Подуст Галина Петрівна, провідний інженер за темою 16БФ051-03 НДЛ &laquo;Електронно-оптичні процеси&raquo; кафедри експериментальної фізики Київського національного універ&shy;ситету імені Тараса Шевченка: &laquo;Провідність та люмінесцен&shy;ція монокристалічного ZnSe при рентгенівському збуджен&shy;ні&raquo; (01.04.07 - фізика твердого тіла). Спецрада Д 26.001.23 у Київському національному університеті імені Тараса Шевчен&shy;ка

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова

праця на правах рукопису

ПОДУСТ ГАЛИНА ПЕТРІВНА

УДК 535.3; 535.37

ДИСЕРТАЦІЯ

ПРОВІДНІСТЬ ТА ЛЮМІНЕСЦЕНЦІЯ МОНОКРИСТАЛІЧНОГО

ZnSe ПРИ РЕНТГЕНІВСЬКОМУ ЗБУДЖЕННІ

01.04.07 – фізика твердого тіла

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних

наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,

результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Г. П. Подуст

Науковий керівник Дегода Володимир Якович,

доктор фізико-математичних наук, провідний науковий співробітник

Київ – 2018

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ………………………15

ВСТУП……………………………………………………………………………16

Розділ I ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ………………………………………………….22

1.1 Дослідження оптичних та електричних характеристик ZnSe……………..22

1.1.2. Люмінесцентні властивості селеніду цинку……………………………..23

1.1.2. Електропровідні властивості селеніду цинку……………………………24

1.2 Темнова провідність напівпровідників……………………………………..25

1.2.1 Електричні контакти метал-напівпровідник……………………………...31

1.2.2 Механізми нелінійної темнової провідності в напівпровідниках……….35

1.3 Класична кінетична теорія фотопровідності та фотолюмінесценція……..39

1.4 Термостимульована люмінесценція та провідність………………………..41

Висновки до розділу І……………………………………………………………43

Розділ IIМЕТОДИКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ………….45

2.1 Об’єкти дослідження та експериментальне обладнання…………………..45

2.2. Експериментальні методи досліджень …………………………………….49

2.2.1 Геометрія електричних контактів ………………………………………..51

Висновки до розділу ІІ …………………………………………………………..52

Розділ III ТЕМНОВА ПРОВІДНІСТЬ МОНОКРИСТАЛІВ СЕЛЕНІДУ

ЦИНКУ …………………………………………………………………………..54

3.1 Експериментальні дослідження темнової провідністі монокристалів

ZnSe.………………………………………………………………………………54

3.1.1 Омічність електричних контактів In-ZnSe ………………………………56

3.1.2 Температурні залежності темнової провідності в ZnSe …………………58

3.2 Теоретичний аналіз кінетики темнової провідності високоомних

напівпровідників ………………………………………………………………...61

3.2.1. Геометрична схема, модель напівпровідника і система кінетичних

рівнянь……………………………………………………………………………62

3.2.2. Контакт метал – напівпровідник і граничні умови для концентрацій

електронів ………………………………………………………………………..66

13

3.2.3. Наявність мілких пасток в реальних напівпровідниках ……………….70

3.2.4. Вплив зовнішнього поля на концентрації електронів ………………..72

3.2.5. ВАХ напівпровідника з омічними електричними контактами ………..87

3.3 Аналіз експериментально одержаних ВАХ темнової провідності ………92

3.4 Ефект Пула-Френкеля в ZnSe ………………………………………………95

Висновки до розділу III………………………………………………………...101

Розділ IV РЕНТГЕНОПРОВІДНІСТЬ МОНОКРИСТАЛІЧНОГО СЕЛЕНІДУ

ЦИНКУ………………………………………………………………………….103

4.1 Стаціонарна РП та релаксація струму провідності ……………………….103

4.2 Експериментальні вольт-амперні та люкс-амперні характеристики РП

ZnSe……………………………………………………………………………...106

4.3 Аномальна рентгенопровідность монокристалічного селеніду цинку….108

4.4 Теоретичний аналіз кінетики рентгенопровідності широкозонних

напівпровідників………………………………………………………………..112

4.4.1 Напівпровідник з глибокими пастками та центрами рекомбінації при

U=0………………………………………………………………………………112

4.4.2 Стаціонарний струм рентгенопровідності………………………………122

4.5 Аналіз експериментальних результатів…………………………………...123

Висновки до розділу IV………………………………………………………...125

Розділ V ДОСЛІДЖЕННЯ ЛЮМІНЕСЦЕНТНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА

НАКОПИЧЕННЯ СВІТЛОСУМИ У МОНОКРИСТАЛАХ ZnSe …………..127

5.1 Спектри свічення РЛ монокристалів ZnSe ……………………………….127

5.2 Стаціонарна РЛ монокристалів ZnSe, її температурна залежність та

люкс-амперні характеристики РЛ монокристалів ZnSe ……………………..128

5.3 Фосфоресценція в монокристалах ZnSe ………………………………….133

5.3.1 Спектральний склад фосфоресценції …………………………………...134

5.4 Накопичення світлосуми в монокристалах ZnSe …………………………141

5.4.1 Термостимульована провідність та люмінесценція монокристалів

ZnSe……………………………………………………………………………...141

5.4.2 Теоретичний аналіз накопичення світлосуми для багатопасткової моделі

14

напівпровідника………………………………………………………………...144

5.4.3 Дозові залежності ТСЛ та ТСП………………………………………….149

Висновки до розділу V…………………………………………………………152

ВИСНОВКИ…………………………………………………………………….155

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ………………………………………156

ДОДАТКИ....……………………………………………………………………166

ВИСНОВКИ

Основнимирезультатамироботиє

Встановленощоневеликанадлінійністьекспериментально

отриманихвольтамперниххарактеристиктемновоїпровідностінепов’язана

зконтакнимиявищамиаобумовленаефектомПулаФренкеляВиконано

доповненнятеоріїПулаФренкелядлярізнихпотенціаліввзаємодіїлокального

центрузносіємзаряду

Вольтампернізалежностірентгенопровідностіусіх

досліджуванихмонокристалівєнадлінійнимиВрамкахрозробленої

кінетичноїтеоріїРПвстановленощодляцентральноїчастини

напівпровідниковогозразкаінтегральніхарактеристикиРПВАХЛАХ

повиннібутилінійнимиНелінійністьекспериментальнихВАХРПможебути

обумовленаприконтактнимиявищамиЕкспериментальноспостерігається

зменшенняструмупровідностіодногозізразківмонокристалічногоселеніду

цинкуприввімкненнірентгенівськогоопроміненняПояснитиприродуцього

явищапокищоневдалося

Спектральнідослідженнялюмінесценціїтаструмупровідності

фосфоресценціїтарелаксаціїструмуТСЛтаТСПмонокристалічнихзразків

показалищонацентрахсвіченняяківідповідаютьзасмугунм

реалізуєтьсядвамеханізмарекомбінаціїелектроннийтадірковий

Експериментальнопідтвердженощовмонокристалах

накопиченасвітлосумаприрентгенівськомузбудженнінезалежитьвід

інтенсивностізбуджуючоговипромінюванняТомунеобхідно

використовуватизамістькласичноїбагатоцетровумоделькристалофосфорів

згідноякоїдинаміканакопиченнясвітлосуминакожнійпастціописується

простоюекспоненційноюзалежністюзісвоїмхарактернимчасом

накопиченнятаякадаєнезалежністьвеличининакопиченоїсвітлосумивід

інтенсивностізбудження