утворених комплексів та АІ дифузією дефектів до різноманітних стоків. Крім того, в літературі показана можливість часткового відновлення за допомогою УЗО параметрів опромінених поверхнево–бар'єрних структур, таких як, наприклад, сонячні елементи [120] чи світловипромінюючі діоди [104, 122]. Найчастіше дослідження проводяться для γ –опромінених структур, проте показана можливість ефективного впливу пружних коливань і на порушення періодичності, викликані рентгенівськими променями [117], нейтронами [115] чи електронами [104, 122].

Дослідники не залишили поза увагою і можливість впливу УЗО на властивості таких промислово–важливих структур, як система кремній — оксид кремнію. Зокрема, повідомлено про АІ зміни дефектного стану межі Si–SiO₂ [62, 97, 98] та часу життя неосновних носіїв у області кремнію, що прилягає до контакту [93, 94]. Крім того, декілька робіт присвячено виявленню наслідків УЗО структур метал–окис–напівпровідник (МОН) на основі кремнію, опромінених γ –квантами ⁶⁰Со з дозою 10⁶ рад [118, 119]. Об'єктом досліджень були структури Si–SiO₂, виготовлені методом термічного окислення *n*–кремнію з питомим опором 0,2 Ом·см. У результаті вимірів ВФХ зроблено висновок про зменшення ефективного поверхневого заряду та генераційного часу життя у приконтактній області кремнію і незначне зростання швидкості поверхневої рекомбінації. Автори пов'язали виявлені ефекти з дифузією дефектів та розпадом домішкових асоціатів у акустичному полі, причому зазначають, що виявлені процеси послаблені, порівняно з неопроміненими структурами, внаслідок радіаційно–стимульованої релаксації напруг на межі Si–SiO₂.

У підрозділі розглянуто результати досліджень впливу УЗО на перенесення заряду в опромінених структурах Au–SiO₂–Si. Мета полягала у з'ясуванні можливості відновлення працездатності діодів Шотткі, створених на основі МОН структур і суттєво деградованих внаслідок опромінення. Хоча зазначені роботи [118, 119] і були певними експериментальними передумовами для наших досліджень, проте суттєвими відмінностями представлених результатів є те, що вони отримані а) для систем зі значно вищою концентрацією радіаційних дефектів; б) при розгляді робочого режиму ДШ, тобто при проходженні струму.

Зразки для досліджень виготовлені з кристалічного кремнію, вирощеного методом зонної плавки. Для легування використовувалися атоми фосфору, питомий опір кристалів складав 4000 Ом·см. З об'ємного матеріалу було вирізано зразки у формі паралелепіпеда розмірами $1 \times 5 \times 10$ мм³. Для формування структури МОН одна з поверхонь площею 50 мм² хімічно очищувалася в розчині HF–HNO₃–CH₃COOH (об'ємне співвідношення компонент 3:5:3), після чого в атмосферному повітрі при $T = 300$ К протягом 24 год на ній формувався шар SiO₂. Надалі шляхом вакуумного напилення на поверхню наносився шар золота (30 мкг/см²). На протилежній грані за допомогою евтектики GaZn створювався омичний контакт. Схематична структура зразків показано на рис. 6.10.

Опромінення здійснювалося при кімнатній температурі γ -квантами ⁶⁰Co, доза дорівнювала $5 \cdot 10^7$ рад. Як показали вимірювання, після еквівалентного опромінення провідність монокристалічних зразків, залишаючись електронною, зменшилася приблизно в 2 рази, що зумовлено частковою компенсацією в процесі радіаційного дефектоутворення. Зауважимо, що питомий опір досліджених кристалів на чотири порядки більший, ніж в роботах [118, 119], а відтак частка енергетичних втрат, не зумовлених іонізацією, для γ -квантів у нашому випадку значно вища. Доза також на півтора порядку більша, і тому очікувана концентрація радіаційних дефектів суттєво вища.

УЗО опромінених структур інтенсивністю 2 Вт/см² здійснювалася за допомогою LiNbO₃ п'єзоелектричного перетворювача. У зразку збуджувалися повздовжні хвилі частотою 4 МГц. Проведено дві послідовні УЗО, кожна тривалістю 30 хв. Під час УЗО температура зразка не перевищувала 350 К.

На рис. 6.11 наведено ВАХ структур Au–SiO₂–Si до γ -опромінення, після нього та після наступних УЗО. З рисунка видно, що у вихідному стані ВАХ є

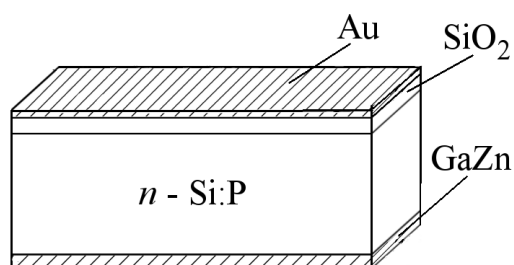


Рис. 6.10. Структура зразків Au–SiO₂–Si

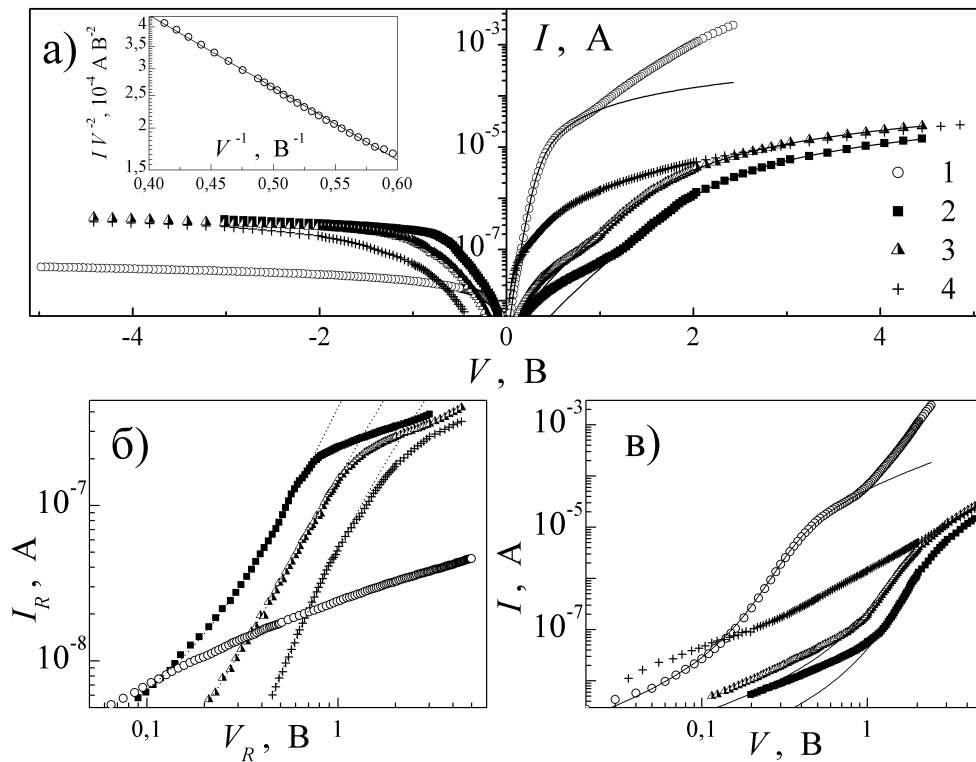


Рис. 6.11. Прямі (а, в) та зворотні (а, б) ВАХ структур Au–SiO₂–Si до (криві 1) та після (2–4) опромінення γ -квантами в напівлогарифмічному (а) та подвійному логарифмічному (б, в) масштабах. $t_{\text{уст}}$, хв: 0 (2), 30 (3), 60 (4). $T = 300$ К. Точки — експеримент, лінії — апроксимація за формулами (3.1) (суцільні) та (6.10) (пунктир). Параметри апроксимацій вказані в табл. 6.11. На вставці: залежність прямої компоненти струму неопроміненого зразка (при $V > 1,6$ В) в координатах Фаулера–Нордгейма; пряма — лінійна апроксимація

типовою для ДШ: при прямому зміщенні струм зумовлений ТЕ через бар'єр, при зворотному — визначається зміною висоти бар'єру під дією електричного поля ($I_R \sim V_R^{1/2}$). Для апроксимації прямої гілки ВАХ був використаний вираз (3.1); результат апроксимації показано на рис. 6.11,а та б, визначені параметри наведені в табл. 6.11. Зауважимо, що наявність шару оксиду не дозволяє визначити ВБШ безпосередньо використовуючи величину струму насичення та формулу (3.2), оскільки необхідно також враховувати ймовірність проходження через діелектричний прошарок [640, 641]. Крім того, як видно з рисунку, при $V > 1$ В у неопромінених структурах величина струму перевищує значення, очікуване відповідно до виразу (3.1). Найімовірніше причиною є тунелюванням через шар SiO₂, яке, загалом, може бути описане виразом (4.23). На користь цього припущення свідчить лінійність польової залежності величини прямого

струму в координатах Фаулера–Нордгейма при великих прямих зміщеннях — див. вставку на рис. 6.11. При побудові цієї залежності враховано, що величина електричного поля в прошарку оксиду товщиною d_{ox} пропорційна прикладеній напрузі $F_m \sim V/d_{ox}$.

Внаслідок γ -опромінення характер проходження струму суттєво змінився — див. криві 2 на рис. 6.11. Особливо це стосується зворотної гілки ВАХ (рис. 6.11,б), де кардинальні видозміни польової залежності струму свідчать про зміну механізму перенесення заряду. При прямому зміщенні залежність $I(V)$, очікувана в рамках ТЕ моделі, спостерігається лише при напрузі, більшій 1 В (рис. 6.11,в), а величина струму суттєво менша, ніж до опромінення. Як показала апроксимація відповідної ділянки ВАХ згідно з формулою (3.1), у результаті опромінення відбулося значне зростання фактора неідеальності та послідовного опору (причому зміни останнього суттєво перевищують зміни питомого опору, які спостерігаються в об'ємних зразках). Радіаційно-індуковане збільшення n_{id} , зумовлене утворенням дефектів, і є головною причиною зменшення величини термоемісійного струму. У роботі [642] проведено дослідження процесів дефектоутворення у кремнії, метод вирощування і питомий опір якого збігаються із дослідженими структурами, при опромінення γ -квантами ^{60}Co з дозою близько $9 \cdot 10^7$ рад. Авторами показано, що основними радіаційними дефектами в цьому випадку є комплекси VO_i , C_iC_s , H -центр (V_2O_i), Γ -центр та міжвузловий дефект $I^{0/-}$. Останній є вторинним дефектом і саме з ним пов'язуються процеси компенсації (інверсії) провідності.

Зростання послідовного опору (приблизно на порядок) призвело до зменшення падіння напруги на діелектричному прошарку. Як наслідок, напруження електричного поля перестало бути достатнім для ефективного тунелювання Фаулера–Нордгейма і відповідна компонента струму не спостерігається.

При малих зміщеннях ($V < 1$ В), як видно з рис. 6.11,в, пряма ВАХ опромінених структур добре описується показниковою залежністю

$$I = I_0 V^{m_F}, \quad (6.6)$$

де $m_F = \frac{V}{I} \frac{\partial I}{\partial V}$ — диференціальний показник ступеня. Залежність (6.6) характерна для проходження струму, обмеженого просторовим зарядом [563, 643, 644], при

Таблиця 6.11

Визначені параметри структур Au–SiO₂–Si

Стан структури				
γ -опромінення	–	+	+	+
t_{UST} , хв	0	0	30	60
Параметр				
I_s , 10^{-9} А	3,3	1,1	4,9	
R_s , 10^4 Ом	1,1	13	8,8	
n_{id}	1,7	10,3	9,9	
m_F		1,3	1,6	1,8
I_0		$4,5 \cdot 10^{-8}$	$1,3 \cdot 10^{-7}$	$1,5 \cdot 10^{-6}$
$I_{0,\text{TAT}}$, відн.од.		1	0,14	0,04
U_d , В		0,73	0,44	0,12
R_{TAT} , відн.од.		1	0,54	0,33
K_{RECT} ($V = 0,5$ В)	770	0,22	1,33	5,4

цьому величина m_F відображає енергетичний розподіл пасток, які емітують носії струму. Для структур після γ -опромінення і перед УЗО $m_F \approx 1,3$, що свідчить про експоненційний розподіл рівнів пасток по енергії. Як відомо [563, 643, 644], при цьому I_0 залежить від загальної концентрації пасток N_t

$$I_0 \sim 1/N_t^{m_F-1}, \quad (6.7)$$

а температурна залежність показника ступеня описується виразом

$$m_F = 1 + T_c/T, \quad (6.8)$$

де T_c — характеризує розподіл пасток по енергії: концентрація рівнів на одиницю енергії E пропорційна $\exp(-E/kT_c)$.

Вираз для струму в SCLC-режимі також часто записують у вигляді [563]:

$$I(V, T) = C \exp\left(-\frac{E_x}{kT}\right) V^{m_F(T)}, \quad (6.9)$$

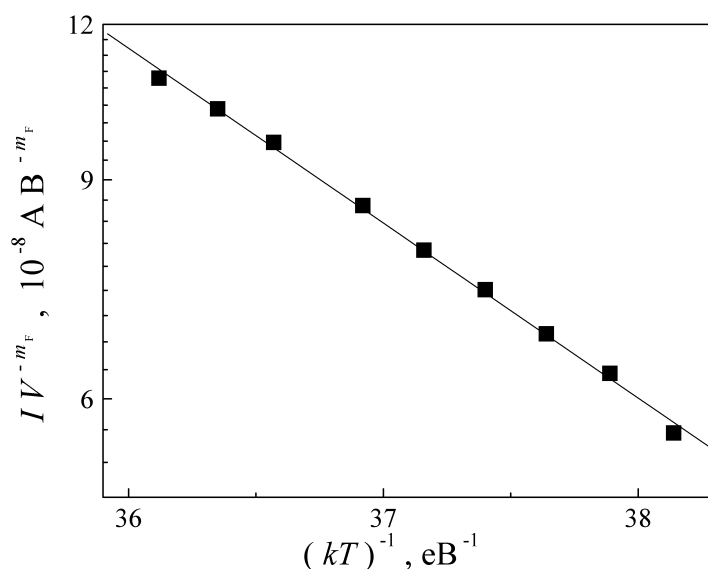


Рис. 6.12. Температурна залежність SCLC-струму ($V = 0,4 \text{ В}$) γ -опроміненої МОН структури до УЗО. Точки — експеримент, пряма — лінійна апроксимація

де C — певна константа, E_x — енергія активації, що визначається положенням заповнених пасток стосовно зони провідності. На рис. 6.12 представлена температурна залежність прямого струму при $V = 0,4 \text{ В}$, скорегована з врахуванням температурної залежності показника ступеня (6.8). Видно, що вона дійсно добре описується виразом (6.9), причому $E_x = (0,32 \pm 0,01) \text{ eV}$.

Як відомо з літератури [645], при γ -опроміненні в системі Si-SiO_2 відбувається релаксація механічних напруг, утворюються нові заряджені дефекти та заряджаються пастки, що вже були раніше. Внаслідок цих процесів рельєф густини об'ємного заряду вирівнюється. Вважається, що основними пастками, які захоплюють негативний заряд є центри на інтерфейсній межі розділу, тоді як позитивний заряд накопичується на E' -центрах, E'_δ -центрах та трьох рівнях, пов'язаних з напруженими зв'язками [646, 647]. Проте при фотонному дефектоутворенні (використанні рентгенівських променів чи γ -квантів) останні рівні утворюються у значно меншій кількості, ніж два перших [646]. Зауважимо, для досліджених зразків достатньо низькі температура та парціальний тиск кисню призводили до утворення тонких шарів окису кремнію, проте в літературі [648] показано, що при цьому утворюються такі самі радіаційні дефекти, як і для прошарків більшої товщини.

Зазначимо, що ключовим фактором створення електричноактивних радіаційних дефектів у кремнієвих МОН структурах вважається вміст водню [648].

Плівки SiO_2 отримані термічним шляхом містять значну кількість атомів водню [645]. Утворення інтерфейсних рівнів пов'язується з розривом зв'язків $\equiv \text{Si}-\text{H}$ на межі $\text{Si}-\text{SiO}_2$ за наявності гарячих носіїв заряду [649, 650]. Утворені ненасичені зв'язки $\equiv \text{Si}-$ діють як електронні пастки. Загалом розрізняють дефекти подібного типу залежно від орієнтації кремнієвої підкладки, на якій вирощено шар окису. Вважається, що на межі з кремнієм, орієнтованим у площині (111), з'являються P_b -центри, для (100) підкладки характерним є поява P_{b1} - та P_{b0} -центрів [651]. Ці центри хімічно ідентичні, проте характеризуються різною електричною активністю. Крім того, при γ -опроміненні систем $\text{Si}-\text{SiO}_2$, вирощених на (111) підкладках, густина радіаційних поверхневих центрів вища ніж для (100) і досягає величини близько 10^{12} еВ/см для дози 10^7 рад [645].

Відомо що при перевищенні дозою опромінення γ -квантами величини близько $5 \cdot 10^5$ рад у структурах $\text{Si}-\text{SiO}_2$ на основі кремнію з електронною провідністю спостерігається немонотонних розподіл інтерфейсних станів по енергії [645]. Згідно з даними роботи [652] найбільша густина поверхневих станів спостерігається при $E_c - (0,32 \pm 0,04)$ еВ, що збігається з отриманим значенням E_x . Це свідчить, що проходження струму при малих прямих зміщеннях в досліджених структурах після опромінення зумовлене саме захопленням електронів P_b -центрами. Накопичення від'ємного заряду на інтерфейсі також викликає збільшення висоти бар'єру, що відображається у виявленому зменшенні ТЕ струму. У літературі і раніше повідомлялося про зменшення струму внаслідок опромінення МОН-структур [653]. Проте, як вже зазначалося, основною причиною зменшення ТЕ компоненти струму є дефектоутворення у приповерхневому шарі кремнію та відповідне зростання n_{id} .

У результаті УЗО, як видно з рис. 6.11, спостерігається збільшення струму, обмеженого просторовим зарядом. Зокрема, при $t_{\text{UST}} = 60$ хв, цей струм перевищив термоемісійний у всьому дослідженому діапазоні напруг. Параметри, отримані шляхом апроксимацій ВАХ, зведені в табл. 6.11. Виявлене збільшення I_0 свідчить, відповідно до формули (6.7), про АІ зменшення концентрації P_b -центрів, а зростання m_F (або, що те саме, T_c) — про звуження енергетичного розподілу відповідних рівнів. З літератури [654, 655] відомо, що відпал

P_b -центрів відбувається внаслідок пасивації ненасичених зв'язків атомами водню. Тобто отримані результати свідчать, що УЗО стимулює дифузію водню. Загалом подібні процеси спостерігалися і раніше [59, 60, 97], проте в нашому випадку мова йде про АІ відпал радіаційних дефектів.

Як відомо [563], випадок $m_F = 2$ відповідає наявності пасток з однаковим енергетичним рівнем. Виявлене звуження енергетичного розподілу свідчить про певну вибірковість АІ процесів пасивації: внаслідок УЗО атоми Н осідають переважно на зв'язки, яким відповідає цілком певне розташування рівнів у забороненій зоні. На погляд автора, визначальним фактором того, які саме зв'язки будуть заповнені під час АІ відпалу є механічні напружки, неоднорідним чином розподілені на інтерфейсі. Відомо, що дифузійна здатність домішок у напівпровідниках залежить від механічних напруг [656] (що може бути основною причиною переміщення водню в полі УЗ). Відтак, від рівня деформації залежить ефективність АІ пасивації, а УЗО сприяє підвищенню однорідності структури.

Наслідком зменшення від'ємного заряду, накопиченого P_b -центрами, є часткове відновлення висоти бар'єру, що викликає зростання ТЕ струму — див. дані для I_s в табл. 6.11. Виявлене зменшення послідовного опору свідчить про частковий АІ відпал радіаційних дефектів у об'ємі напівпровідника.

Звільнені під час утворення P_b -центрів при γ -опроміненні атоми водню можуть а) взаємодіяти з іншими зв'язаними атомами Н на межі, викликаючи їхній відрив та утворення додаткових P_b -центрів [646]; б) переміщуючись у кремнієву підкладку генерувати дефекти та деактивувати легуючу домішку [657]; в) рухатися в об'єм діелектрика, де, за наявності гарячих носіїв заряду, призводити до появи E' -центрів (так званих, об'ємних пасток, bulk-oxide trap) внаслідок розриву зв'язків у системі $\equiv \text{Si} - \text{O}$ [649, 650]. За своєю структурою E' -центри — це вакансії кисню в SiO_2 [646, 654], які накопичують позитивний заряд. Загальна концентрація цих дефектів при γ -опроміненні з дозою 10^7 рад становить приблизно 10^{18} см^{-3} , проте по товщині оксидної плівки вони розподілені нерівномірно, найбільша кількість спостерігається біля межі з кремнієм [645]. Ці центри стабільні при кімнатній температурі [649], температура відпалу становить $(200 \div 400)^\circ\text{C}$.

Наявність розірваних зв'язків у об'ємі оксиду є причиною появи так званих напруго-індукованих струмів втрат (stress-induced leakage current, SILC) [649, 657]. Саме цей струм реєструється в опромінених структурах при зворотному зміщенні (рис. 6.11,а та б). Дійсно, відомо [650, 657], що SILC зумовлений тунелюванням по пасткам (trap-assisted tunneling, TAT) . Відповідно до [393, 658, 659], польова залежність TAT-струму має вигляд:

$$I_R = I_{0,\text{TAT}} (U_d + V_R) \exp \left(-\frac{R_{\text{TAT}}}{F_m} \right), \quad (6.10)$$

де параметри $I_{0,\text{TAT}}$ та R_{TAT} не залежать від напруги, $I_{0,\text{TAT}}$ пропорційний концентрації пасток, U_d — висота бар'єру. На рис. 6.11 наведено результати апроксимації експериментально отриманих зворотних гілок ВАХ згідно з формулою (6.10), що підтверджують припущення щодо природу цього струму. Відхилення від очікуваної залежності при великих зміщеннях може бути зумовлене впливом послідовного опору. Дані табл. 6.11 свідчать про низькотемпературний ($\sim 80^\circ\text{C}$) АІ відпал радіаційно утворених пасток та зниження висоти бар'єру. На нашу думку, відпал E' -центрів також зумовлений акустодифузією міжвузлових атомів, у даному випадку кисню.

Збільшення прямого струму та зменшення зворотного в результаті УЗО викликає збільшення коефіцієнта випрямлення $K_{\text{РЕСТ}}$, який суттєво зменшився в результаті γ -опромінення. У табл. 6.11 наведено значення цієї величини при напрузі 0,5 В. Дані свідчать, що УЗО при температурах, близьких до кімнатних, здатна частково відновлювати характеристики радіаційно-деградованих МОН пристроїв.

Висновки до розділу 6

1. Експериментально досліджено вплив мікрохвильового опромінення на параметри точкових дефектів (поперечний переріз захоплення електронів, розташування енергетичних рівнів у забороненій зоні) в монокристалах n -6H-SiC, n -GaAs та епітаксійних структурах на основі арсеніду галію.

2. Показано, що у приповерхневому шарі присутні центри захоплення носії заряду, пов'язані з власними дефектами вакансійного типу. Виявлені зміни параметрів пасток обумовлені індукованим мікрохвильовим випроміненням збільшенням кількості міжвузлових атомів. Показано, що наявність стискуючих напруг у приповерхневому шарі сприяє перетворенню дефектних комплексів внаслідок високочастотного опромінення.

3. Вперше експериментально досліджено вплив ультразвукової обробки на параметри структур $\text{Au-TiB}_x\text{-}n\text{-}n^+\text{-GaAs}$ з контактом Шотткі залежно від частоти та інтенсивності акустичних хвиль. Експериментально встановлено, що при допороговій інтенсивності (менше $2,5 \text{ Вт/см}^2$) характер ультразвукового впливу на зворотний струму залежить від механізму перенесення заряду: якщо домінуючим механізмом є тунельний, то УЗО викликає збільшення зворотного струму, якщо термoeмісійний — зменшення. Показано, що причиною виявлених ефектів при допороговій інтенсивності УЗО може бути акусто-стимульована дифузія точкових дефектів, тоді як зростання зворотного струму при надпороговій інтенсивності зумовлене акусто-індукованою генерацією дефектів. Виявлено, що зі збільшенням частоти ультразвукової обробки інтенсифікуються процеси перебудови дефектів, які забезпечують проходження тунельного струму.

4. Показано, що ультразвукова обробка здатна викликати зменшення розкиду параметрів і підвищення однорідності характеристик напівпровідникових пристроїв, створених в єдиному технологічному процесі.

5. Виявлено можливість низькотемпературного відпалу радіаційних дефектів у системі Si-SiO_2 . Показано, що акусто-індукований відпал зумовлений дифузією міжвузлових атомів. Виявлено, що ультразвукова обробка сприяє звууженню енергетичного спектра радіаційно-індукованих пасток на інтерфейсі системи Si-SiO_2 .

Основні результати даного розділу представлені в роботах [16, 20–22, 24, 27, 29, 30, 33, 36].

ВИСНОВКИ

У дисертації наведено нове вирішення наукової проблеми, що полягає у встановленні основних закономірностей та фізичних механізмів впливу ультразвукового навантаження та опромінення на процеси проходження струму в напівпровідникових поверхнево-бар'єрних структурах. Основні результати представленої роботи дозволяють підвищити точність прогнозування реальних робочих характеристик напівпровідникових діодів з p - n -переходом і контактом Шотткі залежно від умов їхнього функціонування, можуть бути використані при розробці нового методу динамічного акустичного керування струмом подібних систем та полягають у наступному.

1. Вперше експериментально досліджено вплив ультразвукового навантаження на параметри монокристалічних кремнієвих сонячних елементів у діапазоні температур $290 \div 340$ К та виявлено оборотну акусто-індуковану деградацію фотоелектричних властивостей, зумовлену зменшенням часу життя носіїв заряду в акустичному полі. Показано, що в умовах акустичного навантаження збільшується внесок у рекомбінаційні процеси мілкіших рівнів. Встановлено, що кисневмісні преципітати ефективно впливають на процеси рекомбінації та беруть участь у акусто-дефектній взаємодії. Запропоновано модель акустоактивного комплексного дефекту для пояснення особливостей акусто-індукованих ефектів. Виявлено ефект акусто-індукованого зменшення опору шунтування та запропоновано його пояснення із залученням моделі дислокаційно-індукованого імпедансу.

2. Вперше досліджено вплив ультразвукового навантаження на параметри кремнієвих структур із p - n -переходом, опромінених реакторними нейтронами та γ -квантами ^{60}Co . Виявлено, що в опромінених структурах, порівняно з неопроміненими, спостерігається підвищення ефективності акусто-індукованого зменшення опору шунтування та часу життя неосновних носіїв заряду в базі діода. З'ясовано, що акусто-індуковані оборотні зміни фактора неідеальності та часу життя носіїв заряду в області просторового заряду мають

різний знак в опромінених та неопромінених зразках. Встановлено, що в нейтронно–опромінених діодах основними акустоактивними центрами є дивакансії, а в γ –опромінених — комплекс вакансії та міжвузлового кисню. Виявлено, що комплекс із міжвузлового вуглецю та міжвузлового кисню не приймає участі в акусто–дефектній взаємодії.

3. Проведено порівняльний аналіз та тестування 16 основних методів визначення параметрів діодів Шотткі із вольт–амперних характеристик. Спираючись на результати тестування методів на експериментальних та синтезованих ВАХ, запропоновано шляхи оптимізації методів Nord, Bohlin та Mikhelashvili з метою збільшення точності розрахунку. Запропоновано адаптивну процедуру оптимізації вибору діапазону ВАХ, який використовується для побудови допоміжних функцій при застосуванні аналітичних методів визначення параметрів структур метал–напівпровідник. Показано, що така процедура дозволяє суттєво (приблизно на порядок при кімнатних температурах у випадку низького рівня похибок вимірювання) підвищити точність визначення параметрів.

4. Встановлено, що найефективнішими методами з погляду точності визначення параметрів та швидкості розрахунків є еволюційні алгоритми, метод Gromov із адаптивною процедурою та метод Lee. Показано, що використання функції Ламберта при числовому визначенні параметрів діодів Шотткі дозволяє зменшити похибки. Розраховані залежності точності визначення послідовного опору, висоти бар'єру Шотткі та фактора неідельності від рівня випадкових помилок при вимірюванні вольт–амперних характеристик.

5. Виявлено, що перенесення заряду в структурах $\text{Al}-n-n^+-\text{Si}$ з бар'єром Шотткі у діапазоні температур $130 \div 330$ К при прямому зміщенні відбувається внаслідок термоелектронної емісії через неоднорідний контакт. Показано, що при низьких температурах ($T < 220$ К) суттєвим стає проходження заряду через області зі зниженим бар'єром і визначено середнє значення висоти бар'єру Шотткі в цих областях. Виявлено, що при зворотному зміщенні в структурах $\text{Al}-n-n^+-\text{Si}$ перенесення заряду відбувається як внаслідок термоелектронної емісії через неоднорідний бар'єр, так і завдяки процесам тунелювання через глибокий центр (міжвузловий атом вуглецю).

6. Показано, що опромінення γ -квантами ^{60}Co структур $\text{Al}-n-n^+-\text{Si}$ суттєво підсилює процеси тунелювання носіїв заряду як при прямому зміщенні, так і при зворотному. При прямому зміщенні тунельний механізм перенесення заряду стає основним у низькотемпературній області ($T < 250 \text{ K}$), при зворотному — виникає компонента струму, зумовлена багатофононним тунелюванням. Виявлено, що висота бар'єру, фактор неідеальності та величина зворотного струму немонотонно змінюються при збільшенні поглинутої дози. З'ясовано, що при опроміненні з дозою 10^6 рад зміна електрофізичних параметрів відбувається внаслідок накопичення дефектів акцепторного типу на межі метал—напівпровідник та укрупнення патчів, викликаного радіаційно підсиленням дислокаційним ковзанням. При 10^7 рад причинами змін властивостей діодів Шотткі є інтенсифікація процесів тунелювання внаслідок утворення значної кількості радіаційних дефектів та гетерування останніх в областях зі зниженим бар'єром. Встановлено взаємозв'язок характеру дозової немонотонності зміни висоти бар'єру Шотткі та ступеню неоднорідності контакту.

7. Вперше досліджено динамічний вплив ультразвукового навантаження при кімнатній температурі на параметри кремнієвих діодів Шотткі $\text{Al}-n-n^+-\text{Si}$. Виявлено оборотні зменшення висоти бар'єру, збільшення зворотного струму та струму насичення, тоді як фактор неідеальності практично не змінюється. З'ясовано, що акустичне навантаження не впливає на процеси прямого та багатофононного тунелювання. Встановлено, що вплив ультразвука на термемісійну складову струму структур пояснюється іонізацією дефектів на межі метал—напівпровідник внаслідок взаємодії ультразвука з дислокаціями та радіаційними точковими порушеннями періодичності в неопромінених та опромінених структурах, відповідно.

8. Вперше експериментально досліджено динамічний вплив ультразвукового навантаження в діапазоні частот $8 \div 28 \text{ МГц}$ на електричні властивості структур $\text{Mo}/n-n^+-\text{Si}$ з бар'єром Шотткі за температур $130 \div 330 \text{ K}$. Виявлено акусто-індуковані оборотні зміни фактора неідеальності та висоти бар'єру Шотткі, причому зміни немонотонно залежать від температури, а найефективніший вплив ультразвука спостерігається поблизу 200 K . Показано, що зі збільшенням частоти ультразвука спостерігається як загальне підвищення ефективності

акустичного впливу на параметри кремнієвих діодів Шотткі, так і зростання температури максимуму ефективності. Використовуючи модель неоднорідного контакту встановлено, що при ультразвуковому навантаженні відбувається збільшення висоти бар'єру як в області розташування патчів, так і за їхніми межами, а також розширюється розподіл параметрів патчів та збільшується їхня ефективна густина. З'ясовано, що механізм акусто-індукованих змін параметрів структур $\text{Mo}/n\text{-}n^+\text{-Si}$ зумовлений рухом дислокаційних перегинів.

9. Виявлено ефект оборотного збільшення зворотного струму структур $\text{Mo}/n\text{-}n^+\text{-Si}$ при акустичному навантаженні. Встановлено, що ефект послаблюється при збільшенні температури та зміщення і посилюється при зростанні частоти ультразвуку. Показано, що основними механізмами зворотного струму є термоелектронна емісія та тунелювання, стимульоване фононами; в умовах поширення акустичних хвиль відбувається зменшення енергії активації рівнів, що беруть участь у тунелюванні, густини заповнених інтерфейсних станів та коефіцієнта Пула-Френкеля.

10. Виявлено вплив мікрохвильового опромінення на параметри точкових дефектів у монокристалах $n\text{-}6H\text{-SiC}$, $n\text{-GaAs}$ та епітаксійних структурах на основі арсеніду галію. Встановлено, що причинами радіаційно-індукованих змін положення енергетичних рівнів пасток та їхнього поперечного перерізу захоплення електронів є збільшення кількості міжвузлових атомів у приповерхневому шарі. Показано, що радіаційно-індуковані процеси перетворення дефектних комплексів інтенсифікуються за наявності механічних напруг.

11. Вперше експериментально досліджено вплив ультразвукової обробки на параметри структури $\text{Au-TiB}_x\text{-}n\text{-}n^+\text{-GaAs}$ з контактом Шотткі залежно від частоти та інтенсивності акустичних хвиль. Встановлено, що при допороговій (менше $2,5 \text{ Вт/см}^2$) інтенсивності ультразвуку відбувається збільшення однорідності параметрів арсенід-галієвих діодів Шотткі, створених в єдиному технологічному процесі, зумовлене акусто-стимульованою дифузією дефектів.

12. Виявлено, що ультразвукова обробка викликає зменшення концентрації та звуження енергетичного спектра радіаційних дефектів у системи Si-SiO_2 . Показано, що причиною ефекту є акусто-індукована дифузія атомів водню та кисню.

Автор висловлює подяку завідувачу кафедри загальної фізики Київського національного університету імені Тараса Шевченка, проф. Боровому М. О. за всебічну підтримку досліджень та надану можливість наукового пошуку; проф. Конаковій Р. В. (Інститут фізики напівпровідників ім. В. Є. Лашкарьова НАНУ) за спрямування частини досліджень, надані зразки та позитивне ставлення до отриманих результатів; всім співавторам за можливість спільної роботи та колективу кафедри загальної фізики Київського національного університету імені Тараса Шевченка за всебічну допомогу при проведенні експериментальних досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Acousto-defect interaction in irradiated and non-irradiated silicon n^+p structure / O. Ya. Olikh, A. M. Gorb, R. G. Chupryna, O. V. Pristay-Fenenkov // *J. Appl. Phys.* — 2018. — Apr. — Vol. 123, no. 16. — P. 161573.
2. Olikh, O.Ya. Acoustically driven degradation in single crystalline silicon solar cell / O.Ya. Olikh // *Superlattices Microstruct.* — 2018. — May. — Vol. 117. — Pp. 173–188.
3. Olikh, Oleg. On the mechanism of ultrasonic loading effect in silicon-based Schottky diodes / Oleg Olikh, Katerina Voytenko // *Ultrasonics.* — 2016. — Mar. — Vol. 66, no. 1. — Pp. 1–3.
4. Effect of ultrasound on reverse leakage current of silicon Schottky barrier structure / O. Ya. Olikh, K. V. Voytenko, R. M. Burbelo, Ja. M. Olikh // *Journal of Semiconductors.* — 2016. — Dec. — Vol. 37, no. 12. — P. 122002.
5. Olikh, O. Ya. Review and test of methods for determination of the Schottky diode parameters / O. Ya. Olikh // *J. Appl. Phys.* — 2015. — Jul. — Vol. 118, no. 2. — P. 024502.
6. Olikh, O. Ya. Ultrasound influence on I–V–T characteristics of silicon Schottky barrier structure / O. Ya. Olikh, K. V. Voytenko, R. M. Burbelo // *J. Appl. Phys.* — 2015. — Jan. — Vol. 117, no. 4. — P. 044505.
7. Olikh, Oleg. Reversible influence of ultrasound on γ –irradiated Mo/n-Si Schottky barrier structure / Oleg Olikh // *Ultrasonics.* — 2015. — Feb. — Vol. 56. — Pp. 545–550.
8. Особливості дислокаційного поглинання ультразвуку в безсубблочних кристалах $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$ / І. О. Лисюк, Я. М. Оліх, О. Я. Оліх, Г. В. Бекетов // *УФЖ.* — 2014. — Т. 59, № 1. — С. 50–57.
9. Olikh, O. Ya. Non-Monotonic γ –Ray Influence on Mo/n-Si Schottky Barrier Structure Properties / O. Ya. Olikh // *IEEE Trans. Nucl. Sci.* — 2013. — Feb. — Vol. 60, no. 1. — Pp. 394–401.
10. Оліх, О. Я. Особливості впливу ультразвуку на перенесення заряду в кремнієвих структурах з бар'єром Шоттки залежно від дози γ –опромінення /

- О. Я. Оліх // *Сенсорна електроніка і мікросистемні технології*. — 2013. — Т. 10, № 1. — С. 47–55.
11. Олих, О. Я. Влияние ультразвукового нагружения на протекание тока в структурах $\text{Mo}/\text{n-n}^+\text{-Si}$ с барьером Шоттки / О. Я. Олих // *Физика и техника полупроводников*. — 2013. — Т. 47, № 7. — С. 979–984.
 12. Оліх, О. Я. Особливості перенесення заряду в структурах $\text{Mo}/\text{n-Si}$ з бар'єром Шоттки / О. Я. Оліх // *УФЖ*. — 2013. — Т. 58, № 2. — С. 126–134.
 13. Олих, О. Я. Особенности динамических акустоиндуцированных изменений фотоэлектрических параметров кремниевых солнечных элементов / О. Я. Олих // *Физика и техника полупроводников*. — 2011. — Т. 45, № 6. — С. 816–822.
 14. Оліх, Я. М. Інформаційний чинник акустичної дії на структуру дефектних комплексів у напівпровідниках / Я. М. Оліх, О. Я. Оліх // *Сенсорна електроніка і мікросистемні технології*. — 2011. — Т. 2(8), № 2. — С. 5–12.
 15. Оліх, О. Я. Особливості впливу нейтронного опромінення на динамічну акустодефектну взаємодію у кремнієвих сонячних елементах / О. Я. Оліх // *УФЖ*. — 2010. — Т. 55, № 7. — С. 770–776.
 16. Ultrasonically Recovered Performance of γ -Irradiated Metal-Silicon Structures / A.M. Gorb, O.A. Korotchenkov, O.Ya Olikh, A.O. Podolian // *IEEE Trans. Nucl. Sci.* — 2010. — June. — Vol. 57, no. 3. — Pp. 1632–1639.
 17. Олих, О. Я. Изменение активности рекомбинационных центров в кремниевых p-n -структурах в условиях акустического нагружения / О. Я. Олих // *Физика и техника полупроводников*. — 2009. — Т. 43, № 6. — С. 774–779.
 18. Оліх, О. Я. Робота кремнієвих сонячних елементів в умовах акустичного навантаження мегагерцового діапазону / О. Я. Оліх, Р. М. Бурбело, М. К. Хіндерс // *Сенсорна електроніка і мікросистемні технології*. — 2007. — Т. 4, № 3. — С. 40–45.
 19. Burbelo, Roman M. The Dynamic Ultrasound Influence on the Diffusion and Drift of the Charge Carriers in Silicon p-n Structures / Roman M. Burbelo, Oleg Y. Olikh, Mark K. Hinders // *MRS Proceedings*. — 2007. — Vol. 994. — Pp. 0994–F03–11.

20. Олих, О. Я. Акустостимулированные коррекции вольт–амперных характеристик арсенид–галлиевых структур с контактом Шоттки / О. Я. Олих, Т. Н. Пинчук // *Письма в Журнал Технической Физики*. — 2006. — Т. 32, № 12. — С. 22–27.
21. Конакова, Р.В. Влияние микроволновой обработки на уровень остаточной деформации и параметры глубоких уровней монокристаллах карбида кремния / Р.В. Конакова, П.М. Литвин, О.Я. Олих // *Физика и химия обработки материалов*. — 2005. — № 2. — С. 19–22.
22. Конакова, Р.В. Влияние микроволновой обработки на глубокие уровни монокристаллов GaAs и SiC / Р.В. Конакова, П.М. Литвин, О.Я. Олих // *Петербургский журнал электроники*. — 2004. — № 1. — С. 20–24.
23. Olikh, Ja. M. Active ultrasound effects in the future usage in sensor electronics / Ja. M. Olikh, O.Ya. Olikh // *Сенсорна електроніка і мікросистемні технології*. — 2004. — Т. 1, № 1. — С. 19–29.
24. Olikh, O.Ya. Acoustoelectric transient spectroscopy of microwave treated GaAs-based structures / O.Ya. Olikh // *Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics*. — 2003. — Vol. 6, no. 4. — Pp. 450–453.
25. Оліх, О.Я. Акустостимульовані динамічні ефекти в сонячних елементах на основі кремнію / О.Я. Оліх // *Вісник Київського ун-ту, Сер.: Фізико-математичні науки*. — 2003. — № 4. — С. 408–414.
26. Оліх, О. Я. Эффекты активного ультразвуку в напівпровідникових кристалах / О. Я. Оліх // 1-а Українська наукова конференція з фізики напівпровідників, Одеса, Україна. — Т. 1. — Одеса: 2002. — С. 80.
27. Влияние СВЧ облучения на остаточный уровень внутренних механических напряжений и параметры глубоких уровней в эпитаксиальных структурах GaAs / Р. В. Конакова, А. Б. Камалов, О. Я. Олих и др. // Труды III международной конференции «Радиационно–термические эффекты и процессы в неорганических материалах», Томск, Россия. — Томск: 2002. — С. 338–339.
28. Оліх, О. Я. Про роль теплових і деформаційних механізмів дії ультразвуку на роботу кремнієвих сонячних елементів / О. Я. Оліх // Міжнародна науково–технічна конференція «Сенсорна електроніка і мікросистемні технології СЕМСТ-1», Одеса, Україна. Тези доповідей. — Одеса: 2004. —

- C. 163.
29. *Olikh, O.* Acoustoelectric transient spectroscopy of microwave treated GaAs-based structures / O. Olikh // 2004 IEEE International Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control Joint 50th Anniversary Conference. Montreal, Canada. Abstracts. — Montreal: 2004. — Pp. 230–231.
 30. *Олих, О. Я.* Влияние быстрых термических отжигов и ультразвуковой обработок на параметры арсенидгалиевых структур с барьером Шоттки / О. Я. Олих // Труды девятой международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы твердотельной электроники и микроэлектроники», Дивноморское, Россия. — Дивноморское: 2004. — С. 278–279.
 31. Influence of acoustic wave on forming and characteristics of silicon p-n junction / J. Olikh, A. Evtukh, B. Romanyuk, O. Olikh // 2005 IEEE International Ultrasonics Symposium and Short Courses. Rotterdam, Netherlands. Abstracts. — Rotterdam: 2005. — P. 542.
 32. *Olikh, O.* Dynamic ultrasound effects in silicon solar cell / O. Olikh, R. Burbelo, Hinders M. // 2007 International Congress on Ultrasonics. Program and Book of Abstracts. Vienna, Austria. — Vienna: 2007. — P. 94.
 33. *Olikh, O.* Influence of the ultrasound treatment on Au-TiB-n-n⁺-GaAs structure electrical properties / O. Olikh // 2007 International Congress on Ultrasonics. Program and Book of Abstracts. Vienna, Austria. — Vienna: 2007. — P. 94.
 34. *Olikh, O.* The Dynamic Ultrasound Influence on Diffusion and Drift of the Charge Carriers in Silicon p-n Structures / O. Olikh, R. Burbelo, M. Hinders // MRS 2007 Spring Meeting, Symposium F: Semiconductor Defect Engineering — Materials, Synthetic Structures, and Devices II. San Francisco, USA. — San Francisco: 2007. — P. 3.11.
 35. *Оліх, О. Я.* Робота кремнієвих сонячних елементів в умовах акустичного навантаження мегагерцового діапазону / О. Я. Оліх // III Українська наукова конференція з фізики напівпровідників УНКФН-3, Одеса, Україна. Тези доповідей. — Одеса: 2007. — С. 322.
 36. *Оліх, О. Я.* Вплив ультразвукової обробки на вольт-амперні характеристики

- опромінених кремнієвих структур / О. Я. Оліх, А. М. Горб // VI Міжнародна школа–конференція «Актуальні проблеми фізики напівпровідників», Дрогобич, Україна. Тези доповідей. — Дрогобич: 2008. — С. 114.
37. Оліх, О. Я. Акустичні збурення дефектної підсистеми кремнієвих р–п–структур / О. Я. Оліх // VI Міжнародна школа–конференція «Актуальні проблеми фізики напівпровідників», Дрогобич, Україна. Тези доповідей. — Дрогобич: 2008. — С. 174.
 38. Оліх, О. Я. Особливості механізму ультразвукового впливу на фото–електричний струм у нейтронно–опромінених Si–р–п–структурах / О. Я. Оліх // IV Українська наукова конференція з фізики напівпровідників, Запоріжжя, Україна. Тези доповідей. — Т. 2. — Запоріжжя: 2009. — С. 59.
 39. Olikh, O. Ultrasound influence on the recombination centers in silicon p–n–structures / O. Olikh // 13th International Conference on Defects — Recognition, Imaging and Physics in Semiconductors. Wheeling, USA. Final program. — Wheeling: 2009. — Pp. 9–10.
 40. Оліх, Я. М. Про можливості практично–го застосування ультразвуку для керування характеристиками перетворювачів сонячної енергії / Я. М. Оліх, О. Я. Оліх // Четверта міжнародна науково–практична конференція «Матеріали електронної техніки та сучасні інформаційні технології», Кременчук, Україна. Тези доповідей. — Кременчук: 2010. — С. 147–148.
 41. Оліх, О. Я. Немонотонний вплив γ –опромінення на електричні властивості кремнієвих структур з бар'єром Шотки / О. Я. Оліх, С. В. Онисюк // VII Міжнародна школа–конференція «Актуальні проблеми фізики напівпровідників», Дрогобич, Україна. Тези доповідей. — Дрогобич: 2010. — С. 171–172.
 42. Оліх, О. Я. Особливості динамічного ультразвукового впливу на γ –опромінені кремнієві $m-s$ –структури / О. Я. Оліх, С. В. Онисюк // Збірник тез V Української наукової конференції з фізики напівпровідників УНКФН–5, Ужгород, Україна. — Ужгород: 2011. — С. 339–340.
 43. Оліх, О. Я. Вплив ультразвуку на термoeмісійні процеси в Mo/n–n⁺–Si структурах / О. Я. Оліх // Матеріали Всеукраїнської наукової конференції

- «Актуальні проблеми теоретичної, експериментальної та прикладної фізики», Тернопіль, Україна. — Тернопіль: 2012. — С. 101–103.
44. *Olikh, O. Ya.* Reversible Alteration of Reverse Current in Mo/n–Si Structures Under Ultrasound Loading / O. Ya. Olikh, Ya. M. Olikh // Фізика і технологія тонких плівок та наносистем. Матеріали XIV Міжнародної конференції / Під ред. Д.М. Фреїка. — Івано–Франківськ: Видавництво Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, 2013. — С. 322.
 45. *Olikh, O. Ya.* Modification of reverse current in the Mo/n–Si structures under conditions of ultrasonic loading / O. Ya. Olikh, K. V. Voytenko // VIII International school–conference «Actual problems of semiconductor physics», Drohobych, Ukraine. Abstract book. — Drohobych: 2013. — Pp. 101–102.
 46. *Olikh, Ya. M.* About acoustical–stimulated a self–organization defect structures in semiconductor during ion implantation / Ya. M. Olikh, O. Ya. Olikh // International research and practice conference «Nanotechnology and nanomaterials», Bukovel, Ukraine. Abstract book. — Bukovel: 2013. — P. 240.
 47. *Оліх, О. Я.* Вплив γ –опромінення на механізм перенесення заряду в структурах Мо/n–Si / О. Я. Оліх // VI Українська наукова конференція з фізики напівпровідників УНКФН–6. Чернівці, Україна. Тези доповідей. — Чернівці: 2013. — С. 121–122.
 48. *Olikh, Ya.* New approach to ultrasonic absorption in subgrain–free $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$ crystals / Ya. Olikh, I. Lysyuk, O. Olikh // 2014 IEEE International Ultrasonics Symposium. Chicago, Illinois, USA. Abstract book. — Chicago: 2014. — Pp. 439–440.
 49. *Olikh, O.* Ultrasonically induced effects in Schottky barrier structure depending on a γ –irradiation / O. Olikh // 2014 IEEE International Ultrasonics Symposium. Chicago, Illinois, USA. Abstract book. — Chicago: 2014. — Pp. 645–646.
 50. *Оліх, О. Я.* Характеризація γ –опромінених кремнієвих р–n–структур методом диференційних коефіцієнтів / О. Я. Оліх, О. В. Пристай // 6–та Міжнародна науково–технічна конференція «Сенсорна електроніка і мікросистемні технології», Одеса, Україна. Тези доповідей. — Одеса: 2014. — С. 193.
 51. *Olikh, O.Ya.* Ultrasonic Loading Effects on Silicon–based Schottky Diodes /

- О. Ya. Olikh, K. V. Voytenko // 2015 International Congress on Ultrasonics. Metz, France. Abstract book. — Metz: 2015. — P. 225.
52. Оліх, О. Я. Порівняння ефективності методів визначення параметрів діодів Шотки / О. Я. Оліх // Сучасні проблеми фізики конденсованого стану: Праці IV-ї міжнародної конференції. Київ, Україна. — Київ: 2015. — С. 32–34.
 53. Ультразвукова модифікація стимульованого фононами тунелювання у кремнієвих діодах Шотки / О. Я. Оліх, К. В. Войтенко, Р. М. Бурбело, Я. М. Оліх // VII Українська наукова конференція з фізики напівпровідників УНКФН-7. Дніпро, Україна. Тези доповідей. — Дніпро: 2016. — С. 190–191.
 54. Оліх, О. Я. Акусто-керована модифікація властивостей кремнієвих фотоелектроперетворювачів / О. Я. Оліх // Перспективні напрямки сучасної електроніки, інформаційних і комп'ютерних систем. Тези доповідей на II Всеукраїнській науково-практичній конференції MEICS-2017. Дніпро, Україна. — Дніпро: 2017. — С. 302–303.
 55. Смирнов, Л. С. Атомные процессы в полупроводниковых кристаллах / Л. С. Смирнов // *Физика и техника полупроводников*. — 2001. — Т. 35, № 9. — С. 1029–1031.
 56. Ultrasonic treatment of GaP and GaAs / D. Klimm, B. Tippelt, P. Paufler, P. Haasen // *Phys. Status Solidi A*. — 1993. — Aug. — Vol. 138, no. 2. — Pp. 517–521.
 57. Механизм изменения подвижности носителей заряда при ультразвуковой обработке полупроводниковых твердых растворов / П. И. Баранский, А. Е. Беляев, С. М. Комиренко, Шевченко Н. В. // *Физика твердого тела*. — 1990. — Т. 32, № 7. — С. 2159–2161.
 58. Ostapenko, S. Defect passivation using ultrasound treatment: fundamentals and application / S. Ostapenko // *Applied Physics A: Materials Science & Processing*. — 1999. — Aug. — Vol. 69, no. 2. — Pp. 225–232.
 59. Activation of luminescence in polycrystalline silicon thin films by ultrasound treatment / J. Koshka, S. Ostapenko, T. Ruf, J. M. Zhang // *Appl. Phys. Lett.* — 1996. — Oct. — Vol. 69, no. 17. — Pp. 2537–2539.
 60. Ostapenko, Sergei S. Mechanism of Ultrasonic Enhanced Hydrogenation in Poly-Si Thin Films / Sergei S. Ostapenko // *Defects in Semiconductors* 19.

- Vol. 258 of *Materials Science Forum*. — Trans Tech Publications, 1997. — 12. — Pp. 197–202.
61. *Заверюхин, Б.Н.* Изменение коэффициента отражения излучения от поверхности полупроводников в спектральном диапазоне $\lambda = 0.2 \div 20 \text{ } \mu\text{m}$ под воздействием ультразвуковых волн / Б.Н. Заверюхин, Н.Н. Заверюхина, О.М. Турсункулов // *Письма в журнал технической физики*. — 2002. — Т. 28, № 18. — С. 1–12.
 62. Акустостимулированное изменение плотности и энергетического спектра поверхностных состояний в монокристаллах р-кремния / Н.Н. Заверюхина, Е.Б. Заверюхина, С.И. Власов, Б.Н. Заверюхин // *Письма в журнал технической физики*. — 2008. — Т. 34, № 6. — С. 36–42.
 63. Акустимулированная адгезия медных пленок к кремнию / Б.Н. Заверюхин, Х.Х. Исмаилов, Р.А. Муминов и др. // *Письма в журнал технической физики*. — 1996. — Т. 22, № 15. — С. 25–27.
 64. *Островский, И.В.* Стимулированное ультразвуком низкотемпературное перераспределение примесей в кремнии / И.В. Островский, А.Б. Надточий, А.А. Подолян // *Физика и техника полупроводников*. — 2002. — Т. 36, № 4. — С. 389–391.
 65. *Островский, И.В.* Образование поверхностного упрочненного слоя в бездислокационном кремнии при ультразвуковой обработке / И.В. Островский, Л.Л. Стебленко, А.Б. Надточий // *Физика и техника полупроводников*. — 2000. — Т. 34, № 3. — С. 257–260.
 66. Влияние ультразвуковой обработки на экситонную и примесную люминесценцию CdTe / Б.Н. Бабенцов, С.И. Горбань, И.Я. Городецкий и др. // *Физика и техника полупроводников*. — 1991. — Т. 25, № 7. — С. 1243–1245.
 67. Безактивационное движение доноров под действием ультразвука в кристаллах CdS / Л.В. Борковская, Б.Р. Джумаев, И.А. Дроздова и др. // *Физика твердого тела*. — 1995. — Т. 37, № 9. — С. 2745–2748.
 68. Athermal Motion of Donors under Ultrasound in CdS Crystals / Moisei K. Sheinkman, L.V. Borkovskaya, B.R. Dzhymaev et al. // *Defects in Semiconductors 18* / Ed. by M. Suezawa, H. Katayama-Yoshida. — Vol. 196 of *Materials Science Forum*. — Trans Tech Publications, 1995. — 11. —

Pp. 1467–1470.

69. Redistribution of mobile point defects in CdS crystals under ultrasound treatment / L.V. Borkovska, M.P. Baran, N.O. Korsunska et al. // *Physica B: Condensed Matter*. — 2003. — Dec. — Vol. 340–342. — Pp. 258–262.
70. Механизмы изменения электрических и фотоэлектрических свойств монокристаллов твердых растворов $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$ под действием ультразвука / Г. Гарягдыев, И.Я. Городецкий, Б.Р. Джумаев и др. // *Физика и техника полупроводников*. — 1991. — Т. 25, № 3. — С. 409–412.
71. Ultrasound treatment for porous silicon photoluminescence enhancement / A. El-Bahar, S. Stolyarova, A. Chack et al. // *Phys. Status Solidi A*. — 2003. — May. — Vol. 197, no. 2. — Pp. 340–344.
72. Клименко, И.А. Влияние акустической обработки на фотопроводимость кристаллов селенида цинка / И.А. Клименко, В.П. Мигаль // *Письма в журнал технической физики*. — 1999. — Т. 25, № 24. — С. 24–29.
73. Влияние ультразвуковой обработки на фотоэлектрические и люминесцентные свойства кристаллов ZnSe / Е.М. Зобов, М.Е. Зобов, Ф.С. Габибов и др. // *Физика и техника полупроводников*. — 2008. — Т. 42, № 3. — С. 282–285.
74. Заверюхина, Н.Н. Акустостимулированное изменение коэффициента поглощения арсенида галлия в диапазоне длин волн $\lambda = 0.81 \div 1.77 \mu\text{m}$ / Н.Н. Заверюхина, Е.Б. Заверюхина, Б.Н. Заверюхин // *Письма в журнал технической физики*. — 2007. — Т. 33, № 9. — С. 1–10.
75. Влияние ультразвуковой обработки на энергетический спектр электронных ловушек монокристаллов $n\text{-GaAs}$ / Ф.С. Габибов, Е.М. Зобов, М.Е. Зобов и др. // *Письма в журнал технической физики*. — 2015. — Т. 41, № 8. — С. 9–16.
76. Effect of ultrasound treatment on the optical properties of C_{60} fullerene films / U. Ritter, P. Scharff, V.V. Kozachenko et al. // *Chem. Phys. Lett.* — 2008. — Dec. — Vol. 467, no. 1–3. — Pp. 77–79.
77. Wosinski, T. Transformation of native defects in bulk GaAs under ultrasonic vibration / T. Wosinski, A. Makosa, Z. Witczak // *Semicond. Sci. Technol.* — 1994. — Nov. — Vol. 9, no. 11. — Pp. 2047–2052.

78. Ultrasound regeneration of EL2 centres in GaAs / I. A. Buyanova, S. S. Ostapenko, M. K. Sheinkman, M. Murrikov // *Semicond. Sci. Technol.* — 1994. — Feb. — Vol. 9, no. 2. — Pp. 158–162.
79. Influence of Ultrasound Vibrations on the Stable-Metastable Transitions of EL2 Centers in GaAs / I.A. Buyanova, Sergei S. Ostapenko, A.U. Savchuk, Moisei K. Sheinkman // *Defects in Semiconductors 17* / Ed. by Helmut Heinrich, Wolfgang Jantsch. — Vol. 143 of *Materials Science Forum*. — Trans Tech Publications, 1993. — 10. — Pp. 1063–1068.
80. Онанко, А.П. Влияние ультразвуковой обработки на внутреннее трение в кремнии / А.П. Онанко, А.А. Подолян, И.В. Островский // *Письма в журнал технической физики*. — 2003. — Т. 29, № 15. — С. 40–44.
81. Ostapenko, S. S. Change of minority carrier diffusion length in polycrystalline silicon by ultrasound treatment / S. S. Ostapenko, L. Jastrzebski, B. Sopori // *Semicond. Sci. Technol.* — 1995. — Nov. — Vol. 10, no. 11. — Pp. 1494–1500.
82. Ostapenko, S. S. Ultrasound stimulated dissociation of Fe–B pairs in silicon / S. S. Ostapenko, R. E. Bell // *J. Appl. Phys.* — 1995. — May. — Vol. 77, no. 10. — Pp. 5458–5460.
83. Increasing short minority carrier diffusion lengths in solar-grade polycrystalline silicon by ultrasound treatment / S. S. Ostapenko, L. Jastrzebski, J. Lagowski, B. Sopori // *Appl. Phys. Lett.* — 1994. — Sep. — Vol. 65, no. 12. — Pp. 1555–1557.
84. Баранский, П.И. Роль малоугловых границ в изменении электрофизических параметров кристаллов $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ под действием ультразвука / П.И. Баранский, К.А. Мысливец, Я.М. Олих // *Физика твердого тела*. — 1989. — Т. 31, № 9. — С. 278–281.
85. Мысливец, К.А. Роль малоугловых границ в изменении рекомбинационной активности глубоких центров кристаллов $n\text{-Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ под действием ультразвука / К.А. Мысливец, Я.М. Олих // *Физика твердого тела*. — 1990. — Т. 32, № 10. — С. 2912–2916.
86. Любченко, А.В. Рекомбинация носителей через акцепторные уровни собственных дефектов в кристаллах $n\text{-Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$, подвергнутых ультразвуковой обработке / А.В. Любченко, К.А. Мысливец, Я.М. Олих // *Физика*

и техника полупроводников. — 1990. — Т. 24, № 1. — С. 171–174.

87. Layered structure formation in $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ films after high-frequency sonication / R.K. Savkina, F.F. Sizov, A.B. Smirnov, V.V. Tetyorkin // *Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics*. — 2006. — Vol. 9, no. 4. — Pp. 31–35.
88. Олих, Я.М. Акустостимулированное подавление шума $1/f$ в «субблочных» кристаллах $\text{Cd}_{0.2}\text{Hg}_{0.8}\text{Te}$ / Я.М. Олих, Ю.Н. Шавлюк // *Физика твердого тела*. — 1996. — Т. 38, № 11. — С. 3365–3371.
89. Savkina, R. K. The effect of high-frequency sonication on charge carrier transport in LPE and MBE HgCdTe layers / R. K. Savkina, A. B. Smirnov, F.F. Sizov // *Semicond. Sci. Technol.* — 2007. — Feb. — Vol. 22, no. 2. — Pp. 97–102.
90. Savkina, R.K. Sonic-Stimulated Change of the Charge Carrier Concentration in $n\text{-Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ Alloys with Different Initial State of the Defect Structure / R.K. Savkina, O.I. Vlasenko // *Phys. Status Solidi B*. — 2002. — Mar. — Vol. 229, no. 1. — Pp. 275–278.
91. Стимулированные ультразвуком структурные изменения в напряженных гетеросистемах / В.Ф. Бритун, Н.Я. Горидько, В.А. Корчная и др. // *Физика твердого тела*. — 1991. — Т. 33, № 8. — С. 2340–2344.
92. Влияние акустических колебаний на тензорезистивный эффект в пленках $p\text{-Ge}$ / Н.Д. Василенко, В.В. Гордиенко, В.Л. Корчная и др. // *Письма в журнал технической физики*. — 1990. — Т. 16, № 9. — С. 32–36.
93. Здебский, А.П. Влияние ультразвука на точечные дефекты в структурах Si-SiO_2 / А.П. Здебский, Д.И. Кропман, Шейнкман М.К. // *Журнал технической физики*. — 1989. — Т. 59, № 8. — С. 131–134.
94. Влияние ультразвукового воздействия на генерационные характеристики границы раздела кремний–диоксид кремния / П.Б. Парчинский, С.И. Власов, Л.Г. Лигай, О.Ю. Щукина // *Письма в журнал технической физики*. — 2003. — Т. 29, № 9. — С. 83–88.
95. Власов, С.И. Влияние ультразвуковой обработки на генерационные характеристики границы раздела полупроводник–стекло / С.И. Власов, А.В. Овсянников, Б.Н. Заверюхин // *Письма в журнал технической физики*.

- 2009. — Т. 35, № 7. — С. 41–45.
96. Влияние ультразвука на фотоэлектрические характеристики тонкопленочных электролюминесцентных структур / В.Г. Акульшин, В.В. Дякин, В.Н. Лысенко, В.Е. Родионов // *Журнал технической физики*. — 1989. — Т. 59, № 10. — С. 156–158.
 97. Enhanced hydrogenation in polycrystalline silicon thin films using low-temperature ultrasound treatment / S. Ostapenko, L. Jastrzebski, J. Lagowski, R. K. Smeltzer // *Appl. Phys. Lett.* — 1996. — May. — Vol. 68, no. 20. — Pp. 2873–2875.
 98. Effect of ultrasonic treatment on the defect structure of the Si–SiO₂ system / D. Kropman, V. Seeman, S. Dolgov, A. Medvids // *Phys. Status Solidi C*. — 2016. — Oct. — Vol. 13, no. 10–12. — Pp. 793–797.
 99. Акустостимулированное расширение коротковолнового диапазона спектральной чувствительности AlGaAs/GaAs-солнечных элементов / Е.Б. Заверюхина, Н.Н. Заверюхина, Л.Н. Лезилова и др. // *Письма в журнал технической физики*. — 2005. — Т. 31, № 1. — С. 54–66.
 100. Effect of ultrasound treatment on CuInSe₂ solar cells / I. Dirnstorfer, W. Burkhardt, B. K. Meyer et al. // *Solid State Commun.* — 2000. — Sep. — Vol. 116, no. 2. — Pp. 87–91.
 101. Davletova, A. Open-circuit voltage decay transient in dislocation-engineered Si p–n junction / A. Davletova, S. Zh. Karazhanov // *Journal of Physics D: Applied Physics*. — 2008. — Aug. — Vol. 41, no. 16. — P. 165107.
 102. Davletova, A. A study of electrical properties of dislocation engineered Si processed by ultrasound / A. Davletova, S. Zh. Karazhanov // *Journal of Physics and Chemistry of Solids*. — 2009. — June. — Vol. 70, no. 6. — Pp. 989–992.
 103. Сукач, А.В. Трансформация электрических свойств InAs p–n-переходов в результате ультразвуковой обработки / А.В. Сукач, В.В. Тетеркин // *Письма в журнал технической физики*. — 2009. — Т. 35, № 11. — С. 67–75.
 104. Acoustic-stimulated relaxation of GaAs_{1–x}P_x LEDs electroluminescence intensity / O.V. Konoreva, M.V. Lytovchenko, Ye.V. Malyi et al. // *Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics*. — 2016. — Vol. 19, no. 1. — Pp. 34–38.

105. *Mirsagatov, Sh. A.* Ultrasonic Annealing of Surface States in the Heterojunction of a $p\text{-Si}/n\text{-CdS}/n^+\text{-CdS}$ Injection Photodiode / Sh. A. Mirsagatov, I. B. Sapaeva, Zh.T. Nazarov // *Inorganic Materials*. — 2015. — Dec. — Vol. 51, no. 1. — Pp. 1–4.
106. Electrophysical and Photoelectric Properties of Injection Photodiode Based on $p\text{Si-nCdS-In}$ Structure and Influence of Ultrasonic Irradiation on them / Sh. A. Mirsagatov, I.B. Sapaev, Sh. R. Valieva, D. Babajanov // *Journal of Nanoelectronics and Optoelectronics*. — 2015. — Mar. — Vol. 9, no. 6. — Pp. 834–843.
107. *Пашаев, И.Г.* Влияние различных обработок на свойства диодов Шоттки / И.Г. Пашаев // *Физика и техника полупроводников*. — 2012. — Т. 46, № 8. — С. 1108–1110.
108. *Pashayev, I.* The Influence of Ultrasonic Treatment on the Properties of Schottky Diodes / I. Pashayev // *Open Journal of Acoustics*. — 2013. — Vol. 3, no. 3A. — Pp. 9–12.
109. *Tagaev, M.B.* Effect of Ultrasonic Treatment of Silicon Impatt Diodes, Power Schottky Diodes and Zener Diodes on their Electrical Characteristics / M.B. Tagaev // *УФЖ*. — 2000. — Т. 45, № 3. — С. 364–367.
110. Влияние ультразвуковой обработки на деформационные эффекты и структуру локальных центров в подложке и приконтактных областях структур $M/n\text{-}n^+\text{-GaAs}$ ($M=\text{Pt, Cr, W}$) / И.Б. Ермолович, В.В. Миленин, Р.В. Конакова и др. // *Физика и техника полупроводников*. — 1997. — Т. 31, № 4. — С. 503–508.
111. *Островский, И.В.* Влияние ядерной радиации и ультразвука на фотопроводимость кремния / И.В. Островский, О.А. Коротченков // *Журнал технической физики*. — 1986. — Т. 56, № 11. — С. 2283–2284.
112. *Подольн, А.А.* Восстановление времени жизни носителей заряда под воздействием ультразвуковой обработки в γ -облученном кремнии / А.А. Подольн, А.Б. Надточий, О.А. Коротченков // *Письма в журнал технической физики*. — 2012. — Т. 38, № 9. — С. 15–22.
113. *Подольн, А.А.* Влияние ультразвука на отжиг радиационных дефектов в

- кремнии при комнатных температурах / А.А. Подолян, В.И. Хиврич // *Письма в журнал технической физики*. — 2005. — Т. 31, № 10. — С. 11–16.
114. Олих, Я.М. Акустостимулированное преобразование радиационных дефектов в γ -облученных кристаллах кремния n-типа / Я.М. Олих, Н.Д. Тимочко, А.П. Долголенко // *Письма в журнал технической физики*. — 2006. — Т. 32, № 13. — С. 67–73.
 115. Олих, Я.М. О влиянии ультразвука на отжиг радиационных дефектов в нейтронно-легированном германии / Я.М. Олих, Н.И. Карась // *Физика и техника полупроводников*. — 1991. — Т. 30, № 8. — С. 1455–1459.
 116. Thermoacoustic annealing of radiation-induced defects in indium-phosphide crystal / Ya.M. Olikh, V.P. Tartachnik, I.I. Tichyna, Vernidub R.M. // The proceeding of 5th conference «Acoustoelectronics' 91». — 1991. — May. — Pp. 95–96. — Varna, Bulgaria.
 117. Radiation defects manipulation by ultrasound in ionic crystals / I. Ostrovskii, N. Ostrovskaya, O. Korotchenkov, J. Reidy // *IEEE Trans. Nucl. Sci.* — 2005. — Dec. — Vol. 52, no. 6. — Pp. 3068–3073.
 118. Влияние ультразвука на параметры структур металл-диэлектрик-полупроводник / П.Б. Парчинский, С.И. Власов, Р.А. Муминов и др. // *Письма в журнал технической физики*. — 2000. — Т. 26, № 10. — С. 40–45.
 119. Парчинский, П.Б. Исследование влияния ультразвукового воздействия на генерационные характеристики предварительно облученной границы раздела кремний-диоксид кремния / П.Б. Парчинский, С.И. Власов, Л.Г. Лигай // *Физика и техника полупроводников*. — 2006. — Т. 40, № 7. — С. 829–832.
 120. Гусейнов, Н.А. Восстановление фотоэлектрических параметров кремниевых солнечных элементов, облученных γ -квантами ^{60}Co , с помощью ультразвуковой обработки / Н.А. Гусейнов, Я.М. Олих, Аскеров Ш.Г. // *Письма в журнал технической физики*. — 2007. — Т. 33, № 1. — С. 38–44.
 121. Пашаев, И.Г. Исследования релаксации избыточного тока кремниевых диодов Шоттки / И.Г. Пашаев // *Физика и техника полупроводников*. — 2014. — Т. 48, № 10. — С. 1426–1429.
 122. The influence of acoustic-dislocation interaction on intensity of the bound

- exciton recombination in initial and irradiated GaAsP LEDs structures / O.V. Konoreva, Ya. M. Olikh, M.B. Pinkovska et al. // *Superlattices Microstruct.* — 2017. — Feb. — Vol. 102. — Pp. 88–93.
123. Литовченко, В.Г. Формування нанорозмірних фаз при акусто-стимульованому іонно–променевому синтезі / В.Г. Литовченко, В.П. Мельник, Б.М. Романюк // *УФЖ*. — 2015. — Т. 60, № 1. — С. 66–75.
 124. Mechanisms of Silicon Amorphization at the Ultrasound Action during Ion Implantation / B. Romanyuk, D. Kruger, V. Melnik та ін. // *УФЖ*. — 2001. — Т. 46, № 2. — С. 191–195.
 125. Peculiarities of the Defect Formation in the Near-surface Layers of Si Single Crystals under Acoustostimulated Implantation of Ions of Boron and Arsenic / O.I. Gudymenko, V.P. Kladko, V.P. Melnik та ін. // *УФЖ*. — 2008. — Т. 53, № 2. — С. 140–145.
 126. Effect of in situ ultrasonic treatment on tungsten surface oxidation / Andriy Romanyuk, Peter Oelhafen, Roland Steiner et al. // *Surf. Sci.* — 2005. — Dec. — Vol. 595, no. 1–3. — Pp. 35–39.
 127. Ultrasound-assisted oxidation of tungsten in oxygen plasma: the early stages of the oxide film growth / Andriy Romanyuk, Roland Steiner, Viktor Melnik, Verena Thommen // *Surface and Interface Analysis*. — 2006. — Aug. — Vol. 38, no. 8. — Pp. 1242–1246.
 128. Modification of the Si amorphization process by in situ ultrasonic treatment during ion implantation / B. Romanyuk, V. Melnik, Ya. Olikh et al. // *Semicond. Sci. Technol.* — 2001. — May. — Vol. 16, no. 5. — Pp. 397–401.
 129. Characteristics of silicon p–n junction formed by ion implantation with in situ ultrasound treatment / V.P. Melnik, Y.M. Olikh, V.G. Popov et al. // *Materials Science and Engineering: B*. — 2005. — Dec. — Vol. 124–125. — Pp. 327–330.
 130. Enhanced relaxation of SiGe layers by He implantation supported by in situ ultrasonic treatments / B. Romanjuk, V. Kladko, V. Melnik et al. // *Materials Science in Semiconductor Processing*. — 2005. — Feb. — Vol. 8, no. 1–3. — Pp. 171–175.
 131. Influence of in situ ultrasound treatment during ion implantation on amorphization and junction formation in silicon / D. Krüger, B. Romanyuk, V. Melnik

- et al. // *J. Vac. Sci. Technol. B.* — 2002. — Jul. — Vol. 20, no. 4. — Pp. 1448–1451.
132. Amulevicius, A. Mössbauer studies of Fe–Si–C system structure changes by laser and ultrasound treatment / A. Amulevicius, K. Mazeika, A. Daugvila // *J. Phys. D: Appl. Phys.* — 2000. — Aug. — Vol. 33, no. 16. — Pp. 1985–1989.
 133. Kalem, S. Effect of Light Exposure and Ultrasound on the Formation of Porous Silicon / S. Kalem, O. Yavuzcetin, C. Altineller // *Journal of Porous Materials.* — 2000. — Jan. — Vol. 7, no. 1. — Pp. 381–383.
 134. Improved electroluminescence performance of ZnS:Cu,Cl phosphors by ultrasonic treatment / Wendeng Wang, Fuqiang Huang, Yujuan Xia, Anbao Wang // *J. Lumin.* — 2008. — Feb. — Vol. 128, no. 2. — Pp. 199–204.
 135. Ultrasonic-assisted mist chemical vapor deposition of II–oxide and related oxide compounds / Shizuo Fujita, Kentaro Kaneko, Takumi Ikenoue et al. // *Phys. Status Solidi C.* — 2014. — Jul. — Vol. 11, no. 7–8. — Pp. 1225–1228.
 136. Romanyuk, A. Influence of in situ ultrasound treatment during ion implantation on formation of silver nanoparticles in silica / A. Romanyuk, V. Spassov, V. Melnik // *J. Appl. Phys.* — 2006. — Feb. — Vol. 99, no. 3. — P. 034314.
 137. Use of ultrasound for metal cluster engineering in ion implanted silicon oxide / A. Romanyuk, P. Oelhafen, R. Kurps, V. Melnik // *Appl. Phys. Lett.* — 2007. — Jan. — Vol. 90, no. 1. — P. 013118.
 138. Jivanescu, M. Influence of in situ applied ultrasound during Si⁺ implantation in SiO₂ on paramagnetic defect generation / M. Jivanescu, A. Romanyuk, A. Stesmans // *J. Appl. Phys.* — 2010. — June. — Vol. 107, no. 11. — P. 114307.
 139. Light emission from nanocrystalline silicon clusters embedded in silicon dioxide: Role of the suboxide states / A. Romanyuk, V. Melnik, Y. Olikh et al. // *J. Lumin.* — 2010. — Jan. — Vol. 130, no. 1. — Pp. 87–91.
 140. Majhi, Abhijit. Comparative Study of Ultrasound Stimulation and Conventional Heating Methods on the Preparation of Nanosized γ -Al₂O₃ / Abhijit Majhi, G. Pugazhenth, Anupam Shukla // *Industrial & Engineering Chemistry Research.* — 2010. — Vol. 49, no. 10. — Pp. 4710–4719.
 141. Behboudnia, M. Synthesis and characterization of CdSe semiconductor nanoparticles by ultrasonic irradiation / M. Behboudnia, Y. Azizianekalandaragh // *Materials Science and Engineering: B.* — 2007. — Mar. — Vol. 138, no. 1.

— Pp. 65–68.

142. Ultrasonic-assisted chemical reduction synthesis and structural characterization of copper nanoparticles / Nguyen T. Anh-Nga, Nguyen Tuan-Anh, Nguyen Thanh-Quoc, Do Tuong Ha // *AIP Conference Proceedings*. — 2018. — Vol. 1954, no. 1. — P. 030010.
143. Evolution of CdS:Mn nanoparticle properties caused by pH of colloid solution and ultrasound irradiation / A. I. Savchuk, G. Yu. Rudko, V. I. Fediv et al. // *Phys. Status Solidi C*. — 2010. — Jun. — Vol. 7, no. 6. — Pp. 1510–1512.
144. Effect of particle size on optical and electrical properties in mixed CdS and NiS nanoparticles synthesis by ultrasonic wave irradiation method / V. Mohanraj, R. Jayaprakash, R. Robert et al. // *Mater. Sci. Semicond. Process.* — 2016. — Dec. — Vol. 56. — Pp. 394–402.
145. Effect of ultrasonic wave on the syntheses of Au and ZnO nanoparticles by laser ablation in water / N. Takada, A. Fujikawa, N. Koshizaki, K. Sasaki // *Applied Physics A: Materials Science & Processing*. — 2013. — Mar. — Vol. 110, no. 4. — Pp. 835–839.
146. *Greenhall, J.* Ultrasound directed self-assembly of user-specified patterns of nanoparticles dispersed in a fluid medium / J. Greenhall, F. Guevara Vasquez, B. Raeymaekers // *Appl. Phys. Lett.* — 2016. — Mar. — Vol. 108, no. 10. — P. 103103.
147. *Taillan, Christophe.* Nanoscale Self-Organization Using Standing Surface Acoustic Waves / Christophe Taillan, Nicolas Combe, Joseph Morillo // *Phys. Rev. Lett.* — 2011. — Feb. — Vol. 106. — P. 076102.
148. *Олих, Я.М.* Прямое наблюдение релаксации проводимости в гамма-облученном кремнии n-типа под влиянием импульсов ультразвука / Я.М. Олих, Н.Д. Тимочко // *Письма в журнал технической физики*. — 2011. — Т. 37, № 1. — С. 78–84.
149. *Оліх, Я.М.* Особливості протікання струму при ультразвуковому навантаженні в сильно компенсованих низькоомних кристалах CdTe:Cl / Я.М. Оліх, М.Д. Тимочко // *УФЖ*. — 2016. — Т. 61, № 5. — С. 389–399.
150. *Olikh, Ya. M.* Reverse ultrasonic changes of electrical conductivity in CdTe:Cl crystals / Ya. M. Olikh, M. D. Tymochko // *Superlattices Microstruct.* — 2016.

- Jul. — Vol. 95. — Pp. 78–82.
151. Власенко, А.И. Акустостимулированная активация связанных дефектов в твердых растворах CdHgTe / А.И. Власенко, Я.М. Олих, Р.К. Савкина // *Физика и техника полупроводников*. — 1999. — Т. 33, № 4. — С. 410–414.
 152. Власенко, А.И. Подвижность носителей заряда в кристаллах $n\text{-Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ в условиях динамического ультразвукового нагружения / А.И. Власенко, Я.М. Олих, Р.К. Савкина // *Физика и техника полупроводников*. — 2000. — Т. 34, № 6. — С. 670–676.
 153. Acoustically driven optical phenomena in bulk and low-dimensional semiconductors / I.V. Ostrovskii, O.A. Korotchenkov, O.Ya Olikh et al. // *J. Opt. A: Pure Appl. Opt.* — 2001. — July. — Vol. 3, no. 4. — Pp. S82–S86.
 154. Олих, О.Я. Увеличение длины диффузии электронов в кристаллах p -кремния под действием ультразвука / О.Я. Олих, И.В. Островский // *Физика твердого тела*. — 2002. — Т. 44, № 7. — С. 1198–1202.
 155. Korotchenkov, O.A. Long-wavelength acoustic-mode-enhanced electron emission from Se and Te donors in silicon / O.A. Korotchenkov, H.G. Grimmliss // *Phys. Rev. B*. — 1995. — Nov. — Vol. 52, no. 20. — Pp. 14598–14606.
 156. Мукашев, Б.Н. Метастабильные и бистабильные дефекты в кремнии / Б.Н. Мукашев, Ю.В. Абдуллин, Ю.В. Горелкинский // *Успехи физических наук*. — 2000. — Т. 170, № 2. — С. 143–155.
 157. The Ultrasonics-Induced-Quenching of PPC Related to DX Centers in $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ / A.E. Belyaev, Hans Jürgen von Bardeleben, M.L. Fille et al. // *Defects in Semiconductors 17* / Ed. by Helmut Heinrich, Wolfgang Jantsch. — Vol. 143 of *Materials Science Forum*. — Trans Tech Publications, 1993. — 10. — Pp. 1057–1062.
 158. Процессы дрейфа неравновесных носителей тока в GaAs-фотоприемниках под действием переменной деформации / Б.Н. Заверюхин, Н.Н. Заверюхина, Р.А. Муминов, О.М. Турсункулов // *Письма в журнал технической физики*. — 2002. — Т. 28, № 5. — С. 75–83.
 159. Вплив ультразвуку на вольт-амперні характеристики гетероструктур GaAs/AlGaAs / В. В. Курилюк, А. М. Горб, О. О. Коротченков, О. Я. Оліх // *Вісник Київського ун-ту, Сер.: Фізико-математичні науки*. — 2003. — № 3.

— С. 298–300.

160. *Kuryliuk, Vasyl*. Acoustically driven charge separation in semiconductor heterostructures sensed by optical spectroscopy techniques / Vasyl Kuryliuk, Artem Podolian, Oleg Korotchenkov // *Cent. Eur. J. Phys.* — 2009. — Jun. — Vol. 8, no. 1. — Pp. 65–76.
161. Деградационно-релаксационные явления в светоизлучающих p - n -структурах на основе фосфида галлия, стимулированные ультразвуком / А.Н. Гонтарук, Д.В. Корбутяк, Е.В. Корбут и др. // *Письма в журнал технической физики*. — 1998. — Т. 24, № 64–68. — С. 22–27.
162. *Островський, І.В.* Акустолюмінісценція і дефекти кристалів / І.В. Островський. — К.: Вища школа, 1993. — 223 с.
163. Sonoluminescence and acoustically driven optical phenomena in solids and solid–gas interfaces / I.V. Ostrovskii, O.A. Korotchenkov, T. Goto, H.G. Grimmer // *Physics Reports*. — 1999. — Jan. — Vol. 311, no. 1. — Pp. 1–46.
164. Acoustically driven emission of light in granular and layered semiconductors: recent advances and future prospects / O. A. Korotchenkov, T. Goto, H. G. Grimmer et al. // *Reports on Progress in Physics*. — 2002. — Jan. — Vol. 65, no. 1. — Pp. 73–97.
165. *Korotchenkov, O. A.* Powder agglomeration patterns at acoustic driving observed by sonoluminescence technique / O. A. Korotchenkov, T. Goto // *J. Appl. Phys.* — 1999. — Jan. — Vol. 85, no. 2. — Pp. 1153–1158.
166. *Ostrovskii, I.V.* Characterization of unstable point defects in crystals / I.V. Ostrovskii, O.A. Korotchenkov // *Solid State Commun.* — 1992. — Apr. — Vol. 82, no. 4. — Pp. 267–270.
167. *Korotchenkov, O.A.* Study on bound exciton dynamics in CdS crystals at acoustic driving / O.A. Korotchenkov, T. Goto // *Physica B: Condensed Matter*. — 1998. — Oct. — Vol. 253, no. 3–4. — Pp. 203–214.
168. *Korotchenkov, O.* Acoustically driven bound exciton lifetimes in CdS crystals / O Korotchenkov, Takenari Goto // *Appl. Phys. Lett.* — 1998. — 04. — Vol. 72, no. Apr. — Pp. 1733–1735.
169. Effect of surface acoustic waves on low-temperature photoluminescence of GaAs / K. S. Zhuravlev, D. V. Petrov, Yu. B. Bolkhovityanov, N. S. Rudaja //

- Appl. Phys. Lett.* — 1997. — Jun. — Vol. 70, no. 25. — Pp. 3389–3391.
170. Acoustic driving effect on radiative decays of excitons in ZnSe/ZnS single quantum wells / O. A. Korotchenkov, A. Yamamoto, T. Goto et al. // *Appl. Phys. Lett.* — 1999. — May. — Vol. 74, no. 21. — Pp. 3179–3181.
 171. Acoustically Driven Storage of Light in a Quantum Well / C. Rocke, S. Zimmermann, A. Wixforth et al. // *Phys. Rev. Lett.* — 1997. — May. — Vol. 78. — Pp. 4099–4102.
 172. Conversion of bound excitons to free excitons by surface acoustic waves / S. Völkl, A. Wixforth, D. Reuter et al. // *Phys. Rev. B.* — 2009. — Oct. — Vol. 80. — P. 165307.
 173. The rotation of the polarization plane of quantum-well heterolasers emission under the ultrasonic strain / Liudmila Kulakova, Vladislav Gorelov, Andrey Lutetskiy, Nikita S. Averkiev // *Solid State Commun.* — 2012. — Sept. — Vol. 152, no. 17. — Pp. 1690–1693.
 174. Полевая зависимость скорости термической эмиссии дырок с комплекса $V_{Ga}S_{As}$ в арсениде галлия / Л.А. Кулакова, Н.С. Аверкиев, А.В. Лютецкий, В.А. Горелов // *Физика и техника полупроводников.* — 2013. — Т. 47, № 1. — С. 137–142.
 175. Kulakova, Liudmila A. Acousto-optic interaction in nanodimensional laser heterostructures / Liudmila A. Kulakova // *Appl. Opt.* — 2009. — Feb. — Vol. 48, no. 6. — Pp. 1128–1134.
 176. Кулакова, Л.А. Тонкая спектроскопия динамики излучения гетеролазеров в присутствии ультразвуковой деформации / Л.А. Кулакова // *Физика твердого тела.* — 2009. — Т. 51, № 1. — С. 73–80.
 177. Управление спектром излучения квантоворазмерных гетеролазеров с помощью ультразвуковой деформации / Л.А. Кулакова, Н.А. Пихтин, С.О. Слипченко, И.С. Тарасов // *ЖЭТФ.* — 2007. — Т. 131, № 5. — С. 790–797.
 178. Кулакова, Л. А. Перестройка частоты генерации гетеролазера под влиянием ультразвуковых волн / Л. А. Кулакова, И. С. Тарасов // *Письма в ЖЭТФ.* — 2003. — Т. 78, № 2. — С. 77–81.
 179. Кулакова, Л.А. Градиентное управление направлением излучения

- InGaAsP/InP гетеролазеров / Л.А. Кулакова, А.В. Лютецкий, В.Б. Волошинов // *Письма в журнал технической физики*. — 2010. — Т. 36, № 12. — С. 48–54.
180. Курилюк, В.В. Управление процессами фотоэлектрического преобразования в гетероструктурах GaAs/AlGaAs с помощью пьезоэлектрических полей акустических колебаний / В.В. Курилюк, О.А. Коротченков // *Журнал технической физики*. — 2009. — Т. 79, № 8. — С. 146–149.
 181. Spatially modulated photoluminescence properties in dynamically strained GaAs/AlAs quantum wells by surface acoustic wave / Tetsuomi Sogawa, Haruki Sanada, Hideki Gotoh et al. // *Appl. Phys. Lett.* — 2012. — Apr. — Vol. 100, no. 16. — P. 162109.
 182. Acoustically induced current in graphene by aluminum nitride transducers / Yan Chen, Hongxiang Zhang, Hao Zhang et al. // *Appl. Phys. Lett.* — 2016. — Jan. — Vol. 108, no. 3. — P. 033107.
 183. Acoustic charge transport induced by the surface acoustic wave in chemical doped graphene / Shijun Zheng, Hao Zhang, Zhihong Feng et al. // *Appl. Phys. Lett.* — 2016. — Oct. — Vol. 109, no. 18. — P. 183110.
 184. Poole, T. Acoustoelectric photoresponse in graphene / T. Poole, L. Bandhu, G. R. Nash // *Appl. Phys. Lett.* — 2015. — Mar. — Vol. 106, no. 13. — P. 133107.
 185. Acoustically induced current flow in graphene / V. Miseikis, J. E. Cunningham, K. Saeed et al. // *Appl. Phys. Lett.* — 2012. — Mar. — Vol. 100, no. 13. — P. 133105.
 186. On the acoustoelectric current in a one-dimensional channel / J. M. Shilton, D. R. Mace, V. I. Talyanskii et al. // *J. Phys.: Condens. Matter*. — 1996. — Jun. — Vol. 8, no. 24. — Pp. L337–L343.
 187. Neto, A. Ranciaro. Electronic transport in disordered chains mediated by interactions with acoustic waves / A. Ranciaro Neto, M.O. Sales, F.A.B.F. de Moura // *Solid State Commun.* — 2016. — Mar. — Vol. 229. — Pp. 22–27.
 188. Single-electron acoustic charge transport by two counterpropagating surface acoustic wave beams / J. Cunningham, V. I. Talyanskii, J. M. Shilton et al. // *Phys. Rev. B*. — 1999. — Aug. — Vol. 60. — Pp. 4850–4855.
 189. The anomalous acoustoelectric current in single-electron transport devices with

- three pairs of shallow-etched gates / L.B. Liu, J. Gao, H.Z. Guo et al. // *Physica B: Condensed Matter*. — 2011. — Feb. — Vol. 406, no. 3. — Pp. 430–434.
190. On-demand single-electron transfer between distant quantum dots / R. P. G. McNeil, M. Kataoka, C. J. B. Ford et al. // *Nature*. — 2011. — Sep. — Vol. 477, no. 9. — Pp. 439–442.
 191. Spin Pumping with Coherent Elastic Waves / M. Weiler, H. Huebl, F. S. Goerg et al. // *Phys. Rev. Lett.* — 2012. — Apr. — Vol. 108. — P. 176601.
 192. Surface-acoustic-wave-driven ferromagnetic resonance in (Ga,Mn)(As,P) epilayers / L. Thevenard, C. Gourdon, J. Y. Prieur et al. // *Phys. Rev. B*. — 2014. — Sep. — Vol. 90. — P. 094401.
 193. Couto, Odilon D. D. Spin dynamics in (110) GaAs quantum wells under surface acoustic waves / Odilon D. D. Couto, R. Hey, P. V. Santos // *Phys. Rev. B*. — 2008. — Oct. — Vol. 78. — P. 153305.
 194. Acoustically Induced Spin-Orbit Interactions Revealed by Two-Dimensional Imaging of Spin Transport in GaAs / H. Sanada, T. Sogawa, H. Gotoh et al. // *Phys. Rev. Lett.* — 2011. — May. — Vol. 106, no. 21. — P. 216602.
 195. Magnetic recording with acoustic waves / Weiyang Li, Benjamin Buford, Albrecht Jander, Pallavi Dhagat // *Physica B: Condensed Matter*. — 2014. — Sep. — Vol. 448. — Pp. 151–154.
 196. A sound idea: Manipulating domain walls in magnetic nanowires using surface acoustic waves / J. Dean, M. T. Bryan, J. D. Cooper et al. // *Appl. Phys. Lett.* — 2015. — Oct. — Vol. 107, no. 14. — P. 142405.
 197. Buscemi, Fabrizio. Quantum teleportation of electrons in quantum wires with surface acoustic waves / Fabrizio Buscemi, Paolo Bordone, Andrea Bertoni // *Phys. Rev. B*. — 2010. — Jan. — Vol. 81. — P. 045312.
 198. Cuberes, M. T. Atomic force microscopy manipulation with ultrasonic excitation / M. T. Cuberes // *Journal of Physics: Conference Series*. — 2008. — Vol. 100. — P. 052013.
 199. Ultrasonic assisted nanomanipulations with atomic force microscope / P. M. Lytvyn, O. Ya. Olikh, O. S. Lytvyn et al. // *Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics*. — 2010. — Vol. 13, no. 1. — Pp. 36–42.
 200. Andrade, Marco A. B. Acoustic levitation of a large solid sphere / Marco

- A. B. Andrade, Anne L. Bernassau, Julio C. Adamowski // *Appl. Phys. Lett.* — 2016. — Jul. — Vol. 109, no. 4. — P. 044101.
201. Observation of Low-Temperature Elastic Softening due to Vacancy in Crystalline Silicon / Terutaka Goto, Hiroshi Yamada-Kaneta, Yasuhiro Saito et al. // *J. Phys. Soc. Jpn.* — 2006. — Apr. — Vol. 75, no. 4. — P. 044602.
 202. Strong Quadrupole-Strain Interaction of Vacancy Orbital in Boron-Doped Czochralski Silicon / Kazuki Okabe, Mitsuhiro Akatsu, Shotaro Baba et al. // *J. Phys. Soc. Jpn.* — 2013. — Dec. — Vol. 82, no. 12. — P. 124604.
 203. Elastic Softening of Surface Acoustic Wave Caused by Vacancy Orbital in Silicon Wafer / Keisuke Mitsumoto, Mitsuhiro Akatsu, Shotaro Baba et al. // *J. Phys. Soc. Jpn.* — 2014. — Mar. — Vol. 83, no. 3. — P. 034702.
 204. Ultrasonic study of vacancy in single crystal silicon at low temperatures / M. Akatsu, T. Goto, H. Y-Kaneta et al. // *Journal of Physics: Conference Series.* — 2009. — Vol. 150, no. 4. — P. 042002.
 205. Ultrasonic exploration of vacancy centres with the Jahn–Teller effect. Application to the ZnSe crystal / N. S. Averkiev, I. B. Bersuker, V. V. Gudkov et al. // *Phys. Status Solidi B.* — 2014. — Aug. — Vol. 251, no. 8. — Pp. 1590–1595.
 206. Ultrasonic investigation of the Jahn-Teller effect in GaAs semiconductors doped by transition metals / N. S. Averkiev, I. B. Bersuker, V. V. Gudkov et al. // *J. Appl. Phys.* — 2014. — Sep. — Vol. 116, no. 10. — P. 103708.
 207. Effect of deep native defects on ultrasound propagation in TiInS_2 layered crystal / MirHasan Yu. Seyidov, Rauf A. Suleymanov, Andrei P. Odrinsky, Cafer Kırbaş // *Physica B: Condensed Matter.* — 2016. — Sep. — Vol. 497. — Pp. 86–92.
 208. Numerical adiabatic potentials of orthorhombic Jahn–Teller effects retrieved from ultrasound attenuation experiments. Application to the $\text{SrF}_2\text{:Cr}$ crystal / I. V. Zhevstovskikh, I. B. Bersuker, V. V. Gudkov et al. // *J. Appl. Phys.* — 2016. — Jun. — Vol. 119, no. 22. — P. 225108.
 209. Hui, Kong. Ultrasonic study on the Jahn–Teller effect near different phase transitions in $\text{La}_{1/3}\text{Sr}_{2/3}\text{MO}_3$ ($\text{M}=\text{Mn}, \text{Fe}, \text{Co}$) / Kong Hui, Zhu Changfei // *Solid State Commun.* — 2012. — Sep. — Vol. 152, no. 18. — Pp. 1715–1718.
 210. Yi, Jianxing. Ultrasonic study of the Jahn–Teller effect in $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{CoO}_3$ ($0.1 \leq$

- $x \leq 0.2$) / Jianxing Yi, Hui Kong, Changfei Zhu // *Journal of Alloys and Compounds*. — 2009. — Apr. — Vol. 474, no. 1–2. — Pp. 38–41.
211. Belyaev, A. Resonance ultrasonic diagnostics of defects in full-size silicon wafers / A. Belyaev, S. Ostapenko // *Physica B: Condensed Matter*. — 2001. — Dec. — Vol. 308–310. — Pp. 1137–1140. — International Conference on Defects in Semiconductors.
 212. Non-contact defect diagnostics in Cz-Si wafers using resonance ultrasonic vibrations / A. Belyaev, V. A. Kochelap, I. Tarasov, S. Ostapenko // *AIP Conference Proceedings*. — 2001. — Vol. 550, no. 1. — Pp. 207–211.
 213. Resonance ultrasonic vibrations in Cz-Si wafers as a possible diagnostic technique in ion implantation / Z. Y. Zhao, S. Ostapenko, R. Anundson et al. // *AIP Conference Proceedings*. — 2001. — Vol. 576, no. 1. — Pp. 1036–1039.
 214. Dallas, W. Resonance ultrasonic vibrations for crack detection in photovoltaic silicon wafers / W. Dallas, O. Polupan, S. Ostapenko // *Meas. Sci. Technol.* — 2007. — Mar. — Vol. 18, no. 3. — P. 852.
 215. Ultrasonically stimulated temperature rise around dislocation: extended defect mapping and imaging / R. K. Savkina, A. B. Smirnov, V. V. Tetyorkin, N. M. Krolevec // *The European Physical Journal Applied Physics*. — 2004. — Jul. — Vol. 27, no. 1–3. — Pp. 375–377.
 216. Savkina, R.K. Temperature rise in crystals subjected to ultrasonic influence / R.K. Savkina, A.B. Smirnov // *Infrared Physics & Technology*. — 2005. — Jun. — Vol. 46, no. 5. — Pp. 388–393.
 217. Evaluation of radiation damage using nonlinear ultrasound / K. H. Matlack, J. J. Wall, J.-Y. Kim et al. // *J. Appl. Phys.* — 2012. — Mar. — Vol. 111, no. 5. — P. 054911.
 218. A local defect resonance to enhance acoustic wave-defect interaction in ultrasonic nondestructive evaluation / Igor Solodov, Juxing Bai, Sumbat Bekgulyan, Gerd Busse // *Appl. Phys. Lett.* — 2011. — Nov. — Vol. 99, no. 21. — P. 211911.
 219. Коротченков, О.А. Об идентификации точечных дефектов вблизи границы раздела полупроводников посредством возмущения акустической волной / О.А. Коротченков // *Физика и техника полупроводников*. — 1996. — Т. 30, № 7. — С. 1274–1278.

220. Ультразвуковое воздействие на спектры оптического пропускания и показатель преломления в кристаллах CdS / О.А. Коротченков, А.Х. Рожко, А.М. Антонов, И.В. Островский // *Физика твердого тела*. — 1993. — Т. 35, № 8. — С. 2244–2249.
221. *Коротченков, О.А.* Изучение эпитаксиальных структур GaAs методом акустомодуляции отражения света / О.А. Коротченков // *Физика и техника полупроводников*. — 1994. — Т. 28, № 7. — С. 1149–1154.
222. Characterization of semiconductor heterostructures by acousto-optical perturbation technique / I.V. Ostrovskii, O.A. Korotchenkov, R.M. Burbelo, H.G. Walther // *Materials Science and Engineering: B*. — 2000. — Jul. — Vol. 76, no. 2. — Pp. 139–144.
223. *Fritz, I. J.* Semiconductor characterization by a new contactless electroreflectance technique employing surface acoustic waves / I. J. Fritz, T. M. Brennan // *Semicond. Sci. Technol.* — 1997. — Jan. — Vol. 12, no. 1. — P. 19.
224. *Островский, И.В.* Спектроскопия поверхностных состояний в GaAs посредством акустоэлектрического эффекта / И.В. Островский, С.В. Сайко // *Физика твердого тела*. — 1993. — Т. 44, № 4. — С. 1043–1050.
225. *Ostrovskii, I. V.* Determination of deep levels' parameters in epi-GaAs by a transient acoustoelectric technique / I. V. Ostrovskii, S. V. Saiko, H. G. Walther // *J. Phys. D: Appl. Phys.* — 1998. — Sep. — Vol. 31, no. 18. — Pp. 2319–2325.
226. *Ostrovskii, I.V.* Characterization of interface deep levels in As vapor grown EPI-GaAs / I.V. Ostrovskii, O.Ya. Olikh // *Solid State Commun.* — 1998. — Jul. — Vol. 107, no. 7. — Pp. 341–343.
227. *Громашевский, В.Л.* Использование поперечного акустоэлектрического эффекта для исследования заряжения поверхности кремния при адсорбции воды / В.Л. Громашевский, Н.П. Татьянаенко, Б.А. Снопко // *Физика и техника полупроводников*. — 2013. — Т. 47, № 4. — С. 557–563.
228. Investigation of interface states distribution in metal-oxide-semiconductor structures with very thin oxides by acoustic spectroscopy / P. Bury, I. Bellan, H. Kobayashi et al. // *J. Appl. Phys.* — 2014. — Oct. — Vol. 116, no. 14. — P. 144302.

229. Noncontact determination of thin films conductance by SH0 plate acoustic waves / I. E. Kuznetsova, B. D. Zaitsev, V. I. Anisimkin et al. // *J. Appl. Phys.* — 2014. — Jan. — Vol. 115, no. 4. — P. 044504.
230. Acoustic studies of ac conductivity mechanisms in n -GaAs/ $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ in the integer and fractional quantum Hall effect regime / I. L. Drichko, I. Yu. Smirnov, A. V. Suslov, D. R. Leadley // *Phys. Rev. B.* — 2011. — Jun. — Vol. 83. — P. 235318.
231. Olikh, Ya.M. In Situ Observation of the Relaxation of Conductivity in γ -Irradiated n -Type Silicon under the Action of Ultrasound Pulses / Ya.M. Olikh, M.D. Tymochko // *Tech. Phys. Lett.* — 2011. — Jan. — Vol. 37, no. 1. — Pp. 37–40.
232. Дьелисан, Э. Упругие волны в твёрдых телах. Применение для обработки сигналов / Э. Дьелисан, Д. Руайе. — М.: Наука, 1982. — 424 с.
233. Акустические кристаллы / А.А. Блистанов, В.С. Бондаренко, Н.В. Переломова и др.; Под ред. М. П. Шаскольской. — М.: Наука, 1982. — 632 с.
234. Smith, R. T. Temperature Dependence of the Elastic, Piezoelectric, and Dielectric Constants of Lithium Tantalate and Lithium Niobate / R. T. Smith, F. S. Welsh // *J. Appl. Phys.* — 1971. — May. — Vol. 42, no. 6. — Pp. 2219–2230.
235. Ultrasonic study of vacancy in single crystal silicon at low temperatures / M. Akatsu, T. Goto, H. Y-Kaneta et al. // *Journal of Physics: Conference Series.* — 2009. — Vol. 150, no. 4. — P. 042002.
236. Breitenstein, O. Understanding the current-voltage characteristics of industrial crystalline silicon solar cells by considering inhomogeneous current distributions / O. Breitenstein // *Opto-Electronics Review.* — 2013. — Sep. — Vol. 21, no. 3. — Pp. 259–282.
237. Breitenstein, Otwin. Non-Ideal I–V–Characteristics of Block–Cast Silicon Solar Cells / Otwin Breitenstein, J. Heydenreich // *Solid State Phenomena.* — 1994. — Vol. 37–38. — Pp. 139–144.
238. Updated NIEL calculations for estimating the damage induced by particles and γ -rays in Si and GaAs / A. Akkerman, J. Barak, M.B. Chadwick et al. // *Radiat. Phys. Chem.* — 2001. — Oct. — Vol. 62, no. 4. — Pp. 301–310.
239. Nonionizing energy loss (NIEL) for heavy ions / S.R. Messenger, E.A. Burke,

- G.P. Summers et al. // *IEEE Trans. Nucl. Sci.* — 1999. — Dec. — Vol. 46, no. 6. — Pp. 1595–1602.
240. Gamma non-ionizing energy loss: Comparison with the damage factor in silicon devices / E. El Allam, C. Inguibert, A. Meulenberg et al. // *J. Appl. Phys.* — 2018. — Mar. — Vol. 123, no. 9. — P. 095703.
241. Bräunig, D. Atomic displacement and total ionizing dose damage in semiconductors / D. Bräunig, F. Wulf // *Radiat. Phys. Chem.* — 1994. — Jan–Feb. — Vol. 43, no. 1–2. — Pp. 105–107.
242. Huhtinen, M. Simulation of non-ionising energy loss and defect formation in silicon / M. Huhtinen // *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A.* — 2002. — Sep. — Vol. 491, no. 1–2. — Pp. 194–215.
243. Jafari, H. Analytical modeling for gamma radiation damage on silicon photodiodes / H. Jafari, S.A.H. Fegghi // *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A.* — 2016. — Apr. — Vol. 816. — Pp. 62–69.
244. 75 MeV boron ion irradiation studies on Si PIN photodiodes / Y.P. Prabhakara Rao, K.C. Praveen, Y. Rejeena Rani et al. // *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. B.* — 2013. — Dec. — Vol. 316. — Pp. 205–209.
245. Comparison of defects produced by fast neutrons and ^{60}Co -gammas in high-resistivity silicon detectors using deep-level transient spectroscopy / M. Moll, H. Feick, E. Fretwurst et al. // *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A.* — 1997. — Apr. — Vol. 388, no. 3. — Pp. 335–339.
246. Srour, J.R. Review of displacement damage effects in silicon devices / J.R. Srour, C.J. Marshall, P.W. Marshall // *IEEE Trans. Nucl. Sci.* — 2003. — Jun. — Vol. 50, no. 3. — Pp. 653–670.
247. A contribution to the identification of the E5 defect level as tri-vacancy (V3) / Alexandra Junkes, Ioana Pintilie, Eckhart Fretwurst, Doris Eckstein // *Physica B: Condensed Matter.* — 2012. — Aug. — Vol. 407, no. 15. — Pp. 3013–3015.
248. Positron probing of disordered regions in neutron-irradiated silicon / Nikolay Arutyunov, Nick Bennett, Neil Wight et al. // *Phys. Status Solidi B.* — 2016. — Nov. — Vol. 253, no. 11. — Pp. 2175–2179.
249. Londos, C. A. Di-interstitial defect in silicon revisited / C. A. Londos, G. Antonaras, A. Chroneos // *J. Appl. Phys.* — 2013. — Nov. — Vol. 114, no. 19. —

- P. 193513.
250. *Таперо, К.И.* Радиационные эффекты в кремниевых интегральных схемах космического применения / К.И. Таперо, В.Н. Улимов, А.М. Членов. — М.: «БИНОМ. Лаборатория знаний», 2012. — 304 с.
 251. *Hu, Binxin.* Reflection-type single long-pulse solar simulator for high-efficiency crystalline silicon photovoltaic modules / Binxin Hu, Buyin Li, Tiechen Zhao, Rixin Yang // *Rev. Sci. Instrum.* — 2011. — Jun. — Vol. 82, no. 6. — P. 065104.
 252. Electronically stimulated degradation of silicon solar cells / J. Schmidt, K. Bothe, D. Macdonald et al. // *Journal of Materials Research.* — 2006. — Jan. — Vol. 21, no. 1. — Pp. 5–12.
 253. *Lindroos, Jeanette.* Review of light-induced degradation in crystalline silicon solar cells / Jeanette Lindroos, Hele Savin // *Sol. Energy Mater. Sol. Cells.* — 2016. — Apr. — Vol. 147. — Pp. 115–126.
 254. Degradation of Crystalline Silicon Due to Boron–Oxygen Defects / Tim Niewelt, Jonas Schön, Wilhelm Warta et al. // *IEEE Journal of Photovoltaics.* — 2017. — Jan. — Vol. 7, no. 1. — Pp. 383–398.
 255. Modeling of light-induced degradation due to Cu precipitation in p-type silicon. II. Comparison of simulations and experiments / H. Vahlman, A. Haarahiltunen, W. Kwapil et al. // *J. Appl. Phys.* — 2017. — May. — Vol. 121, no. 19. — P. 195704.
 256. Recombination parameters of lifetime-limiting carrier-induced defects in multicrystalline silicon for solar cells / Carlos Vargas, Yan Zhu, Gianluca Coletti et al. // *Appl. Phys. Lett.* — 2017. — Feb. — Vol. 110, no. 9. — P. 092106.
 257. Acceleration and mitigation of carrier-induced degradation in p-type multicrystalline silicon / D. N. R. Payne, C. E. Chan, B. J. Hallam et al. // *Phys. Status Solidi RRL.* — 2016. — Mar. — Vol. 10, no. 3. — Pp. 237–241.
 258. Explanation of potential-induced degradation of the shunting type by Na decoration of stacking faults in Si solar cells / Volker Naumann, Dominik Lausch, Angelika Hahnel et al. // *Sol. Energy Mater. Sol. Cells.* — 2014. — Jan. — Vol. 120. — Pp. 383–389.
 259. *Hoffmann, Stephan.* Effect of humidity and temperature on the potential-induced degradation / Stephan Hoffmann, Michael Koehl // *Progress in Photovoltaics:*

- Research and Applications*. — 2012. — Feb. — Vol. 22, no. 2. — Pp. 173–179.
260. Influence of surface structure of n-type single-crystalline Si solar cells on potential-induced deInfluence / Kohjiro Hara, Kinichi Ogawa, Yusuke Okabayashi et al. // *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*. — 2017. — Jul. — Vol. 166. — Pp. 132–139.
 261. A study on the variation of c-Si solar cell parameters under 8 MeV electron irradiation / Sathyanarayana Bhat, Asha Rao, Sheeja Krishnan et al. // *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*. — 2014. — Jan. — Vol. 120. — Pp. 191–196.
 262. Karazhanov, S. Zh. Mechanism for the anomalous degradation of silicon space solar cells / S. Zh. Karazhanov // *Appl. Phys. Lett.* — 2000. — May. — Vol. 76, no. 19. — Pp. 2689–2691.
 263. Acoustostimulated changes in the density of surface states and their energy spectrum in p-type silicon single crystals / N.N. Zaveryukhina, E.B. Zaveryukhina, S.I. Vlasov, B.N. Zaveryukhin // *Tech. Phys. Lett.* — 2008. — Mar. — Vol. 34, no. 3. — Pp. 241–243.
 264. Ishaque, Kashif. Simple, fast and accurate two-diode model for photovoltaic modules / Kashif Ishaque, Zainal Salam, Hamed Taheri // *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*. — 2011. — Feb. — Vol. 95, no. 2. — Pp. 586–594.
 265. Bühler, Alexandre Jose. Method for photovoltaic parameter extraction according to a modified double-diode model / Alexandre Jose Bühler, Arno Krenzinger // *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*. — 2013. — Aug. — Vol. 21, no. 5. — Pp. 884–893.
 266. Sproul, A. B. Intrinsic carrier concentration and minority-carrier mobility of silicon from 77 to 300 K / A. B. Sproul, M. A. Green // *J. Appl. Phys.* — 1993. — Feb. — Vol. 73, no. 3. — Pp. 1214–1225.
 267. Green, Martin A. Intrinsic concentration, effective densities of states, and effective mass in silicon / Martin A. Green // *J. Appl. Phys.* — 1990. — Mar. — Vol. 67, no. 6. — Pp. 2944–2954.
 268. Schroder, D. K. Semiconductor Material and Device Characterization / D. K. Schroder. — Third edition. — New Jersey: John Wiley & Sons, 2006. — 781 pp.
 269. Solar Cells. Materials, Manufacture and Operation / Ed. by Augustin McEvoy, Tom Markvart, Luis Castaner. — Second edition. — Oxford: Academic Press,

2013. — 641 pp.
270. Sun, Jianyong. DE/EDA: A new evolutionary algorithm for global optimization / Jianyong Sun, Qingfu Zhang, Edward P.K. Tsang // *Inform. Sci.* — 2005. — Feb. — Vol. 169, no. 3–4. — Pp. 249–262.
 271. Wang, Kaier. Parameter determination of Schottky–barrier diode model using differential evolution / Kaier Wang, Meiyong Ye // *Solid-State Electron.* — 2009. — Feb. — Vol. 53, no. 2. — Pp. 234–240.
 272. Adaptive differential evolution algorithm with novel mutation strategies in multiple sub-populations / Laizhong Cui, Genghui Li, Qiuzhen Lin et al. // *Computers & Operations Research.* — 2016. — Mar. — Vol. 67. — Pp. 155–173.
 273. Series resistance characterization of industrial silicon solar cells with screen-printed contacts using hotmelt paste / A. Mette, D. Pysch, G. Emanuel et al. // *Progress in Photovoltaics: Research and Applications.* — 2007. — Sep. — Vol. 15, no. 6. — Pp. 493–505.
 274. Modeling of light-induced degradation due to Cu precipitation in p-type silicon. II. Comparison of simulations and experiments / H. Vahlman, A. Haarahiltunen, W. Kwapil et al. // *J. Appl. Phys.* — 2017. — May. — Vol. 121, no. 19. — P. 195704.
 275. Implications of Accelerated Recombination–Active Defect Complex Formation for Mitigating Carrier–Induced Degradation in Silicon / Brett J. Hallam, Malcolm D. Abbott, Nitin Nampalli et al. // *IEEE Journal of Photovoltaics.* — 2016. — Jan. — Vol. 6, no. 1. — Pp. 92–99.
 276. Razeghi, M. Semiconductor ultraviolet detectors / M. Razeghi, A. Rogalski // *J. Appl. Phys.* — 1996. — May. — Vol. 79, no. 10. — Pp. 7433–7473.
 277. Фаренбрух, А. Солнечные элементы. Теория и эксперимент / А. Фаренбрух, Р. Бьюб. — М.: Энергоатомиздат, 1987. — 280 с.
 278. Гаман, В.И. Физика полупроводниковых приборов / В.И. Гаман. — Томск: Из-во Том. ун-та, 1989. — 336 с.
 279. Rajkanan, K. Absorption coefficient of silicon for solar cell calculations / K. Rajkanan, R. Singh, J. Shewchun // *Solid-State Electron.* — 1979. — Sep. — Vol. 22, no. 9. — Pp. 793–795.
 280. Khan, Firoz. Effect of illumination intensity on cell parameters of a silicon solar

- cell / Firoz Khan, S.N. Singh, M. Husain // *Sol. Energy Mater. Sol. Cells.* — 2010. — Sep. — Vol. 94, no. 9. — Pp. 1473–1476.
281. Investigation of unusual shunting behavior due to phototransistor effect in n-type aluminum-alloyed rear junction solar cells / Adeline Sugianto, Budi S. Tjahjono, Ly Mai, Stuart R. Wenham // *Sol. Energy Mater. Sol. Cells.* — 2009. — Nov. — Vol. 93, no. 11. — Pp. 1986 – 1993.
282. *Robinson, S. J.* Departures from the principle of superposition in silicon solar cells / S. J. Robinson, A. G. Aberle, M. A. Green // *J. Appl. Phys.* — 1994. — Dec. — Vol. 76, no. 12. — Pp. 7920–7930.
283. *Breitenstein, O.* A two-diode model regarding the distributed series resistance / O. Breitenstein, S. Rißland // *Sol. Energy Mater. Sol. Cells.* — 2013. — Mar. — Vol. 110. — Pp. 77–86.
284. Effect of oxygen precipitation on the performance of Czochralski silicon solar cells / Lin Chen, Xuegong Yu, Peng Chen et al. // *Sol. Energy Mater. Sol. Cells.* — 2011. — Nov. — Vol. 95, no. 11. — Pp. 3148–3151.
285. Identification of lifetime limiting defects by temperature- and injection-dependent photoluminescence imaging / Jonas Schön, Amanda Youssef, Sungeun Park et al. // *J. Appl. Phys.* — 2016. — Sep. — Vol. 120, no. 10. — P. 105703.
286. Evaluating Crystalline Silicon Solar Cells at Low Light Intensities Using Intensity-Dependent Analysis of I-V Parameters / Karola Rühle, Mattias K. Juhl, Malcolm D. Abbott, Martin Kasemann // *IEEE Journal of Photovoltaics.* — 2015. — May. — Vol. 5, no. 3. — Pp. 926–931.
287. Crystalline silicon cell performance at low light intensities / N.H. Reich, W.G.J.H.M. van Sark, E.A. Alsema et al. // *Sol. Energy Mater. Sol. Cells.* — 2009. — Sep. — Vol. 93, no. 9. — Pp. 1471–1481.
288. The Influence of Parasitic Effects on Injection-Level-Dependent Lifetime Data / Florence W. Chen, Jeffrey E. Cotter, Malcolm D. Abbott et al. // *IEEE Trans. Electron Devices.* — 2007. — Nov. — Vol. 54, no. 11. — Pp. 2960–2968.
289. *Macdonald, Daniel.* Reduced fill factors in multicrystalline silicon solar cells due to injection-level dependent bulk recombination lifetimes / Daniel Macdonald, Andres Cuevas // *Progress in Photovoltaics: Research and Applications.* — 2000. — Jul. — Vol. 8, no. 4. — Pp. 363–375.

290. Recombination rate saturation mechanisms at oxidized surfaces of high-efficiency silicon solar cells / S. J. Robinson, S. R. Wenham, P. P. Altermatt et al. // *J. Appl. Phys.* — 1995. — Oct. — Vol. 78, no. 7. — Pp. 4740–4754.
291. Bandlike and localized states at extended defects in silicon / W. Schröter, J. Kronewitz, U. Gnauert et al. // *Phys. Rev. B.* — 1995. — Nov. — Vol. 52. — Pp. 13726–13729.
292. Особливості формування рекомбінаційного струму в області просторового заряду кремнієвих сонячних елементів / А.В. Саченко, В.П. Костильов, В.М. Власюк та ін. // *УФЖ.* — 2016. — Т. 61, № 10. — С. 923–928751.
293. *Schroder, D.K.* The concept of generation and recombination lifetimes in semiconductors / D.K. Schroder // *IEEE Trans. Electron Devices.* — 1982. — Aug. — Vol. 29, no. 8. — Pp. 1336–1338.
294. Analysis of n^+p silicon junctions with varying substrate doping concentrations made under ultraclean processing technology / Herzl Aharoni, Tadahiro Ohmi, Mauricio Massazumi Oka et al. // *J. Appl. Phys.* — 1997. — Feb. — Vol. 81, no. 3. — Pp. 1270–1288.
295. Explanation of High Solar Cell Diode Factors by Nonuniform Contact Resistance / A. S. H. van der Heide, A. Schonecker, J. H. Bultman, W. C. Sinke // *Progress in Photovoltaics: Research and Applications.* — 2005. — Jan. — Vol. 13, no. 1. — Pp. 3–16.
296. *Beier, Jutta.* Humps in dark I–V–curves — Analysis and explanation / Jutta Beier, Bernhard Voss // *Proceedings of the 23rd IEEE Photovoltaic Specialists Conference.* — 1993. — May. — Pp. 321–326. — Louisville, KY, USA.
297. Experimental analysis and theoretical model for anomalously high ideality factors ($n \gg 2.0$) in AlGaIn/GaN p–n junction diodes / Jay M. Shah, Y.-L. Li, Th. Gessmann, E. F. Schubert // *J. Appl. Phys.* — 2003. — Aug. — Vol. 94, no. 4. — Pp. 2627–2630.
298. Conduction processes in silicon solar cells / A. Kaminski, J. J. Marchand, H. E. Omari et al. // *Proceedings of the 25th IEEE Photovoltaic Specialists Conference.* — 1996. — May. — Pp. 573–576. — Washington, DC, USA.
299. Direct observation of intercenter charge transfer in dominant nonradiative recombination channels in silicon / W. M. Chen, B. Monemar, E. Janzén,

- J. L. Lindström // *Phys. Rev. Lett.* — 1991. — Sep. — Vol. 67, no. 14. — Pp. 1914–1917.
300. Observation of rapid direct charge transfer between deep defects in silicon / A. M. Frens, M. T. Bennebroek, A. Zakrzewski et al. // *Phys. Rev. Lett.* — 1994. — May. — Vol. 72, no. 18. — Pp. 2939–2942.
301. *Schenka, Andreas*. Coupled defect-level recombination: Theory and application to anomalous diode characteristics / Andreas Schenka, Ulrich Krumbein // *J. Appl. Phys.* — 1995. — Sep. — Vol. 78, no. 5. — Pp. 3185–3192.
302. Explanation of commonly observed shunt currents in c-Si solar cells by means of recombination statistics beyond the Shockley-Read-Hall approximation / Silke Steingrube, Otwin Breitenstein, Klaus Ramspeck et al. // *J. Appl. Phys.* — 2011. — July. — Vol. 110, no. 1. — P. 014515.
303. Influence of Defects on Solar Cell Characteristics / Otwin Breitenstein, Jan Bauer, Pietro P. Altermatt, Klaus Ramspeck // *Solid State Phenomena*. — 2010. — Vol. 156–158. — Pp. 1–10.
304. Defect induced non-ideal dark I–V characteristics of solar cells / O. Breitenstein, J. Bauer, A. Lotnyk, J.-M. Wagner // *Superlattices Microstruct.* — 2009. — Apr. — Vol. 45, no. 4–5. — Pp. 182 – 189.
305. Non–Radiative Carrier Recombination Enhanced by Two–Level Process: A First–Principles Study / Ji-Hui Yang, Lin Shi, Lin-Wang Wang, Su-Huai Wei // *Scientific Reports*. — 2016. — Vol. 6. — P. 21712.
306. *Sze, S. M.* Semiconductor Devices: Physics and Technology / S. M. Sze, M.K. Lee. — Second edition. — New York: John Wiley & Sons, Inc, 2012. — 578 pp.
307. The effect of oxide precipitates on minority carrier lifetime in p–type silicon / J. D. Murphy, K. Bothe, M. Olmo et al. // *J. Appl. Phys.* — 2011. — Sep. — Vol. 110, no. 5. — P. 053713.
308. *Schlangenotto, H.* Temperature dependence of the radiative recombination coefficient in silicon / H. Schlangenotto, H. Maeder, W. Gerlach // *Phys. Status Solidi A*. — 1974. — Jan. — Vol. 21, no. 1. — Pp. 357–367.
309. *Kerr, Mark J.* General parameterization of Auger recombination in crystalline silicon / Mark J. Kerr, Andres Cuevas // *J. Appl. Phys.* — 2002. — Feb. —

- Vol. 91, no. 4. — Pp. 2473–2480.
310. *Pavlovich, V. N.* Enhanced Diffusion of Impurities and Defects in Crystals in Conditions of Ultrasonic and Radiative Excitation of the Crystal Lattice / V. N. Pavlovich // *Phys. Status Solidi B.* — 1993. — Nov. — Vol. 180, no. 1. — Pp. 97–105.
 311. *Мирзаде, Ф.Х.* Нелинейные продольные волны взаимодействующих полей деформации и концентрации дефектов в германии и кремнии / Ф.Х. Мирзаде // *Физика и техника полупроводников.* — 2006. — Т. 40, № 3. — С. 269–275.
 312. *Mirzade, Fikret.* Elastic wave propagation in a solid layer with laser-induced point defects / Fikret Mirzade // *J. Appl. Phys.* — 2011. — Sep. — Vol. 110, no. 6. — P. 064906.
 313. *Пелешак, Р.М.* Формування періодичних структур під впливом акустичної хвилі у напівпровідниках з двокомпонентною дефектною підсистемою / Р.М. Пелешак, О.В. Кузик, О.О. Даньків // *УФЖ.* — 2016. — Т. 61, № 8. — С. 746–751.
 314. *Krevchik, V. D.* Influence of ultrasound on ionic diffusion process in semiconductors / V. D. Krevchik, R. A. Muminov, A. Ya. Yafasov // *Phys. Status Solidi A.* — 1981. — Feb. — Vol. 63, no. 2. — Pp. K159–K162.
 315. *Mirzade, F.Kh.* Nonlinear longitudinal strain wave interacting with point defect in metal plates / F.Kh. Mirzade // *J. Appl. Phys.* — 2005. — Apr. — Vol. 97, no. 8. — P. 084911.
 316. *Ostrovskii, I.V.* Characterization of unstable point defects in crystals / I.V. Ostrovskii, O.A. Korotchenkov // *Solid State Commun.* — 1992. — Apr. — Vol. 82, no. 4. — Pp. 267–270.
 317. *Thurston, R. N.* Interpretation of Ultrasonic Experiments on Finite-Amplitude Waves / R. N. Thurston, M. J. Shapiro // *The Journal of the Acoustical Society of America.* — 1967. — Mar. — Vol. 41, no. 4B. — Pp. 1112–1125.
 318. *Cantrell, John H.* Acoustic-radiation stress in solids. I. Theory / John H. Cantrell // *Phys. Rev. B.* — 1984. — Sep. — Vol. 30. — Pp. 3214–3220.
 319. *Yost, W. T.* Acoustic-radiation stress in solids. II. Experiment / W. T. Yost, John H. Cantrell // *Phys. Rev. B.* — 1984. — Sep. — Vol. 30. — Pp. 3221–3227.
 320. *Philip, Jacob.* Temperature variation of some combinations of third-order elastic

- constants of silicon between 300 and 3 °K / Jacob Philip, M. A. Breazeale // *J. Appl. Phys.* — 1981. — May. — Vol. 52, no. 5. — Pp. 3383–3387.
321. *Thomas, D. G.* Kinetics of Radiative Recombination at Randomly Distributed Donors and Acceptors / D. G. Thomas, J.J. Hopfield, W. M. Augistyniak // *Phys. Rev.* — 1965. — Oct. — Vol. 140, no. 1A. — Pp. A202–A220.
322. Impact of phosphorus gettering parameters and initial iron level on silicon solar cell properties / Ville Vahanissi, Antti Haarahiltunen, Heli Talvitie et al. // *Progress in Photovoltaics: Research and Applications.* — 2013. — Aug. — Vol. 21, no. 5. — Pp. 1127–1135.
323. *Schmidt, Jan.* Effect of Dissociation of Iron–Boron Pairs in Crystalline Silicon on Solar Cell Properties / Jan Schmidt // *Progress in Photovoltaics: Research and Applications.* — 2005. — Jun. — Vol. 13, no. 4. — Pp. 325–331.
324. *Mchedlidze, Teimuraz.* Iron–related carrier traps near the n^+p -junctions of crystalline silicon solar cells: impacts of feedstock and of the fabrication processes / Teimuraz Mchedlidze, Jorg Weber // *Phys. Status Solidi B.* — 2014. — Aug. — Vol. 251, no. 8. — Pp. 1608–1613.
325. Local detection of deep carrier traps in the pn-junction of silicon solar cells / T. Mchedlidze, L. Scheffler, J. Weber et al. // *Appl. Phys. Lett.* — 2013. — Jul. — Vol. 103, no. 01. — P. 013901.
326. Minority carrier lifetime in silicon photovoltaics: The effect of oxygen precipitation / J.D. Murphy, J.D. McGuire, K. Bothe et al. // *Sol. Energy Mater. Sol. Cells.* — 2014. — Jan. — Vol. 120. — Pp. 402–411.
327. Parameterisation of injection-dependent lifetime measurements in semiconductors in terms of Shockley–Read–Hall statistics: An application to oxide precipitates in silicon / J. D. Murphy, K. Bothe, R. Krain et al. // *J. Appl. Phys.* — 2012. — Jun. — Vol. 111, no. 11. — P. 113709.
328. *Porrini, M.* Minority carrier lifetime of p-type silicon containing oxygen precipitates: influence of injection level and precipitate size/density / M. Porrini, P. Tessariol // *Materials Science and Engineering: B.* — 2000. — Apr. — Vol. 73, no. 1–3. — Pp. 244–249.
329. Modulating the extent of fast and slow boron-oxygen related degradation in

- Czochralski silicon by thermal annealing: Evidence of a single defect / Moonyong Kim, Malcolm Abbott, Nitin Nampalli et al. // *J. Appl. Phys.* — 2017. — Feb. — Vol. 121, no. 5. — P. 053106.
330. Wijaranakula, W. The Reaction Kinetics of Iron-Boron Pair Formation and Dissociation in P-Type Silicon / W. Wijaranakula // *J. Electrochem. Soc.* — 1993. — Jan. — Vol. 140, no. 1. — Pp. 275–281.
331. Hwang, J. M. Recombination properties of oxygen-precipitated silicon / J. M. Hwang, D. K. Schroder // *J. Appl. Phys.* — 1986. — Apr. — Vol. 59, no. 7. — Pp. 2476–2487.
332. Impact of oxygen related extended defects on silicon diode characteristics / J. Vanhellemont, E. Simoen, A. Kaniava et al. // *J. Appl. Phys.* — 1995. — Jun. — Vol. 77, no. 11. — Pp. 5669–5676.
333. Oxygen defect processes in silicon and silicon germanium / A. Chroneos, E. N. Sgourou, C. A. Londos, U. Schwingenschlögl // *Applied Physics Reviews.* — 2015. — Jun. — Vol. 2, no. 2. — P. 021306.
334. Impurity engineering of Czochralski silicon / Xuegong Yu, Jiahe Chen, Xiangyang Ma, Deren Yang // *Materials Science and Engineering: R: Reports.* — 2013. — Jan–Feb. — Vol. 74, no. 1–2. — Pp. 1–33.
335. Effect of oxide precipitates on minority-carrier lifetime in Czochralski-grown silicon / Masami Miyagi, Kazumi Wada, Jiro Osaka, Naohisa Inoue // *J. Appl. Phys.* — 1982. — Apr. — Vol. 40, no. 8. — Pp. 719–721.
336. Impact of interstitial iron on the study of meta-stable B–O defects in Czochralski silicon: Further evidence of a single defect / Moonyong Kim, Daniel Chen, Malcolm Abbott et al. // *J. Appl. Phys.* — 2018. — Apr. — Vol. 123, no. 16. — P. 161586.
337. Определение параметров глубоких уровней по дифференциальным коэффициентам вольт-амперных характеристик / С.В. Булярский, М.О. Воробьев, Н.С. Грушко, А.В. Лакалин // *Письма в журнал технической физики.* — 1999. — Т. 25, № 5. — С. 22–27.
338. Лугаков, П.Ф. Влияние примесного состава на образование центров рекомбинации при облучении п-кремния γ -квантами высоких энергий /

- П.Ф. Лугаков, В.Д. Ткачев, Шуша В.В. // *Физика и техника полупроводников*. — 1979. — Т. 13, № 5. — С. 875–880.
339. Electronic properties of dislocations introduced mechanically at room temperature on a single crystal silicon surface / Masatoshi Ogawa, Shoji Kamiya, Hayato Izumi, Yutaka Tokuda // *Physica B: Condensed Matter*. — 2012. — Aug. — Vol. 407, no. 15. — Pp. 3034–3037.
340. Electrical properties of dislocations and point defects in plastically deformed silicon / P. Omling, E. R. Weber, L. Montelius et al. // *Phys. Rev. B*. — 1985. — Nov. — Vol. 32, no. 10. — Pp. 6571–6581.
341. Kittler, Martin. Influence of contamination on the electrical activity of crystal defects in silicon / Martin Kittler, Winfried Seifert, Klaus Knobloch // *Microelectron. Eng.* — 2003. — Apr. — Vol. 66, no. 1–4. — Pp. 281–288.
342. Electronic and dynamical properties of the silicon trivacancy / J. Coutinho, V. P. Markevich, A. R. Peaker et al. // *Phys. Rev. B*. — 2012. — Nov. — Vol. 86. — P. 174101.
343. Trivacancy and trivacancy–oxygen complexes in silicon: Experiments and *ab initio* modeling / V. P. Markevich, A. R. Peaker, S. B. Lastovskii et al. // *Phys. Rev. B*. — 2009. — Dec. — Vol. 80, no. 23. — P. 235207.
344. Transformation of divacancies to divacancy–oxygen pairs in p-type Czochralski–silicon; mechanism of divacancy diffusion / N. Ganagana, L. Vines, E. V. Monakhov, B. G. Svensson // *J. Appl. Phys.* — 2014. — Jan. — Vol. 115, no. 3. — P. 034514.
345. Лукьяница, В.В. Уровни вакансий и межузельных атомов в запрещенной зоне кремния / В.В. Лукьяница // *Физика и техника полупроводников*. — 2003. — Т. 37, № 4. — С. 422–431.
346. Kuchinskii, P.V. The effect of thermal and radiation defects on the recombination properties of the region of diffused silicon p–n structures / P.V. Kuchinskii, V.M. Lomako // *Solid-State Electron.* — 1986. — Oct. — Vol. 29, no. 10. — Pp. 1041–1051.
347. Karazhanov, S. Zh. Methods for determining deep defect concentration from dependence of excess carrier density and lifetime on illumination intensity / S. Zh. Karazhanov // *Semicond. Sci. Technol.* — 2001. — Apr. — Vol. 16, no. 4.

- Pp. 276–280.
348. The vacancy–donor pair in unstrained silicon, germanium and SiGe alloys / A. R. Peaker, V. P. Markevich, F.D. Auret et al. // *J. Phys.: Condens. Matter.* — 2005. — Jun. — Vol. 17, no. 22. — Pp. S2293–S2302.
 349. Ion mass effect on vacancy–related deep levels in Si induced by ion implantation / E. V. Monakhov, J. Wong-Leung, A. Yu. Kuznetsov et al. // *Phys. Rev. B.* — 2002. — May. — Vol. 65, no. 24. — P. 245201.
 350. Nakashima, H. Electrical and thermal properties of structurally metastable iron-boron pairs in silicon / H. Nakashima, T. Sadoh, T. Tsurushima // *Phys. Rev. B.* — 1994. — Jun. — Vol. 49, no. 24. — Pp. 16983–16993.
 351. Istratov, A. A. Iron and its complexes in silicon / A. A. Istratov, H. Hieslmair, E.R. Weber // *Applied Physics A: Materials Science & Processing.* — 1999. — Jul. — Vol. 69, no. 1. — Pp. 13–44.
 352. Перебудова дефектної структури та центрів дислокаційної люмінісценції у приповерхневих шарах p -Si / Б. В. Павлик, М. О. Кушлик, Д. П. Слободзян, Р. М. Лис // *Журнал фізичних досліджень.* — 2017. — Т. 21, № 1–2. — С. 1601–1–1601–8.
 353. The self–interstitial in silicon and germanium / R. Jones, A. Carvalho, J.P. Goss, P.R. Briddon // *Materials Science and Engineering: B.* — 2009. — Mar. — Vol. 159–160. — Pp. 112–116.
 354. Rein, S. Electronic properties of the metastable defect in boron–doped Czochralski silicon: Unambiguous determination by advanced lifetime spectroscopy / S. Rein, S. W. Glunz // *Appl. Phys. Lett.* — 2003. — Feb. — Vol. 82, no. 7. — Pp. 1054–1056.
 355. Mchedlidze, Teimouraz. Electrical Activity of Defects Induced by Oxygen Precipitation in Czochralski–Grown Silicon Wafers / Teimouraz Mchedlidze, Kei Matsumoto, Eiichi Asano // *Japanese Journal of Applied Physics.* — 1999. — Jun. — Vol. 38, no. 6A. — Pp. 3422–3425.
 356. Deep levels associated with oxygen precipitation in CZ silicon and correlation with minority carrier lifetimes / S. S. Chan, C. J. Varker, J. D. Whitfield, R. W. Carpenter // *Materials Research Society Symposium Proceedings* / Ed. by N. M. Johnson, S. G. Bishop, G. D. Watkins. — Vol. 46. — North-Holland, NY:

1985. — Pp. 281–286.

357. *Seebauer, Edmund G.* Charged point defects in semiconductors / Edmund G. Seebauer, Meredith C. Kratzer // *Materials Science and Engineering: R: Reports*. — 2006. — Dec. — Vol. 55, no. 3–6. — Pp. 57 – 149.
358. Recent insights into boron–oxygen related degradation: Evidence of a single defect / Brett Hallam, Moonyong Kim, Malcolm Abbott et al. // *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*. — 2017. — Dec. — Vol. 173. — Pp. 25 – 32.
359. *Cavalcoli, D.* Defect states in plastically deformed *n*-type silicon / D. Cavalcoli, A. Cavallini, E. Gombia // *Phys. Rev. B*. — 1997. — Oct. — Vol. 56, no. 15. — Pp. 10208–10214.
360. *Kveder, Vitaly V.* Dislocations in Silicon and D-Band Luminescence for Infrared Light Emitters / Vitaly V. Kveder, Martin Kittler // *Materials Science Forum*. — 2008. — Vol. 590. — Pp. 29–56.
361. Electrical levels of dislocation networks in p- and n-type Si / I. Isakova, A. Bondarenko, O. Vyvenko et al. // *Journal of Physics: Conference Series*. — 2011. — Vol. 281, no. 1. — P. 012010.
362. *Челядинский, А.Р.* Модель пары: атом фосфора–междоузельный атом кремния / А.Р. Челябинский, В.А. Буренков // *Физика твердого тела*. — 1998. — Т. 40, № 11. — С. 1995–1998.
363. Electrical activity of multivacancy defects in silicon / P. Santos, J. Coutinho, M. J. Rayson, P. R. Briddon // *Phys. Status Solidi C*. — 2012. — Oct. — Vol. 9, no. 10–11. — Pp. 2000–2004.
364. Reconfigurations and diffusion of trivacancy in silicon / V. P. Markevich, A. R. Peaker, B. Hamilton et al. // *Physica B: Condensed Matter*. — 2012. — Aug. — Vol. 407, no. 15. — Pp. 2974–2977.
365. *Harris, R. D.* Negative-U defect: Interstitial boron in silicon / R. D. Harris, J. L. Newton, G. D. Watkins // *Phys. Rev. B*. — 1987. — Jul. — Vol. 36, no. 2. — Pp. 1094–1104.
366. *Hu, S.M.* Nonequilibrium point defects and diffusion in silicon / S.M. Hu // *Materials Science and Engineering: R: Reports*. — 1994. — Oct. — Vol. 13, no. 3. — Pp. 105 – 192.
367. Fast and slow lifetime degradation in boron-doped Czochralski silicon described

- by a single defect / Brett Hallam, Malcolm Abbott, Tine Nærland, Stuart Wenham // *Phys. Status Solidi RRL*. — 2016. — Jul. — Vol. 10, no. 7. — Pp. 520–524.
368. Defect engineering of Czochralski single-crystal silicon / T. Sinno, E. Dornberger, W. von Ammon et al. // *Materials Science and Engineering: R: Reports*. — 2000. — Jul. — Vol. 28, no. 5–6. — Pp. 149–198.
369. Defects involving interstitial boron in low-temperature irradiated silicon / L. I. Khirunenko, M. G. Sosnin, A. V. Duvanskii et al. // *Phys. Rev. B*. — 2016. — Dec. — Vol. 94, no. 23. — P. 235210.
370. Voronkov, V. The nature of boron-oxygen lifetime-degrading centres in silicon / V. Voronkov, R. Falster // *Phys. Status Solidi C*. — 2016. — Dec. — Vol. 13, no. 10–12. — Pp. 712–717.
371. Kveder, V. Recombination activity of contaminated dislocations in silicon: A model describing electron-beam-induced current contrast behavior / V. Kveder, M. Kittler, W. Schröter // *Phys. Rev. B*. — 2001. — Mar. — Vol. 63, no. 11. — P. 115208.
372. Козловский, В.В. Модифицирование полупроводников пучками протонов Обзор / В.В. Козловский, В.А. Козлов, В.Н. Ломасов // *Физика и техника полупроводников*. — 2000. — Т. 34, № 2. — С. 129–147.
373. Челядинский, А.Р. Дефектно-примесная инженерия в имплантированном кремнии / А.Р. Челядинский, Ф.Ф. Комаров // *Успехи физических наук*. — 2003. — Т. 173, № 8. — С. 813–846.
374. Moll, Michael. Radiation damage in silicon particle detectors: Microscopic defects and macroscopic properties: Ph.D. thesis / Universität Hamburg. — 1999. — 259 pp.
375. Колковский, И.И. Особенности накопления радиационных дефектов вакансионного и межузельного типов в бездислокационном кремнии с различным содержанием кислорода / И.И. Колковский, В.В. Лукьяница // *Физика и техника полупроводников*. — 1997. — Т. 31, № 4. — С. 405–409.
376. Deep defect levels in standard and oxygen enriched silicon detectors before and after ^{60}Co - γ -irradiation / J. Stahl, E. Fretwurst, G. Lindström, I. Pintilie // *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A*. — 2003. — Oct. — Vol. 512, no. 1–2. — Pp. 111–116.

377. Radiation hard silicon detectors — developments by the RD48 (ROSE) collaboration / G. Lindström, M. Ahmed, S. Albergo et al. // *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A.* — 2001. — Jul. — Vol. 406, no. 2. — Pp. 308–326.
378. Radiation-induced point- and cluster-related defects with strong impact on damage properties of silicon detectors / Ioana Pintilie, Gunnar Lindstroem, Alexandra Junkes, Eckhart. Fretwurst // *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A.* — 2009. — Nov. — Vol. 611, no. 1. — Pp. 52–68.
379. Siemieniec, R. Applying device simulation for lifetime-controlled devices / R. Siemieniec, W. Sudkamp, J. Lutz // Proceedings of the Fourth IEEE International Caracas Conference on Devices, Circuits and Systems. — Oranjestad, Aruba, Netherlands: 2002. — Apr. — Pp. D029–1–D029–6.
380. Radiation damage studies on MCz and standard and oxygen enriched epitaxial silicon devices / E. Fretwurst, F. Hönniger, G. Kramberger et al. // *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A.* — 2007. — Dec. — Vol. 583, no. 1. — Pp. 58–63.
381. Interstitial Defect Reactions in Silicon / Lionel C. Kimerling, M.T. Asom, J.L. Benton et al. // Defects in Semiconductors 15 / Ed. by G. Ferenczi. — Vol. 38 of *Materials Science Forum*. — Trans Tech Publications, 1991. — 1. — Pp. 141–150.
382. Bistable interstitial-carbon—substitutional-carbon pair in silicon / L. W. Song, X. D. Zhan, B. W. Benson, G. D. Watkins // *Phys. Rev. B.* — 1990. — Sep. — Vol. 42, no. 9. — Pp. 5765–5783.
383. Бистабильность и электрическая активность комплекса вакансии—два атома кислорода в кремнии / Л.И. Мурин, В.П. Маркевич, И.Ф. Медведева, L. Dobaczewski // *Физика и техника полупроводников.* — 2006. — Т. 40, № 11. — С. 1316–1320.
384. Gaubas, E. Spectroscopy of neutron irradiation induced deep levels in silicon by microwave probed photoconductivity transients / E. Gaubas, A. Uleckas, J. Vaitkus // *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A.* — 2009. — Aug. — Vol. 607, no. 1. — Pp. 92–94.
385. Kolkovskii, I. I. Charge-carrier recombination in silicon irradiated with γ -rays of different energies / I. I. Kolkovskii, P. F. Lugakov, V. V. Shusha // *Phys. Status Solidi A.* — 1984. — May. — Vol. 83, no. 1. — Pp. 299–306.

386. Evolution from point to extended defects in ion implanted silicon / J. L. Benton, S. Libertino, P. Kringhøj et al. // *J. Appl. Phys.* — 1997. — Jul. — Vol. 82, no. 1. — Pp. 120–125.
387. Depth profiles of vacancy– and interstitial–type defects in MeV implanted Si / S. Coffa, V. Privitera, F. Priolo et al. // *J. Appl. Phys.* — 1997. — Feb. — Vol. 81, no. 4. — Pp. 1639–1644.
388. Defects in p–type Cz–silicon irradiated at elevated temperatures / Naveengoud Ganagona, Bahman Raeissi, Lasse Vines et al. // *Phys. Status Solidi C.* — 2012. — Oct. — Vol. 9, no. 10–11. — Pp. 2009–2012.
389. Formation and origin of the dominating electron trap in irradiated *p*–type silicon / Lasse Vines, E. V. Monakhov, A. Yu. Kuznetsov et al. // *Phys. Rev. B.* — 2008. — Aug. — Vol. 78, no. 8. — P. 085205.
390. Brotherton, S. D. Defect production and lifetime control in electron and γ –irradiated silicon / S. D. Brotherton, P. Bradley // *J. Appl. Phys.* — 1982. — Aug. — Vol. 53, no. 8. — Pp. 5720–5732.
391. Shunt Types in Crystalline Silicon Solar Cells / O. Breitenstein, J. P. Rakotoniaina, M. H. Al Rifai, M. Werner // *Progress in Photovoltaics: Research and Applications.* — 2004. — Nov. — Vol. 12, no. 7. — Pp. 529–538.
392. Breitenstein, O. Material–induced shunts in multicrystalline silicon solar cells / O. Breitenstein, J. Bauer, Rakotoniaina J.P. // *Физика и техника полупроводников.* — 2007. — Vol. 41, no. 4. — Pp. 454–457.
393. Gopal, Vishnu. A new approach to investigate leakage current mechanisms in infrared photodiodes from illuminated current–voltage characteristics / Vishnu Gopal // *J. Appl. Phys.* — 2014. — Aug. — Vol. 116, no. 8. — P. 084502.
394. Baker, I.M. Summary of HgCdTe 2D Array Technology in the U.K. / I.M. Baker, C.D. Maxey // *J. Electron. Mater.* — 2001. — Jun. — Vol. 30, no. 6. — Pp. 682–689.
395. On the electronic properties of a single dislocation / Manfred Reiche, Martin Kitzler, Wilfried Erfurth et al. // *J. Appl. Phys.* — 2014. — May. — Vol. 115, no. 19. — P. 194303.
396. Gopal, Vishnu. Effect of Dislocations on the Zero-Bias Resistance-Area Product,

- Quantum Efficiency, and Spectral Response of LWIR HgCdTe Photovoltaic Detectors / Vishnu Gopal, Sudha Gupta // *IEEE Trans. Electron Devices*. — 2003. — May. — Vol. 50, no. 5. — Pp. 1220–1226.
397. Gopal, Vishnu. Contribution of Dislocations to the Zero-Bias Resistance-Area Product of LWIR HgCdTe Photodiodes at Low Temperatures / Vishnu Gopal, Sudha Gupta // *IEEE Trans. Electron Devices*. — 2004. — Jul. — Vol. 51, no. 7. — Pp. 1078–1083.
398. Experimental Evidence of Dislocation Related Shallow States in *p*-Type Si / A. Castaldini, D. Cavalcoli, A. Cavallini, S. Pizzini // *Phys. Rev. Lett.* — 2005. — Aug. — Vol. 95, no. 7. — P. 076401.
399. Combined CL/EBIC/DLTS investigation of a regular dislocation network formed by Si wafer direct bonding / X. Yu, O. Vyvenko, M. Kittler et al. // *Физика и техника полупроводников*. — 2007. — Vol. 41, no. 4. — Pp. 471–474.
400. Electronic States of Oxygen-free Dislocation Networks Produced by Direct Bonding of Silicon Wafers / M. Trushin, O. Vyvenko, T. Mchedlidze et al. // *Solid State Phenomena*. — 2010. — Vol. 156–158. — Pp. 283–288.
401. Kittler, Martin. Dislocations as Active Components in Novel Silicon Devices / Martin Kittler, Manfred Reiche // *Advanced Engineering Materials*. — 2009. — Apr. — Vol. 11, no. 4. — Pp. 249–258.
402. Combined CL/EBIC/DLTS investigation of a regular dislocation network formed by Si wafer direct bonding / X. Yu, O. Vyvenko, M. Kittler et al. // *Semiconductors*. — 2007. — Apr. — Vol. 41, no. 4. — Pp. 458–461.
403. Recombination properties of dislocations in GaN / Eugene B. Yakimov, Alexander Y. Polyakov, In-Hwan Lee, Stephen J. Pearton // *J. Appl. Phys.* — 2018. — Apr. — Vol. 123, no. 16. — P. 161543.
404. Green, Martin A. General temperature dependence of solar cell performance and implications for device modelling / Martin A. Green // *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*. — 2003. — Aug. — Vol. 11, no. 5. — Pp. 333–340.
405. Dupre, O. Sol. Energy Mater. Sol. Cells / O. Dupre, R. Vaillon, M.A. Green // *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*. — 2015. — Sep. — Vol. 140. — Pp. 92–100.

406. *Green, Martin A.* Optical properties of intrinsic silicon at 300 K / Martin A. Green, Mark J. Keevers // *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*. — 1995. — Vol. 3, no. 3. — Pp. 189–192.
407. Ellipsometric determination of optical constants for silicon and thermally grown silicon dioxide via a multi-sample, multi-wavelength, multi-angle investigation / C. M. Herzinger, B. Johs, W. A. McGahan et al. // *J. Appl. Phys.* — 1998. — Mar. — Vol. 83, no. 6. — Pp. 3323–3336.
408. *Green, Martin A.* Self-consistent optical parameters of intrinsic silicon at 300 K including temperature coefficients / Martin A. Green // *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*. — 2008. — Nov. — Vol. 92, no. 11. — Pp. 1305–1310.
409. *Кизель, В.А.* Отражение света / В.А. Кизель. — М.: Наука, 1973. — 352 с.
410. *Коротченков, О.О.* Ультразвуковой вплив на спектри відбиття світла епітаксціальних плівок GaAs / О.О. Коротченков, О.М. Антонов // *УФЖ*. — 1994. — Т. 39, № 6. — С. 667–668.
411. *Rhoderick, E. H.* Metal-Semiconductor Contacts / E. H. Rhoderick, R. H. Williams. — Second edition. — Oxford: Clarendon Press, 1988. — 252 pp.
412. *Norde, H.* A modified forward I - V plot for Schottky diodes with high series resistance / H. Norde // *J. Appl. Phys.* — 1979. — Jul. — Vol. 50, no. 7. — Pp. 5052–5053.
413. *Lien, C. D.* An improved forward I - V method for nonideal Schottky diodes with high series resistance / C. D. Lien, F.C.T. So, M.A. Nicolet // *IEEE Trans. Electron Devices*. — 1984. — Oct. — Vol. ED-31, no. 10. — Pp. 1502–1503.
414. *Werner, Jurgen H.* Schottky Barrier and pn-Junction I/V Plots—Small Signal Evaluation / Jurgen H. Werner // *Appl. Phys. A*. — 1988. — Nov. — Vol. 47, no. 3. — Pp. 291–300.
415. *Cheung, S.K.* Extraction of Schottky diode parameters from forward current-voltage characteristics / S.K. Cheung, N. W. Cheung // *Appl. Phys. Lett.* — 1986. — Jul. — Vol. 49, no. 2. — Pp. 85–87.
416. *Gromov, D.* Modified methods for the calculation of real Schottky-diode parameters / D. Gromov, V. Pugachevich // *Appl. Phys. A*. — 1994. — Sep. — Vol. 59, no. 3. — Pp. 331–333.
417. A systematic approach to the measurement of ideality factor, series resistance,

- and barrier height for Schottky diodes / T. C. Lee, S. Fung, C.D. Beling, H.L. Au // *J. Appl. Phys.* — 1992. — Nov. — Vol. 72, no. 10. — Pp. 4739–4742.
418. Bohlin, K. E. Generalized Norde plot including determination of the ideality factor / K. E. Bohlin // *J. Appl. Phys.* — 1986. — Aug. — Vol. 60, no. 3. — Pp. 1223–1224.
419. Cibils, Roberto M. Forward I-V plot for nonideal Schottky diodes with high series resistance / Roberto M. Cibils, Roman H. Buitrago // *J. Appl. Phys.* — 1985. — Jul. — Vol. 58, no. 2. — Pp. 1075–1077.
420. Schottky diode: Comments concerning the diode parameters determination from the forward I-V plot / J.-C. Manifacier, N. Brortryb, R. Ardebili, J.-P. Charles // *J. Appl. Phys.* — 1988. — Sep. — Vol. 64, no. 5. — Pp. 2502–2504.
421. On the extraction of linear and nonlinear physical parameters in nonideal diodes / V. Mikhelashvili, G. Eisenstein, V. Garber et al. // *J. Appl. Phys.* — 1999. — May. — Vol. 85, no. 9. — Pp. 6873–6883.
422. Kaminski, A. I-V methods to extract junction parameters with special emphasis on low series resistance / A. Kaminski, J.J. Marchand, A. Laugier // *Solid-State Electron.* — 1999. — Apr. — Vol. 43, no. 4. — Pp. 741–745.
423. A generalized model for a two-terminal device and its applications to parameter extraction / A.. Ortiz-Conde, F.J. Garsia Sanchez, J.J. Liou et al. // *Solid-State Electron.* — 1995. — Jan. — Vol. 38, no. 1. — Pp. 265–266.
424. Durmus, Haziret. Extraction of voltage-dependent series resistance from I-V characteristics of Schottky diodes / Haziret Durmus, Ulfet Atav // *Appl. Phys. Lett.* — 2011. — Aug. — Vol. 99, no. 9. — P. 093505.
425. On a rapidly converging iterative algorithm for diode parameter extraction from a single IV curve / Enrico Cataldo, Alberto Di Lieto, Francesco Maccarrone, Giampiero Paffuti // *J. Phys. Commun.* — 2017. — Dec. — Vol. 1, no. 5. — P. 055008.
426. Sato, K. Study of forward I-V plot for Schottky diodes with high series resistance / K. Sato, Y. Yasumura // *J. Appl. Phys.* — 1985. — Nov. — Vol. 58, no. 9. — Pp. 3655–3657.
427. Lyakas, M. Analysis of nonideal Schottky and p-n junction diodes — Extraction of parameters from I-V plots / M. Lyakas, R. Zaharia, M. Eizenberg // *J. Appl.*

- Phys.* — 1995. — Nov. — Vol. 78, no. 9. — Pp. 5481–5489.
428. Direct extraction of semiconductor device parameters using lateral optimization method / A.. Ortiz-Conde, Y. Ma, J. Thomson et al. // *Solid-State Electron.* — 1999. — Apr. — Vol. 43, no. 4. — Pp. 845–848.
 429. Extraction of Schottky diode (and p–n junction) parameters from I–V characteristics / E.K. Evangelou, L. Papadimitriou, C.A. Dimitriades, G.E. Giakoumakis // *Solid-State Electron.* — 1993. — Nov. — Vol. 36, no. 11. — Pp. 1633–1635.
 430. A self consistent approach to IV-measurements on rectifying metal–semiconductor contacts / D. Donoval, J. de Sousa Pires, P.A. Tove, R. Harman // *Solid-State Electron.* — 1989. — Nov. — Vol. 32, no. 11. — Pp. 961–964.
 431. Extraction of Schottky diode parameters including parallel conductance using a vertical optimization method / A. Ferhat-Hamida, Z. Ouennoughi, A. Hoffmann, R. Weiss // *Solid-State Electron.* — 2002. — May. — Vol. 46, no. 5. — Pp. 615–619.
 432. Jung, W. Schottky diode parameters extraction using Lambert W function / W. Jung, M. Guziewicz // *Materials Science and Engineering: B.* — 2009. — Nov. — Vol. 165, no. 1–2. — Pp. 57–59.
 433. Ortiz-Conde, Adelmo. Extraction of non-ideal junction model parameters from the explicit analytic solutions of its I–V characteristics / Adelmo Ortiz-Conde, Francisco J. Garsia Sanchez // *Solid-State Electron.* — 2005. — Mar. — Vol. 49, no. 3. — Pp. 465–472.
 434. Дубинов, А. Е. W-функция Ламберта и ее применение в математических задачах физики / А. Е. Дубинов, И. Д. Дубинова, К. С. Сайков. — Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2006. — 160 с.
 435. Ye, Meiyang. Parameter extraction of solar cells using particle swarm optimization / Meiyang Ye, Xiaodong Wang, Yousheng Xu // *J. Appl. Phys.* — 2009. — May. — Vol. 105, no. 9. — P. 094502.
 436. Li, Yiming. An automatic parameter extraction technique for advanced CMOS device modeling using genetic algorithm / Yiming Li // *Microelectron. Eng.* — 2007. — Feb. — Vol. 84, no. 2. — Pp. 260–272.
 437. A critical evaluation of EA computational methods for Photovoltaic cell parameter extraction based on two diode model / Kashif Ishaque, Zainal Salam,

- Hamed Taheri, Amir Shamsudin // *Solar Energy*. — 2011. — Sep. — Vol. 85, no. 9. — Pp. 1768–1779.
438. Patel, Sanjaykumar J. Extraction of solar cell parameters from a single current–voltage characteristic using teaching learning based optimization algorithm / Sanjaykumar J. Patel, Ashish K. Panchal, Vipul Kheraj // *Applied Energy*. — 2014. — Apr. — Vol. 119. — Pp. 384–393.
439. Karaboga, Nurhan. The parameter extraction of the thermally annealed Schottky barrier diode using the modified artificial bee colony / Nurhan Karaboga, Serdar Kockanat, Hulya Dogan // *Appl. Intell.* — 2013. — Apr. — Vol. 38, no. 3. — Pp. 279–288.
440. Wang, Kaier. Parameter estimation of Schottky–barrier diode model by particle swarm optimization / Kaier Wang, Meiyong Ye // *Int. J. Mod. Phys. C*. — 2009. — May. — Vol. 20, no. 5. — Pp. 687–699.
441. Sellai, A. Extraction of illuminated solar cell and Schottky diode parameters using a genetic algorithm / A. Sellai, Z. Ouennoughi // *Int. J. Mod. Phys. C*. — 2005. — Jul. — Vol. 16, no. 7. — Pp. 1043–1050.
442. Roy, Indrajit G. On estimating differential conductance from noisy I–V measurements in delineating device parameters / Indrajit G. Roy // *Acta Electrotechnica et Informatic*. — 2017. — Dec. — Vol. 17, no. 4. — Pp. 3–8.
443. Mikhelashvili, V. Simplified parameter extraction method for single and back-to-back Schottky diodes fabricated on silicon-on-insulator substrates / V. Mikhelashvili, R. Padmanabhan, G. Eisenstein // *J. Appl. Phys.* — 2017. — Jul. — Vol. 122, no. 3. — P. 034503.
444. Ortiz-Conde, Adelmo. A new approach to the extraction of single exponential diode model parameters / Adelmo Ortiz-Conde, Francisco J. García-Sánchez // *Solid-State Electronics*. — 2018. — Jun. — Vol. 144. — Pp. 33–38.
445. Aubry, V. Schottky diodes with high series resistance: Limitations of forward I–V methods / V. Aubry, F. Meyer // *J. Appl. Phys.* — 1994. — Dec. — Vol. 76, no. 12. — Pp. 7973–7984.
446. Determination of the Schottky barrier height in diodes based on Au–TiB₂–n–SiC 6H from the current–voltage and capacitance–voltage characteristics / Ya. Ya. Kudryk, V. V. Shynkarenko, V. S. Slipokurov et al. // *Semiconductor*

- Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics*. — 2014. — Vol. 17, no. 4. — Pp. 398–402.
447. *Калиткин, Н. Н.* Численные методы / Н. Н. Калиткин. — Санкт-Петербург: «БХВ-Петербург», 2011. — 592 с.
 448. *Aboelfotoh, M.O.* Electrical characteristics of W–Si(100) Schottky barrier junctions / M.O. Aboelfotoh // *J. Appl. Phys.* — 1989. — Jul. — Vol. 66, no. 1. — Pp. 262–272.
 449. A BEEM study of the temperature dependence of the barrier height distribution in PtSi/n–Si Schottky diodes / S. Zhua, R. L. Van Meirhaeghe, C. Detaverniera et al. // *Solid State Commun.* — 1999. — Oct. — Vol. 112, no. 11. — Pp. 611–615.
 450. Temperature dependence of the indirect bandgap in ultrathin strained silicon on insulator layer / J. Munguia, J.-M. Bluet, O. Marty et al. // *Appl. Phys. Lett.* — 2012. — Mar. — Vol. 100, no. 10. — P. 102107.
 451. Temperature dependence of the ideality factor of GaAs and Si Schottky diodes / T. C. Lee, T. P. Chen, H. L. Au et al. // *Phys. Status Solidi A*. — 1995. — Dec. — Vol. 152, no. 2. — Pp. 563–571.
 452. Barrier characteristics of PtSi/p–Si Schottky diodes as determined from I–V–T measurements / P. G. McCafferty, A. Sellai, P. Dawson, H. Elabd // *Solid-State Electron.* — 1996. — Apr. — Vol. 39, no. 4. — Pp. 583–592.
 453. *Saxena, A.N.* Forward current-voltage characteristics of Schottky barriers on n-type silicon / A.N. Saxena // *Surf. Sci.* — 1969. — Jan. — Vol. 13, no. 1. — Pp. 151–171.
 454. Analysis of the temperature dependence of the forward voltage characteristics of GaInN light-emitting diodes / David S. Meyaard, Jaehee Cho, E. Fred Schubert et al. // *Appl. Phys. Lett.* — 2013. — Sep. — Vol. 103, no. 12. — P. 121103.
 455. Temperature dependence and effect of series resistance on the electrical characteristics of a polycrystalline diamond metal–insulator–semiconductor diode / W. P. Kang, J. L. Davidson, Y. Gurbuz, D. V. Kerns // *J. Appl. Phys.* — 1995. — Jul. — Vol. 78, no. 2. — Pp. 1101–1107.
 456. Effects of temperature on series resistance determination of electrodeposited Cr/n–Si/Au–Sb Schottky structures / O. Dermircioglu, S. Karatas, N. Yildirim, O.F. Bakkaloglu // *Microelectron. Eng.* — 2011. — Sep. — Vol. 88, no. 9. —

Pp. 2997–3002.

457. *Tung, Raymond T.* Recent advances in Schottky barrier concept / Raymond T. Tung // *Materials Science and Engineering: R: Reports*. — 2001. — Nov. — Vol. 35, no. 1–3. — Pp. 1–138.
458. *Dokme, Ilbilge.* On the intersecting behaviour of experimental forward bias current–voltage (I–V) characteristics of Al/SiO₂/p-Si (MIS) Schottky diodes at low temperatures / Ilbilge Dokme, Semsettin Altindal // *Semicond. Sci. Technol.* — 2006. — Aug. — Vol. 21, no. 8. — Pp. 1053–1058.
459. *Colinge, J.P.* Physics of Semiconductor Device / J.P. Colinge, C.A. Colinge. — New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow: Kluwer academic publishers, 2002. — 436 pp.
460. *Стриха, В.И.* Контактные явления в полупроводниках / В.И. Стриха. — Киев: Выща школа, 1982. — 224 с.
461. Туннельно-избыточный ток в невырожденных барьерных $p - n$ - и $m - s$ -структурах $A^{III}B^V$ на Si / В.В. Евстропов, Ю.В. Жилиев, М. Джумаева, Н. Назаров // *Физика и техника полупроводников*. — 1997. — Т. 31, № 2. — С. 152–158.
462. *Lee, Chang Hyun.* Carrier transport through boron-doped amorphous diamond-like carbon p layer of amorphous silicon based p–i–n solar cells / Chang Hyun Lee, Koeng Su Lim // *Appl. Phys. Lett.* — 1999. — Jul. — Vol. 75, no. 4. — Pp. 569–571.
463. *Sathaiya, D. Mahaveer.* Thermionic trap-assisted tunneling model and its application to leakage current in nitrided oxides and AlGa_N/Ga_N high electron mobility transistors / D. Mahaveer Sathaiya, Shreepad Karmalkar // *J. Appl. Phys.* — 2006. — May. — Vol. 99, no. 9. — P. 093701.
464. Dislocation-governed current-transport mechanism in (Ni/Au)–AlGa_N/Al_N/Ga_N heterostructures / Engin Arslan, Şemsettin Altindal, Süleyman Özçelik, Ekmel Ozbay // *J. Appl. Phys.* — 2009. — Jan. — Vol. 105, no. 2. — P. 023705.
465. Current transport and barrier height evaluation in Ni/InAl_N/Ga_N Schottky diodes / D. Donoval, A. Chvála, R. Šramatý et al. // *Appl. Phys. Lett.* — 2010. — May. — Vol. 96, no. 22. — P. 223501.

466. Study of the leakage current mechanism in Schottky contacts to $\text{Al}_{0.25}\text{Ga}_{0.75}\text{N}/\text{GaN}$ heterostructures with AlN interlayers / Sen Huang, Bo Shen, Fu-Jun Xu et al. // *Semicond. Sci. Technol.* — 2009. — May. — Vol. 24, no. 5. — P. 055005.
467. Correlation between barrier inhomogeneities of 4H-SiC 1A/600V Schottky rectifiers and deep-level defects revealed by DLTS and Laplace DLTS / L. Gelczuk, P. Kamyczek, E. P-laczek-Popko, M. Dąbrowska-Szata // *Solid-State Electron.* — 2014. — Mar. — Vol. 99. — Pp. 1–6.
468. Influence of swift heavy ion irradiation on electrical characteristics of Au/*n*-Si (100) Schottky barrier structure / Sandeep Kumar, Y. S. Katharria, Y. Batra, D. Kanjilal // *Journal of Physics D: Applied Physics.* — 2007. — Nov. — Vol. 40, no. 22. — Pp. 6892–6897.
469. Effect of 8 MeV Electrons on Au/*n*-Si Schottky diodes / A. Rao, S. Krishnan, G. Sanjeev, K. Siddappa // *Int. J. Pure Appl. Phys.* — 2009. — Vol. 5, no. 1. — Pp. 55–62.
470. Kumar, Sandeep. Swift heavy ion irradiation-induced defects and electrical characteristics of Au/*n*-Si Schottky structure / Sandeep Kumar, Y. S. Katharria, D. Kanjilal // *Journal of Physics D: Applied Physics.* — 2008. — May. — Vol. 41, no. 10. — P. 105105.
471. In-situ current-voltage analysis of Au/GaAs Schottky diode under nitrogen ion irradiation / A.T. Sharma, Shahnawaz, Sandeep Kumar et al. // *Surf. Coat. Technol.* — 2009. — Vol. 203, no. 17–18. — Pp. 2667–2669.
472. Radiation damage of SiC Schottky diodes by electron irradiation / H. Ohyama, K. Takakura, T. Watanabe et al. // *J. Mater. Sci.: Mater. Electron.* — 2005. — Vol. 16, no. 7. — Pp. 455–458.
473. Tataroğlu, A. ^{60}Co γ irradiation effects on the current-voltage (*I-V*) characteristics of Al/SiO₂/p-Si (MIS) Schottky diodes / A. Tataroğlu, Ş. Altındal, M.M. Bülbül // *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A.* — 2006. — Dec. — Vol. 568, no. 2. — Pp. 863–868.
474. The role of ^{60}Co γ -ray irradiation on the interface states and series resistance in MIS structures / İlke Taşçıoğlu, Adem Tataroğlu, Akif Özbay, Şemsettin Altındal // *Radiat. Phys. Chem.* — 2010. — Apr. — Vol. 79, no. 4. — Pp. 457–461.

475. *Tataroğlu, A.* Analysis of interface states and series resistance at MIS structure irradiated under ^{60}Co γ -rays / A. Tataroğlu, Ş. Antındal // *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A.* — 2007. — Oct. — Vol. 580, no. 3. — Pp. 1588–1593.
476. *Tataroğlu, A.* Electrical characteristics of ^{60}Co γ -ray irradiated MIS Schottky diodes / A. Tataroğlu, Ş. Altındal // *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. B.* — 2006. — Nov. — Vol. 252, no. 2. — Pp. 257–262.
477. *Karatas, S.* Electrical properties of Sn/p-Si (MS) Schottky barrier diodes to be exposed to ^{60}Co γ -ray source / S. Karatas, A. Turut // *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A.* — 2006. — Oct. — Vol. 566, no. 2. — Pp. 584–589.
478. Annealing of ^{60}Co gamma radiation-induced damage in n-GaN Schottky barrier diodes / G. A. Umana-Membreno, J. M. Dell, G. Parish et al. // *J. Appl. Phys.* — 2007. — Mar. — Vol. 101, no. 5. — P. 054511.
479. Radiation effect on pn-SiC diode as a detector / Akimasa Kinoshita, Motohiro Iwami, Ken ichi Kobayashi et al. // *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A.* — 2005. — Apr. — Vol. 541, no. 1–2. — Pp. 213–220.
480. Исследование физических механизмов лазерной коррекции и стабилизации параметров структур Al-n-n⁺-Si-Al с барьером Шоттки / Г.И. Воробец, М.М. Воробец, В.Н. Стребежев и др. // *Физика и техника полупроводников.* — 2004. — Т. 38, № 6. — С. 690–692.
481. Effect of temperature and electron irradiation on the I–V characteristics of Au/CdTe Schottky diodes / Manjunatha Pattabi, Sheeja Krishnan, Ganesh, X. Mathew // *Solar Energy.* — 2007. — Jan. — Vol. 81, no. 1. — Pp. 111–116.
482. Влияние нейтронного облучения на фотоэлектрические параметры структур ITO–GaSe / З.Д. Ковалюк, П.Г. Литовченко, О.А. Политанская и др. // *Физика и техника полупроводников.* — 2007. — Т. 41, № 5. — С. 570–574.
483. Recovery of Electrical Characteristics of Au/n-Si Schottky Junction Under ^{60}Co Gamma Irradiation / S. Verma, K. C. Praveen, A. Bobby, D. Kanjilal // *IEEE Transactions on Device and Materials Reliability.* — 2014. — June. — Vol. 14, no. 2. — Pp. 721–725.
484. *Salari, M. Abdolahpour.* The effects of gamma irradiation on electrical characteristics of Zn/ZnO/n-Si/Au-Sb structure / M. Abdolahpour Salari, B. Güzeldir, M. Sağlam // *AIP Conference Proceedings.* — 2018. — Feb. — Vol. 1935, no. 1.

— P. 050002.

485. Aging and degradation of aluminium–silicon structures with a Schottky barrier after a pulsed laser irradiation / G.I. Vorobets, O.I. Vorobets, A.P. Fedorenko, A.G. Shkavro // *Functional Materials*. — 2003. — Vol. 10, no. 3. — Pp. 468–473.
486. Стриха, В.И. Физические основы надежности контактов металл–полупроводник в интегральной электронике / В.И. Стриха, Е. В. Бузанева. — М.: Радио и связь, 1987. — 253 с.
487. Soyly, M. Barrier characteristics of gold Schottky contacts on moderately doped n-InP based on temperature dependent I – V and C – V measurements / M. Soyly, B. Abay // *Microelectron. Eng.* — 2009. — Jan. — Vol. 86, no. 1. — Pp. 88–95.
488. Current–voltage and capacitance–voltage characteristics of Al Schottky contacts to strained Si-on-insulator in the wide temperature range / I. Jyothi, V. Janardhanam, Hyobong Hong, Chel-Jong Choi // *Mater. Sci. Semicond. Process.* — 2015. — Nov. — Vol. 39. — Pp. 390–399.
489. A detailed study on current–voltage characteristics of Au/n-GaAs in wide temperature range / E. Özavcı, S. Demirezen, U. Aydemir, Ş. Altındal // *Sens. Actuators, A*. — 2013. — May. — Vol. 194. — Pp. 259–268.
490. Effect of ^{60}Co γ -irradiation on the nature of electronic transport in heavily doped n-type GaN based Schottky photodetectors / Abhishek Chatterjee, Shailesh K. Khamari, S. Porwal et al. // *J. Appl. Phys.* — 2018. — Apr. — Vol. 123, no. 16. — P. 161585.
491. Bozhkov, V. G. Influence of the nonlinear bias dependence of the barrier height on measured Schottky–barrier contact parameters / V. G. Bozhkov, A. V. Shmargunov // *J. Appl. Phys.* — 2011. — Jun. — Vol. 109, no. 11. — P. 113718.
492. Aldemir, Durmus Ali. Temperature dependent ideality factor and barrier height of Ni/n-GaAs/In Schottky diodes / Durmus Ali Aldemir, Ali Kokce, Ahmet Faruk Ozdemir // *Microelectron. Eng.* — 2012. — Oct. — Vol. 98. — Pp. 6–11.
493. Double Gaussian distribution of barrier height observed in densely packed GaN nanorods over Si (111) heterostructures / Lokesh Mohan, Greeshma Chandan, Shruthi Mukundan et al. // *J. Appl. Phys.* — 2014. — Dec. — Vol. 116, no. 23. — P. 234508.

494. *Dökme, Ilbilge*. The distribution of the barrier height in Al–TiW–Pd₂ Si/n–Si Schottky diodes from I – V – T measurements / Ilbilge Dökme, Şemsettin Altındal, Izzet M Afandiyeva // *Semicond. Sci. Technol.* — 2008. — Mar. — Vol. 23, no. 3. — P. 035003.
495. *Sarpatwari, K*. Effects of barrier height inhomogeneities on the determination of the Richardson constant / K. Sarpatwari, S. E. Mohny, O. O. Awadelkarim // *J. Appl. Phys.* — 2011. — Jan. — Vol. 109, no. 01. — P. 014510.
496. *İlke Taşçioğlu*. The explanation of barrier height inhomogeneities in Au/n–Si Schottky barrier diodes with organic thin interfacial layer / İlke Taşçioğlu, Umut Aydemir, Şemsettin Altındal // *J. Appl. Phys.* — 2010. — Sep. — Vol. 108, no. 6. — P. 064506.
497. *Yıldırım, Nezir*. On temperature-dependent experimental I – V and C – V data of Ni/n–GaN Schottky contacts / Nezir Yıldırım, Kadir Ejderha, Abdulmecit Turut // *J. Appl. Phys.* — 2010. — Dec. — Vol. 108, no. 11. — P. 114506.
498. *Mamor, M*. Interface gap states and Schottky barrier inhomogeneity at metal/n-type GaN Schottky contacts / M. Mamor // *J. Phys.: Condens. Matter.* — 2009. — Aug. — Vol. 21, no. 33. — P. 335802.
499. Barrier inhomogeneity and electrical properties of Pt /GaN Schottky contacts / Ferdinando Iucolano, Fabrizio Roccaforte, Filippo Giannazzo, Vito Raineri // *J. Appl. Phys.* — 2007. — Dec. — Vol. 102, no. 11. — P. 113701.
500. Temperature behavior of inhomogeneous Pt/GaN Schottky contacts / F. Iucolano, F. Roccaforte, F. Giannazzo, V. Raineri // *Appl. Phys. Lett.* — 2007. — Feb. — Vol. 90, no. 9. — P. 092119.
501. Electron transport of inhomogeneous Schottky barriers: A numerical study / J. P. Sullivan, R. T. Tung, M. R. Pinto, W. R. Graham // *J. Appl. Phys.* — 1991. — Dec. — Vol. 70, no. 12. — Pp. 7403–7424.
502. *Tung, R. T*. Electron transport at metal-semiconductor interfaces: General theory / R. T. Tung // *Phys. Rev. B.* — 1992. — Jun. — Vol. 45, no. 23. — Pp. 13509–13523.
503. *Tung, Raymond T*. The physics and chemistry of the Schottky barrier height / Raymond T. Tung // *Applied Physics Reviews.* — 2014. — Mar. — Vol. 1, no. 1. — P. 011304.

504. *Durmuş, Perihan*. Gaussian distribution of inhomogeneous barrier height in Au/n-Si (111) Schottky barrier diodes at low temperatures / Perihan Durmuş, Mert Yıldırım // *Mater. Sci. Semicond. Process.* — 2014. — Nov. — Vol. 27. — Pp. 145–149.
505. Temperature dependent current–voltage characteristics of Au/n–type Ge Schottky barrier diodes with graphene interlayer / Zagarzusem Khurelbaatar, Min-Sung Kang, Kyu-Hwan Shim et al. // *J. Alloys Compd.* — 2015. — Nov. — Vol. 650. — Pp. 658–663.
506. *Cetin, Hidayet*. Temperature dependence of electrical parameters of the Au/n–InP Schottky barrier diodes / Hidayet Cetin, Enise Ayyildiz // *Semicond. Sci. Technol.* — 2005. — Jun. — Vol. 20, no. 6. — Pp. 625–631.
507. *Li, Ang. J.* Moderately-doped Schottky barriers: a description using thermionic emission over a wide temperature range / Ang. J. Li, Arthur. F. Hebard // *J. Phys. D: Appl. Phys.* — 2016. — Nov. — Vol. 49, no. 45. — P. 455101.
508. *Schmitsdorf, R. F.* Explanation of the linear correlation between barrier heights and ideality factors of real metal–semiconductor contacts by laterally nonuniform Schottky barriers / R. F. Schmitsdorf, T. U. Kampen, W. Mönch // *J. Vac. Sci. Technol. B.* — 1997. — Jul. — Vol. 15, no. 4. — Pp. 1221–1226.
509. Ni/Si solid phase reaction studied by temperature–dependent current–voltage technique / Yu-Long Jiang, Guo-Ping Ru, Fang Lu et al. // *J. Appl. Phys.* — 2003. — Jan. — Vol. 93, no. 2. — Pp. 866–870.
510. *Andrews, J.M.* Reverse current-voltage characteristics of metal-silicide Schottky diodes / J.M. Andrews, M.P. Lepselter // *Solid-State Electron.* — 1970. — June. — Vol. 13, no. 7. — Pp. 1011–1023.
511. Механизм токопрохождения в электролюминесцентных структурах пористый кремний / монокристаллический кремний / А.А. Евтух, Э.Б. Каганович, Э.Г. Манойлов, Н.А. Семененко // *Физика и техника полупроводников.* — 2006. — Т. 40, № 2. — С. 180–184.
512. *Новиков, Ю.Н.* Энергонезависимая память, основанная на кремниевых нанокластерах / Ю.Н. Новиков // *Физика и техника полупроводников.* — 2009. — Т. 43, № 8. — С. 1078–1083.

513. Курносова, О.В. Туннелирование с глубоких примесных центров в электрическом поле в полупроводниках АІІІВV / О.В. Курносова, А.А. Пахомов // *Физика и техника полупроводников*. — 1986. — Т. 20, № 10. — С. 1868–1874.
514. Булярский, С.В. Анализ механизмов переноса тока, определяющих характер обратных вольт–амперных характеристик барьеров металл–GaAs / С.В. Булярский, А.В. Жуков // *Физика и техника полупроводников*. — 2001. — Т. 35, № 5. — С. 560–563.
515. Вавилов, В.С. Дефекты в кремнии и на его поверхности / В.С. Вавилов, В.Ф. Киселев, Б.Н. Мукашев. — М.: Наука, 1990. — 216 с.
516. Song, L.W. Identification of a bistable defect in silicon: The carbon interstitial-carbon substitutional pair / L.W. Song, B.W. Benson, G.D. Watkins // *Appl. Phys. Lett.* — 1987. — Oct. — Vol. 51, no. 15. — Pp. 1155–1157.
517. Temperature dependent electrical transport behavior of InN/GaN heterostructure based Schottky diodes / Basanta Roul, Mohana K. Rajpalke, Thirumaleshwara N. Bhat et al. // *J. Appl. Phys.* — 2011. — Feb. — Vol. 109, no. 4. — P. 044502.
518. Музафарова, С.А. Влияние γ -облучения на механизм переноса тока в гетероструктурах n–CdS/p–CdTe / С.А. Музафарова, Ш.А. Мирсагатов, Ф.Н. Джамалов // *Физика и техника полупроводников*. — 2009. — Т. 43, № 2. — С. 187–192.
519. Gamma irradiation-induced changes at the electrical characteristics of organic-based Schottky structures / O. Gullu, M. Cankaya, M. Biber, A. Turut // *J Phys D: Appl Phys.* — 2008. — Jul. — Vol. 41, no. 13. — P. 135103.
520. Karatas, S. Effects of ^{60}Co γ -ray irradiation on the electrical characteristics of Au/n–GaAs (MS) structures / S. Karatas, A. Turut, S. Altindal // *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A.* — 2005. — Dec. — Vol. 555, no. 1–2. — Pp. 260–265.
521. Distinction between the Poole-Frenkel and tunneling models of electric-field-stimulated carrier emission from deep levels in semiconductors / S. D. Ganichev, E. Ziemann, W. Prettl et al. // *Phys. Rev. B.* — 2000. — Apr. — Vol. 61, no. 15. — Pp. 10361–10365.

522. Ганичев, С.Д. Ионизация глубоких примесных центров дальним инфракрасным излучением / С.Д. Ганичев, И.Н. Ясиевич, В. Преттл // *Физика твердого тела*. — 1997. — Т. 39, № 11. — С. 1905–1932.
523. The role of the tunneling component in the current–voltage characteristics of metal–GaN Schottky diodes / L. S. Yu, Q. Z. Liu, Q. J. Xing et al. // *J. Appl. Phys.* — 1998. — Aug. — Vol. 84, no. 4. — Pp. 2099–2104.
524. Особенности образования радиационных дефектов в слое кремния структур «кремний на изоляторе» / К.Д. Щербачев, В.Т. Бублик, В.Н. Мордкович, Д.М. Пажин // *Физика и техника полупроводников*. — 2011. — Т. 45, № 6. — С. 738–742.
525. Vorobets, G.I. Laser manipulation of clusters, structural defects and nanoaggregates in barrier structures on silicon and binary semi-conductors / G.I. Vorobets, O.I. Vorobets, V.N. Strebegev // *Appl. Surf. Sci.* — 2005. — Jul. — Vol. 247, no. 1–4. — Pp. 590–601.
526. Expansion of Shockley stacking fault observed by scanning electron microscope and partial dislocation motion in 4H–SiC / Yoshifumi Yamashita, Ryu Nakata, Takeshi Nishikawa et al. // *J. Appl. Phys.* — 2018. — Apr. — Vol. 123, no. 16. — P. 161580.
527. Релаксация внутренних механических напряжений в арсенидгаллиевых приборных структурах, стимулированная микроволновой обработкой / Н.С. Болтовец, А.Б. Камалов, Е.Ю. Колядина и др. // *Письма в журнал технической физики*. — 2002. — Т. 28, № 4. — С. 57–64.
528. Исследование методом электроотражения влияния γ -облучения на оптические свойства эпитаксиальных пленок GaN / А.Е. Беляев, Н.И. Ключ, Р.В. Конакова и др. // *Физика и техника полупроводников*. — 2012. — Т. 46, № 3. — С. 317–320.
529. Островський, І.В. Фізична акустооптика / І.В. Островський, О.О. Коротченков. — К.: ВЦ «Київський університет», 2000. — 347 с.
530. Singh, R. Swift heavy ion irradiation induced modification of electrical characteristics of Au/n-Si Schottky barrier diode / R. Singh, S.K. Arora, D. Kanjilal // *Mater. Sci. Semicond. Process.* — 2001. — Oct. — Vol. 4, no. 5. — Pp. 425–432.

531. Coupling Light into Graphen Plasmons through Surface Acoustic Waves / Jurgen Schiefele, Jorge Pedros, Fernando Sols et al. // *Phys. Rev. Lett.* — 2013. — Dec. — Vol. 111, no. 23. — P. 237405.
532. Ultrasonicated double wall carbon nanotubes for enhanced electric double layer capacitance / Srikrishna Pandey, Uday N. Maiti, Kowsalya Palanisamy et al. // *Appl. Phys. Lett.* — 2014. — Jun. — Vol. 104, no. 23. — P. 233902.
533. *Raeymaekers, Bart.* Manipulation of diamond nanoparticles using bulk acoustic waves / Bart Raeymaekers, Cristian Pantea, Dipen N. Sinha // *J. Appl. Phys.* — 2011. — Jan. — Vol. 109, no. 1. — P. 014317.
534. Ultrahigh-frequency surface acoustic wave generation for acoustic charge transport in silicon / S. Buyukkose, B. Vratzov, J. van der Veen et al. // *Appl. Phys. Lett.* — 2013. — Jan. — Vol. 102, no. 1. — P. 013112.
535. *He, Jian-Hong.* Correlated electron transport assisted by surface acoustic waves in micron-separated quasi-one-dimensional channels / Jian-Hong He, Jie Gao, Hua-Zhong Guo // *Appl. Phys. Lett.* — 2010. — Sep. — Vol. 97, no. 12. — P. 122107.
536. *Savkina, R.K.* Semiconductor surface structurization induced by ultrasound / R.K. Savkina // *Functional Materials.* — 2012. — Vol. 19, no. 1. — Pp. 38–43.
537. *Savkina, R.K.* Properties of the crystalline silicon strained via cavitation impact / R.K. Savkina // *Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics.* — 2013. — Vol. 16, no. 1. — Pp. 43–44.
538. *Савкина, Р.К.* Образование нитридов на поверхности монокристаллического GaAs в криогенной жидкости при облучении ультразвуком / Р.К. Савкина, А.Б. Смирнов // *Письма в ЖТФ.* — 2015. — Т. 41, № 4. — С. 15–23.
539. *Savkina, R. K.* The photoresponse of crystalline silicon strained via ultrasonic cavitation processing / R. K. Savkina, A. B. Smirnov // *Phys. Status Solidi C.* — 2015. — Aug. — Vol. 12, no. 8. — Pp. 1090–1093.
540. Sonosynthesis of microstructures array for semiconductor photovoltaics / R.K. Savkina, A.B. Smirnov, T. Kryshab, A. Kryvko // *Mater. Sci. Semicond. Process.* — 2015. — Sep. — Vol. 37. — Pp. 179–184.
541. *Savkina, R. K.* Nitrogen incorporation into GaAs lattice as a result of the surface

- cavitation effect / R. K. Savkina, A. B. Smirnov // *J. Phys. D: Appl. Phys.* — 2010. — Oct. — Vol. 43, no. 42. — P. 425301.
542. *Kryshtab, Tetyana G.* Nanoscale Structuration of Semiconductor Surface Induced by Cavitation Impact / Tetyana G. Kryshtab, Rada K. Savkina, Alexey B. Smirnov // *MRS Proceedings.* — 2013. — Vol. 1534. — Pp. A87–A92.
543. *Власенко, А.И.* Подвижность носителей заряда в кристаллах $n\text{-Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ в условиях динамического ультразвукового нагружения / А.И. Власенко, Я.М. Олих, Р.К. Савкина // *Физика и техника полупроводников.* — 2000. — Т. 34, № 6. — С. 670–676.
544. *Unewisse, M. H.* Conduction mechanisms in erbium silicide Schottky diodes / M. H. Unewisse, J. W. V. Storey // *J. Appl. Phys.* — 1993. — April. — Vol. 73, no. 8. — Pp. 3873–3879.
545. *Korkut, H.* Temperature-dependent current–voltage characteristics of Cr/n-GaAs Schottky diodes / H. Korkut, N. Yildirim, A. Turut // *Microelectron. Eng.* — 2009. — Jan. — Vol. 86, no. 1. — Pp. 111–116.
546. An Adjustable Work Function Technology Using Mo Gate for CMOS Devices / Ronald Lin, Qiang Lu, Pushkar Ranade et al. // *IEEE Electron Device Letters.* — 2002. — Jan. — Vol. 23, no. 1. — Pp. 49–51.
547. Temperature dependence of 1/f noise in Ni/n-GaN Schottky barrier diode / Ashutosh Kumar, K. Asokan, V. Kumar, R. Singh // *J. Appl. Phys.* — 2012. — Jul. — Vol. 112, no. 12. — P. 024507.
548. Schottky Barrier Height Inhomogeneity of Ti/n-GaAs Contact Studied by the I-V-T Technique / Yu-Long Jiang, Guo-Ping Ru, Fang Lu et al. // *Chin. Phys. Lett.* — 2002. — Apr. — Vol. 19, no. 4. — Pp. 553–556.
549. *Yildirim, Nezir.* The theoretical and experimental study on double-Gaussian distribution in inhomogeneous barrier-height Schottky contacts / Nezir Yildirim, Abdulmecit Turut, Veyis Turut // *Microelectron. Eng.* — 2010. — Nov. — Vol. 87, no. 11. — Pp. 2225–2229.
550. Modelling the inhomogeneous SiC Schottky interface / P. M. Gammon, A. Perez-Tomas, V. A. Shah et al. // *J. Appl. Phys.* — 2013. — Dec. — Vol. 114, no. 22. — P. 223704.
551. *Труэлл, Р.* Ультразвуковые методы в физике твердого тела / Р. Труэлл,

- Ч. Эльбаум, Б. Чик. — М.: Мир, 1972. — 307 с.
552. *Никаноров, С.П.* Упругость и дислокационная неупругость кристаллов / С.П. Никаноров, Б.К. Кардашев. — М.: Наука, 1985. — 252 с.
553. *Granato, A.* Theory of Mechanical Damping Due to Dislocations / A. Granato, K. Lücker // *J. Appl. Phys.* — 1956. — Jun. — Vol. 27, no. 6. — Pp. 583–593.
554. *Судзуки, Т.* Динамика дислокаций и пластичность / Т. Судзуки, Х. Ёсинава-га, С. Такеути. — М.: Мир, 1989. — 296 с.
555. Поглощение и скорость распространения ультразвука в нейтронно-легированном кремнии / Я. М. Олих, А. Д. Беляев, Е. Г. Миселюк и др. // *Электронная техника. Сер. 6: Материалы.* — 1983. — Т. 175, № 2. — С. 40–43.
556. *Brailsford, A. D.* Abrupt-Kink Model of Dislocation Motion / A. D. Brailsford // *Phys. Rev.* — 1961. — May. — Vol. 122, no. 3. — Pp. 778–786.
557. *Loktev, V.M.* On the nature of ionic crystals' sonoluminescence excitation threshold: point-defect generation / V.M. Loktev, Julia Khalack // *J. Lumin.* — 1998. — Feb. — Vol. 76-77. — Pp. 560–563.
558. Transport-mechanism analysis of the reverse leakage current in GaInN light-emitting diodes / Qifeng Shan, David S. Meyaard, Qi Dai et al. // *Appl. Phys. Lett.* — 2011. — 10.1063/1.3668104. — Vol. 99, no. 25. — P. 253506.
559. *Pipinys, P.* Temperature dependence of reverse-bias leakage current in GaN Schottky diodes as a consequence of phonon-assisted tunneling / P. Pipinys, V. Lapeika // *J. Appl. Phys.* — 2006. — May. — Vol. 99, no. 9. — P. 093709.
560. Low-leakage and NBTI-mitigated N -type domino logic / Liang Huaguo, Xu Hui, Huang Zhengfeng, Yi Maoxiang // *Journal of Semiconductors.* — 2014. — Jan. — Vol. 35, no. 1. — P. 015009.
561. Design of novel DDSCR with embedded PNP structure for ESD protection / Bi Xiuwen, Liang Hailian, Gu Xiaofeng, Huang Long // *Journal of Semiconductors.* — 2015. — Nov. — Vol. 36, no. 12. — P. 124007.
562. *Abu-Samaha, F. S.* Temperature dependent of the current-voltage (I-V) characteristics of TaSi₂/n-Si structure / F. S. Abu-Samaha, A. A. A. Darwish, A. N. Mansour // *Mater. Sci. Semicond. Process.* — 2013. — Dec. — Vol. 16, no. 6. — Pp. 1988–1991.

563. *Jafar, M M Abdul-Gader*. High-bias current–voltage–temperature characteristics of undoped rf magnetron sputter deposited boron carbide (B_5C)/p-type crystalline silicon heterojunctions / M M Abdul-Gader Jafar // *Semicond. Sci. Technol.* — 2003. — Jan. — Vol. 18, no. 1. — Pp. 7–22.
564. *Pipinys, P*. Phonon–assisted tunneling in reverse biased Schottky diodes / P. Pipinys, A. Pipiniene, A. Rimeika // *J. Appl. Phys.* — 1999. — Dec. — Vol. 86, no. 12. — Pp. 6875–6878.
565. *Пипинис, П.А.* Температурная зависимость обратного тока в диодах с барьером Шоттки / П.А. Пипинис, А.К. Римейка, В.А. Лапейка // *Физика и техника полупроводников*. — 1998. — Т. 32, № 7. — С. 882–885.
566. *Kiveris, A*. Release of Electrons from Traps by an Electric Field with Phonon Participation / A. Kiveris, S. Kudzmauskas, P. Pipinys // *Phys. Status Solidi A*. — 1976. — Sep. — Vol. 37, no. 1. — Pp. 321–327.
567. *Шалимова, К.В.* Физика полупроводников / К.В Шалимова. — СПб.: Издательство «Лань», 2010. — 400 с.
568. Electron spin resonance study of surface and oxide interface spin-triplet centers on (100) silicon wafers / H. Saito, S. Hayashi, Y. Kusano et al. // *J. Appl. Phys.* — 2018. — Apr. — Vol. 123, no. 16. — P. 161582.
569. Interface and transport properties of gamma irradiated Au/n-GaP Schottky diode / N. Shiwakoti, A. Bobby, K. Asokan, Bobby Antony // *Mater. Sci. Semicond. Process.* — 2018. — Feb. — Vol. 74. — Pp. 1–6.
570. Electric field dependence of GaAs Schottky barriers / G.H. Parker, T.C. McGill, C.A. Mead, D. Hoffman // *Solid-State Electron.* — 1968. — Feb. — Vol. 11, no. 2. — Pp. 201–204.
571. *Mitrofanov, Oleg*. Poole-Frenkel electron emission from the traps in AlGaIn/GaN transistors / Oleg Mitrofanov, Michael Manfra // *J. Appl. Phys.* — 2004. — Jun. — Vol. 95, no. 11. — Pp. 6414–6419.
572. Ионизация мелких примесей электрическим полем в случайном кулоновском потенциале / Н.Г. Жданова, М.С. Каган, Е.Г. Ландсберг и др. // *Письма в ЖЭТФ*. — 1995. — Т. 62, № 2. — С. 108–111.
573. *Коршунов, Ф.П.* Воздействие радиации на интегральные микросхемы /

- Ф.П. Коршунов, Ю.В. Богатырев, Вавилов В.А. — Минск: Наука и техника, 1986. — 254 с.
574. Modern Microwave Methods in Solid-State Inorganic Materials Chemistry: From Fundamentals to Manufacturing / Helen J. Kitchen, Simon R. Vallance, Jennifer L. Kennedy et al. // *Chem. Rev.* — 2014. — Vol. 114, no. 2. — Pp. 1170–1206.
575. СВЧ нагрев как метод термообработки полупроводников / А.В. Ржанов, Н.Н. Герасименко, С.В. Васильев, В.И. Ободников // *Письма в журнал технической физики.* — 1981. — Т. 7, № 20. — С. 1221–1223.
576. Paton, Boris E. Gyrotron Processing of Materials / Boris E. Paton, Vladislav E. Sklyarevich, Marko M.G. Slusarczyk // *MRS Bulletin.* — 1993. — Nov. — Vol. 18, no. 11. — Pp. 58–63.
577. Использование мощного СВЧ излучения для отжига арсенида галлия / Е.В. Винник, В.И. Гурошев, А.В. Прохорович, М.В. Шевелев // *Оптоэлектроника и полупроводниковая техника.* — 1989. — Т. 15. — С. 48–50.
578. Thermal processing of silicon wafers with microwave co-heating / H. Zohm, E. Kasper, P. Mehringer, G.A. Müller // *Microelectron. Eng.* — 2000. — Dec. — Vol. 54, no. 3–4. — Pp. 247–253.
579. Bhunia, S. Microwave synthesis, single crystal growth and characterization of ZnTe / S. Bhunia, D.N. Bose // *J. Cryst. Growth.* — 1998. — Mar. — Vol. 186, no. 4. — Pp. 535–542.
580. Влияние сверхвысокочастотного отжига на структуры двуокись кремния–карбид кремния / Ю.Ю. Бачеригов, Р.В. Конакова, А.Н. Кочеров и др. // *Журнал технической физики.* — 2003. — Т. 73, № 5. — С. 75–78.
581. Пашков, В.И. Влияние отжига в поле СВЧ излучения на остаточную деформацию и примесный состав приповерхностных слоев кремния / В.И. Пашков, В.А. Перевошиков, В.Д. Скупов // *Письма в журнал технической физики.* — 1994. — Т. 20, № 8. — С. 14–18.
582. Немонотонность процессов структурной релаксации при СВЧ обработке арсенида галлия / Т.Г. Крыштаб, Г.Н. Семенова, П.М. Литвин и др. // *Оптоэлектроника и полупроводниковая техника.* — 1996. — Т. 31. — С. 140–145.
583. Физико–химические процессы на границе раздела контактов

- Au/Pt/Cr/Pt/GaAs, подвергнутых СВЧ отжигу / В.В. Миленин, Р.В. Конакова, В.А. Статов и др. // *Письма в журнал технической физики*. — 1994. — Т. 20, № 4. — С. 32–36.
584. Effect of microwave and laser radiations on the parameters of semiconductor structures / A.E. Belyaev, E.F. Venger, I.B. Ermolovich et al. — Kyiv: Intac, 2002. — 192 pp.
585. The effects of photogenerated free carriers and microwave electron heating on exciton dynamics in GaAsAlGaAs quantum wells / B.M. Ashkinadze, E. Cohen, Arza Ron et al. // *Solid-State Electron*. — 1996. — Vol. 40, no. 1–8. — Pp. 561–565.
586. Photoluminescent investigations of SHF irradiation effect on defect states in GaAs:Sn(Te) and InP crystals / Irene B. Ermolovich, Evgenie F. Venger, Raisa V. Konakova et al. // *Proc. SPIE*. — 1998. — Vol. 3359. — Pp. 265–272.
587. Влияние внешних радиационных СВЧ и механических возбуждений на образование дефектов в неметаллических кристаллах / Е. Ф. Венгер, И. Б. Ермолович, В. В. Миленин и др. // *Вопросы атомной науки и техники. Сер. Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение*. — 1999. — № 2. — С. 60–72.
588. Влияние сверхвысокочастотной обработки на электрофизические характеристики технически важных полупроводников и поверхностно-барьерных структур / А.А. Беляев, А.Е. Беляев, И.Б. Ермолович и др. // *Журнал технической физики*. — 1998. — Т. 68, № 12. — С. 49–53.
589. Изменение характеристик оксидных пленок гадолиния, титана и эрбия на поверхности n-6H-SiC под воздействием сверхвысокочастотной обработки / Ю.Ю. Бачеригов, Р.В. Конакова, В.В. Миленин и др. // *Физика и техника полупроводников*. — 2008. — Т. 42, № 7. — С. 888–892.
590. Структурные трансформации в гомо- и гетерогенных системах на основе GaAs, обусловленные СВЧ-облучением / Н.С. Заяц, Р.В. Конакова, В.В. Миленин и др. // *Журнал технической физики*. — 2015. — Т. 85, № 3. — С. 114–118.
591. Влияние микроволнового облучения на сопротивление омических контактов Au-TiB_x-Ge-Au-n-n⁺-n⁺⁺-GaAs(InP) / А.Е. Беляев, А.В. Саченко,

- Н.С. Болтовец и др. // *Физика и техника полупроводников*. — 2012. — Т. 46, № 4. — С. 558–561.
592. Ржанов, А. В. Характер энергетического спектра поверхностных состояний и кинетика импульсного эффекта поля / А. В. Ржанов // *Физика и техника полупроводников*. — 1972. — Т. 6, № 8. — С. 1495–1501.
593. Godwod, K. The application of the X-ray triple-crystal spectrometer for measuring the radius of curvature of bent single crystals / K. Godwod, A. T. Nagy, Z. Rek // *Phys. Status Solidi A*. — 1976. — Apr. — Vol. 34, no. 2. — Pp. 705–710.
594. Структурная релаксация в полупроводниковых кристаллах и приборных структурах (механизмы релаксации, методы исследования, роль в деградации приборов) / Е. Ф. Венгер, М. Грендель, В. Данишка и др.; Под ред. Ю.А Тхорика. — Київ: Видавництво «Фенікс», 1994. — 246 с.
595. Pavlović, M. Complete set of deep traps in semi-insulating GaAs / M. Pavlović, U. V. Desnica, J. Gladić // *J. Appl. Phys.* — 2000. — Oct. — Vol. 88, no. 8. — Pp. 4563–4570.
596. Булярский, С.В. Полевая зависимость скорости термической эмиссии дырок с комплекса $V_{Ga}S_{As}$ в арсениде галлия / С.В. Булярский, Н.С. Грушко, А.В. Жуков // *Физика и техника полупроводников*. — 2000. — Т. 34, № 1. — С. 41–45.
597. Makram-Ebeid, S. Quantum model for phonon-assisted tunnel ionization of deep levels in a semiconductor / S. Makram-Ebeid, M. Lannoo // *Phys. Rev. B*. — 1982. — May. — Vol. 25. — Pp. 6406–6424.
598. Шишияну, Ф.С. Диффузия и деградация в полупроводниковых материалах и приборах / Ф.С. Шишияну. — Кишинев: Штиинца, 1978. — 230 с.
599. Defects and defect behaviour in GaAs grown at low temperature / M. Stelmacher, R. Bisaro, P. Galtier et al. // *Semicond. Sci. Technol.* — 2001. — Jun. — Vol. 16, no. 6. — Pp. 440–446.
600. Bourgoin, J. C. The defect responsible for non-radiative recombination in GaAs materials / J. C. Bourgoin, N. De Angelis // *Semicond. Sci. Technol.* — 2001. — Jun. — Vol. 16, no. 6. — Pp. 497–501.
601. Bourgoin, J. C. Native defects in gallium arsenide / J. C. Bourgoin, H. J. von Bardeleben, D. Stiévenard // *J. Appl. Phys.* — 1988. — Nov. — Vol. 64,

по. 9. — Pp. R65–R92.

602. Лебедев, А.А. Центры с глубокими уровнями в карбиде кремния. Обзор / А.А. Лебедев // *Физика и техника полупроводников*. — 1999. — Т. 33, № 2. — С. 129–155.
603. Высокотемпературный диод Шоттки Au–SiC–6H / М.М. Аникин, А.Н. Андреев, А.А. Лебедев и др. // *Физика и техника полупроводников*. — 1991. — Т. 25, № 2. — С. 328–333.
604. Рекомбинационные процессы в 6H–SiC p–n–структурах и влияние на них глубоких центров / М.М. Аникин, А.С. Зубрилов, А.А. Лебедев и др. // *Физика и техника полупроводников*. — 1991. — Т. 25, № 3. — С. 479–486.
605. Кузнецов, Н.И. Влияния глубоких уровней на релаксацию тока в 6H–SiC–диодах / Н.И. Кузнецов, J.A. Edmond // *Физика и техника полупроводников*. — 1997. — Т. 31, № 10. — С. 1220–1224.
606. Радиационные дефекты в n–6H–SiC, облученном протонами с энергией 8 МэВ / А.А. Лебедев, А.И. Вейнгер, Д.В. Давыдов и др. // *Физика и техника полупроводников*. — 2000. — Т. 34, № 8. — С. 897–902.
607. Влияние степени структурного совершенства на спектр глубоких центров в 6H–SiC / А.А. Лебедев, Д.В. Давыдов, А.С. Трегубова и др. // *Физика и техника полупроводников*. — 2001. — Т. 35, № 12. — С. 1434–1436.
608. Hemmingsson, C. G. Observation of negative–U centers in 6H silicon carbide / C. G. Hemmingsson, N. T. Son, E. Janzén // *Appl. Phys. Lett.* — 1999. — Feb. — Vol. 74, no. 6. — Pp. 839–841.
609. Activation energies of the EL6 trap and of the 0.15 eV donor and their correlation in GaAs / T. Richter, G. Kühnel, W. Siegel, J. R. Niklas // *Semicond. Sci. Technol.* — 2000. — Nov. — Vol. 15, no. 11. — Pp. 1039–1044.
610. Neild, S. T. Signature of the gallium–oxygen–gallium defect in GaAs by deep level transient spectroscopy measurements / S. T. Neild, M. Skowronski, J. Lagowski // *Appl. Phys. Lett.* — 1991. — Feb. — Vol. 58, no. 8. — Pp. 859–861.
611. Schultz, Peter A. The E 1–E 2 center in gallium arsenide is the divacancy / Peter A. Schultz // *J. Phys.: Condens. Matter*. — 2015. — Feb. — Vol. 27, no. 7. — P. 075801.
612. Electron irradiation induced defects and schottky diode characteristics for

- metalorganic vapor phase epitaxy and molecular beam epitaxial n-GaAs / G. H. Yousefi, J. B. Webb, R. Rousina, S. M. Khanna // *J. Electron. Mater.* — 1995. — Jan. — Vol. 24, no. 1. — Pp. 15–20.
613. Microscopic nature of thermally stimulated current and electrical compensation in semi-insulating GaAs / S. Kuisma, K. Saarinen, P. Hautojärvi et al. // *J. Appl. Phys.* — 1997. — Apr. — Vol. 81, no. 8. — Pp. 3512–3521.
614. Pavlović, M. Precise determination of deep trap signatures and their relative and absolute concentrations in semi-insulating GaAs / M. Pavlović, U. V. Desnica // *J. Appl. Phys.* — 1998. — Aug. — Vol. 84, no. 4. — Pp. 2018–2024.
615. Tomozane, Mamoru. Improved Thermally Stimulated Current Spectroscopy to Characterize Levels in Semi-Insulating GaAs / Mamoru Tomozane, Yasuo Nannichi // *Japanese Journal of Applied Physics.* — 1986. — Apr. — Vol. 25, no. 4. — Pp. L273–L275.
616. Study of electron traps in n-GaAs grown by molecular beam epitaxy / D. V. Lang, A. Y. Cho, A. C. Gossard et al. // *J. Appl. Phys.* — 1976. — Jun. — Vol. 47, no. 6. — Pp. 2558–2564.
617. Abele, J. C. Transient photoconductivity measurements in semi-insulating GaAs. II. A digital approach / J. C. Abele, R. E. Kremer, J. S. Blakemore // *J. Appl. Phys.* — 1987. — Sep. — Vol. 62, no. 6. — Pp. 2432–2438.
618. Mircea, A. A study of electron traps in vapour-phase epitaxial GaAs / A. Mircea, A. Mitonneau // *Applied physics.* — 1975. — Sep. — Vol. 8, no. 1. — Pp. 15–21.
619. Кольченко, Т.И. Новый метастабильный центр в облученном GaAs / Т.И. Кольченко, В.М. Ломако // *Физика и техника полупроводников.* — 1994. — Т. 28, № 5. — С. 857–860.
620. Pons, D. Irradiation-induced defects in GaAs / D. Pons, J. C. Bourgoin // *J. Phys. C: Solid State Phys.* — 1985. — Jul. — Vol. 18, no. 20. — Pp. 3839–3871.
621. Самойлов, В. А. Влияние изовалентной примеси сурьмы на образование электрически активных центров в n-GaAs, полученном жидкофазной эпитаксией из расплава висмута / В. А. Самойлов, Н. А. Якушева, В. Я. Принц // *Физика и техника полупроводников.* — 1994. — Т. 28, № 9. — С. 1617–1626.
622. Martin, G. M. Electron traps in bulk and epitaxial GaAs crystals / G. M. Martin,

- A. Mitonneau, A. Mircea // *Electronics Letters*. — 1977. — March. — Vol. 13, no. 7. — Pp. 191–193.
623. Study of defects in LEC-grown undoped SI-GaAs by thermally stimulated current spectroscopy / Zhaoqiang Fang, Lei Shan, T.E. Schlesinger, A.G. Milnes // *Materials Science and Engineering: B*. — 1990. — Feb. — Vol. 5, no. 3. — Pp. 397–408.
624. Non-extrinsic conduction in semi-insulating gallium arsenide / A. Ashby, G.G. Roberts, D.J. Ashen, J.B. Mullin // *Solid State Commun.* — 1976. — Oct. — Vol. 20, no. 1. — Pp. 61–63.
625. Fang, Zhao-Qiang. Evidence for EL6 ($E_c - 0.35$ eV) acting as a dominant recombination center in n-type horizontal Bridgman GaAs / Zhao-Qiang Fang, T. E. Schlesinger, A. G. Milnes // *J. Appl. Phys.* — 1987. — Jun. — Vol. 61, no. 11. — Pp. 5047–5050.
626. Определение параметров глубоких центров в полуизолирующем GaAs по релаксации фотопроводимости при лазерном возбуждении / Ю. Вайткус, Ю. Стораста, А. Пинцевичюс и др. // *Литовский физический сборник*. — 1988. — Т. 28, № 6. — С. 744–751.
627. Lin, Alice L. Photoelectronic properties of high-resistivity GaAs:O / Alice L. Lin, Eric Omelianovski, Richard H. Bube // *J. Appl. Phys.* — 1976. — May. — Vol. 47, no. 5. — Pp. 1852–1858.
628. Morrow, Richard A. In-diffusing divacancies as sources of acceptors in thermally annealed GaAs / Richard A. Morrow // *J. Appl. Phys.* — 1991. — Mar. — Vol. 69, no. 5. — Pp. 3396–3398.
629. Lefèvre, H. Double correlation technique (DDLTS) for the analysis of deep level profiles in semiconductors / H. Lefèvre, M. Schulz // *Applied physics*. — 1977. — Jan. — Vol. 12, no. 1. — Pp. 45–53.
630. Особенности дефектообразования в эпитаксиальном арсениде галлия, содержащем изовалентную примесь индия / Т.И. Кольченко, В.М. Ломако, А.В. Родионов, Ю.Н. Свешников // *Физика и техника полупроводников*. — 1989. — Т. 23, № 4. — С. 626–629.
631. Nozariasbmarz, Amin. Field induced decrystallization of silicon: Evidence of

- a microwave non-thermal effect / Amin Nozariasbmarz, Kelvin Dsouza, Daryoosh Vashae // *Appl. Phys. Lett.* — 2018. — Feb. — Vol. 112, no. 9. — P. 093103.
632. Об особенностях модификации дефектной структуры в бинарных полупроводниках под действием микроволнового облучения / И.Б. Ермолович, Г.В. Миленин, В.В. Миленин и др. // *Журнал технической физики.* — 2007. — Т. 77, № 9. — С. 71–75.
633. Singh, A. Reverse I–V and C–V characteristics of Schottky barrier type diodes on Zn doped InP epilayers grown by metalorganic vapor phase epitaxy / A. Singh, P. Cova, R. A. Masut // *J. Appl. Phys.* — 1994. — Aug. — Vol. 76, no. 4. — Pp. 2336–2342.
634. Дислокационное происхождение и модель избыточно-туннельного тока в $p-n$ -структурах на основе GaP / В.В. Евстропов, М. Джумаева, Ю.В. Жилев и др. // *Физика и техника полупроводников.* — 2000. — Т. 34, № 11. — С. 1357–1362.
635. Statistics on Applied Voltages in Schottky Barrier Diodes at Same Forward Current in a Fabrication Process / K. Zhang, H. D. Zhao, H. S. Ahmed, M. Sun // *IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing.* — 2017. — Feb. — Vol. 30, no. 1. — Pp. 86–89.
636. Tseng, Hsun-Hua. A simple technique for measuring the interface-state density of the Schottky barrier diodes using the current-voltage characteristics / Hsun-Hua Tseng, Ching-Yuan Wu // *J. Appl. Phys.* — 1987. — Jan. — Vol. 61, no. 1. — Pp. 299–304.
637. Аскеров, Ш.Г. Влияние степени неоднородности границы раздела на электрофизические свойства структур металл – вакуум и металл – полупроводник: Ph.D. thesis / Баку. — 1999. — 399 с.
638. Analysis of GaAs Schottky/tunnel metal-insulator-semiconductor diode characteristics based on an interfacial layer model / Hideaki Ikoma, Toshiki Ishida, Kenji Sato et al. // *J. Appl. Phys.* — 1993. — Feb. — Vol. 73, no. 3. — Pp. 1272–1278.
639. Островский, И. В. Отжиг точечных дефектов ультразвуком в твердых телах / И. В. Островский, О. А. Коротченков, В. А. Лысых // *Физика твердого тела.* — 1987. — Т. 20, № 7. — С. 2153–2156.

640. *Ozbek, A. Merve*. Tunneling coefficient for GaN Schottky barrier diodes / A. Merve Ozbek, B. Jayant Baliga // *Solid-State Electron.* — 2011. — Aug. — Vol. 62, no. 1. — Pp. 1–4.
641. Mechanism of carrier transport through a silicon–oxide layer for indium–tin–oxide/silicon–oxide/silicon solar cells / H. Kobayashi, T. Ishida, Y. Nakato, H. Mori // *J. Appl. Phys.* — 1995. — Sep. — Vol. 78, no. 6. — Pp. 3931–3939.
642. Second–order generation of point defects in gamma–irradiated float-zone silicon, an explanation for «type inversion» / I. Pintilie, E. Fretwurst, G. Lindström, J. Stahl // *Appl. Phys. Lett.* — 2003. — Mar. — Vol. 82, no. 13. — Pp. 2169–2171.
643. Effect of Si nanoparticles on electronic transport mechanisms in P-doped silicon-rich silicon nitride/c-Si heterojunction devices / Deng-Hao Ma, Wei-Jia Zhang, Rui-Ying Luo et al. // *Mater. Sci. Semicond. Process.* — 2016. — Aug. — Vol. 50. — Pp. 20–30.
644. Temperature dependence of the current–voltage characteristics of Sn/PANI/p–Si/Al heterojunctions / M. Kaya, H. Çetin, B. Boyarbay et al. // *J. Phys.: Condens. Matter.* — 2007. — Oct. — Vol. 19, no. 40. — P. 406205.
645. *Першенков, В.С.* Поверхностные радиационные эффекты в элементах интегральных микросхем / В.С. Першенков, В.Д. Попов, А.В. Шальнов. — М.: Энергоатомиздат, 1988. — 256 с.
646. *Devine, R. A. B.* The structure of SiO₂, its defects and radiation hardness / R. A. B. Devine // *IEEE Trans. Nucl. Sci.* — 1994. — Jun. — Vol. 41, no. 3. — Pp. 452–459.
647. *Lenahan, P. M.* What can electron paramagnetic resonance tell us about the Si/SiO₂ system? / P. M. Lenahan, J. F. Conley Jr. // *J. Vac. Sci. Technol. B.* — 1998. — Jul. — Vol. 16, no. 4. — Pp. 2134–2153.
648. *Cantin, J. L.* Irradiation effects in ultrathin Si/SiO₂ structures / J. L. Cantin, H. J. von Bardeleben, J. L. Autran // *IEEE Trans. Nucl. Sci.* — 1998. — Jun. — Vol. 45, no. 3. — Pp. 1407–1411.
649. On the generation and recovery of interface traps in MOSFETs subjected to NBTI, FN, and HCI stress / S. Mahapatra, D. Saha, D. Varghese, P. B. Kumar // *IEEE Trans. Electron Devices.* — 2006. — July. — Vol. 53, no. 7. — Pp. 1583–1592.

650. *Esseni, D.* On interface and oxide degradation in VLSI MOSFETs. I. Deuterium effect in CHE stress regime / D. Esseni, J. D. Bude, L. Selmi // *IEEE Trans. Electron Devices*. — 2002. — Feb. — Vol. 49, no. 2. — Pp. 247–253.
651. *Schroder, Dieter K.* Negative bias temperature instability: Road to cross in deep submicron silicon semiconductor manufacturing / Dieter K. Schroder, Jeff A. Babcock // *J. Appl. Phys.* — 2003. — Jul. — Vol. 94, no. 1. — Pp. 1–18.
652. *Парчинский, П.Б.* Влияние γ -облучения на характеристики границы раздела кремний–свинцово-боросиликатное стекло / П.Б. Парчинский, С.И. Власов, А.А. Насиров // *Физика и техника полупроводников*. — 2004. — Т. 38, № 11. — С. 1345–1348.
653. Electrical probing of surface and bulk traps in proton-irradiated gate-assisted lateral PNP transistors / G. Niu, G. Banerjee, J. D. Cressler et al. // *IEEE Trans. Nucl. Sci.* — 1998. — Dec. — Vol. 45, no. 6. — Pp. 2361–2365.
654. Recovery behaviour resulting from thermal annealing in n-MOSFETs irradiated by 20 MeV protons / K. Takakura, H. Ohya, A. Ueda et al. // *Semicond. Sci. Technol.* — 2003. — Jun. — Vol. 18, no. 6. — Pp. 506–511.
655. *Wurzer, H.* Annealing of degraded npn-transistors-mechanisms and modeling / H. Wurzer, R. Mahnkopf, H. Klose // *IEEE Trans. Electron Devices*. — 1994. — Apr. — Vol. 41, no. 4. — Pp. 533–538.
656. *Aziz, Michael J.* Stress effects on defects and dopant diffusion in Si / Michael J. Aziz // *Mater. Sci. Semicond. Process.* — 2001. — Oct. — Vol. 4, no. 5. — Pp. 397–403.
657. *DiMaria, D. J.* Mechanism for stress-induced leakage currents in thin silicon dioxide films / D. J. DiMaria, E. Cartier // *J. Appl. Phys.* — 1995. — Sep. — Vol. 78, no. 6. — Pp. 3883–3894.
658. *Gilmore, Angelo Scotty.* I–V modeling of current limiting mechanisms in HgCdTe FPA detectors / Angelo Scotty Gilmore, James Bangs, Amanda Gerish // *Proc.SPIE*. — 2004. — Vol. 5563. — Pp. 46–54.
659. *Gopal, V.* Excess dark currents in HgCdTe p^+n junction diodes / V. Gopal, S. K. Singh, R. M. Mehra // *Semicond. Sci. Technol.* — 2001. — May. — Vol. 16, no. 5. — Pp. 372–376.

ДОДАТКИ

Додаток А. Список публікацій за темою дисертації та відомості про апробацію результатів

Наукові праці, в яких опубліковано основні наукові результати дисертації

1. Acousto-defect interaction in irradiated and non-irradiated silicon n^+p structure / O. Ya. Olikh, A. M. Gorb, R. G. Chupryna, O. V. Pristay-Fenenkov // *J. Appl. Phys.* — 2018. — Apr. — Vol. 123, no. 16. — P. 161573–1–161573–12.
2. Olikh, O.Ya. Acoustically driven degradation in single crystalline silicon solar cell / O.Ya. Olikh // *Superlattices Microstruct.* — 2018. — May. — Vol. 117. — P. 173–188.
3. Olikh, Oleg. On the mechanism of ultrasonic loading effect in silicon-based Schottky diodes / Oleg Olikh, Katerina Voytenko // *Ultrasonics.* — 2016. — Mar. — Vol. 66, no. 1. — P. 1–3.
4. Effect of ultrasound on reverse leakage current of silicon Schottky barrier structure / O. Ya. Olikh, K. V. Voytenko, R. M. Burbelo, Ja. M. Olikh // *Journal of Semiconductors.* — 2016. — Dec. — Vol. 37, no. 12. — P. 122002–1–122002–7.
5. Olikh, O. Ya. Review and test of methods for determination of the Schottky diode parameters / O. Ya. Olikh // *J. Appl. Phys.* — 2015. — Jul. — Vol. 118, no. 2. — P. 024502–1–024502–14.
6. Olikh, O. Ya. Ultrasound influence on I–V–T characteristics of silicon Schottky barrier structure / O. Ya. Olikh, K. V. Voytenko, R. M. Burbelo // *J. Appl. Phys.* — 2015. — Jan. — Vol. 117, no. 4. — P. 044505–1–044505–7.
7. Olikh, Oleg. Reversible influence of ultrasound on γ –irradiated Mo/n-Si Schottky barrier structure / Oleg Olikh // *Ultrasonics.* — 2015. — Feb. — Vol. 56. — P. 545–550.
8. Особливості дислокаційного поглинання ультразвуку в безсубблочних кристалах $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$ / І. О. Лисюк, Я. М. Оліх, О. Я. Оліх, Г. В. Бекетов // *УФЖ.* — 2014. — Т. 59, № 1. — С. 50–57.