Р Е Ц Е Н З И Я

по конкурс за заемане на академичната длъжност “доцент”
по научно направление 4.1. “Физически науки”,
научна специалност 01.03.26 (Електрични , магнитни и оптични свойства на кондензираната материя)” в ИФТТ- БАН, обявен в ДВ бр.6/20.01.2012

Кандидат: **гл. ас. д-р Зелма Моис Леви**

Рецензент: **проф. д-р Тамара Христова Петкова**, ИЕЕС - БАН

1. Общо описание на представените материали

В конкурса за заемане на академичната длъжност ”доцент”, обявен в ДВ бр.6/20.01.2012 год. за нуждите на Института по физика та твърдото тяло – БАН, участва единствен кандидат – гл. ас. д-р Зелма Моис Леви от лаборатория „Фотоелектрични и оптични явления в широкозонни полупроводници” на ИФТТ – БАН.

Зелма Леви завършва Физическия факултет на Софийския университет „Св. Климент Охридски през 1978 г. с придобита квалификация физик и специализация физика на твърдото тяло. Работи като физик в Завод за електронни преобразователни елементи, София до 1989 г, а оттогава в Института по физика на твърдото тяло. От 2003 г тя е главен асистент в лаборатория „Фотоелектрични и оптични явления в широкозонни полупроводници”. В същата година е зачислена като докторант на самостоятелна подготовка с научен консултант проф.дфн Диана Нешева и през 2006 г.защитава дисертация за получаване на образователната и научна степен доктор на тема „Получаване и свойства на тънки слоеве, съдържащи нанокристален CdSe”.

Главен асистент Леви участва в конкурса с общ брой на представени трудове – 45. В научната и биография са включени участия в 6 договора с ФНИ, 1 в рамките на НТО проект и 3 участия в договори за обмен на учени. Гл.ас. Леви има 19 участия в конференции – в България с международно участие и конференции в чужбина.

2. Публикации преди и след получаване на научна степен

Общият брой материали, с които кандидатът участва в конкурса са 45. След защитата на научната и образователна степен „доктор“ гл. ас. Зелма Леви има публикувани 15 научни труда и 1 български патент. От тях 6 публикации са в списания без импакт фактор и в сборници от конференции, а останалите 9 - в добре известни и престижни списания с импакт фактор като: Journal of Non-Crystalline Solids - 1, Acta Physica Polonica A, - 2, JOAM - 3, J.Phys. D: Appl. Phys - 1, Semicond. Sci. Technol – 1, J. Phys. Chem. Solids – 1.

3. Обща характеристика на научната и научно-приложната дейност

Научната дейност на кандидата е свързана с изследване на аморфни и нанокристални оксидни и халкогенидни материали в повечето случаи получени във вид на тънък слой или многослойни структури, съдържащи различни по състав и вид слоеве с определени свойства. Материалите са изследвани основно за приложение в оптоелекторниката.

4. Основни научни и научно-приложни приноси

Приносите могат да бъдат събрани в три големи групи и да бъдат разглеждани в следния ред:

- Прилаганене на иновативен метод

- ✓ Разработена е оригинална техника за отлагане на слоеве от $Zn_xCd_{1-x}Se$ с различен състав [публ. 34, 44].
- ✓ Разработена е методика за получаване на многослойни структури и композитни слоеве, съдържащи нанокристални слоеве от CdSe (SiO_x/CdSe, GeS_2/CdSe, SiO_x/ZnSe, ZnSe/CdSe). Отлагането на отделните слоеве по стъпков метод в многослойната структура, позволява получаване на структури с добра периодичност и гладкост на интерфейсите [публ.1, 21]. При композитните слоеве се използва два вида отлагане статично – за отлагане на слоя от матричния материал и стъпково за втория компонент със съотношение 1:20 на дебелините на двата вида слоеве [публ.1, 7, 13, 36]. Резултат от процеса е формирането на самоорганизирани нанокристали от CdSe с размери 3-8 nm, вградени в основната матрица (SiO_x, GeS_2 или ZnSe).
- ✓ Разработена е методика за изготвяне на стабилни във времето слоеве от SiO_x с желан състав ($1.1 \leq x \leq 1.7$). При подходящи условия на термично третиране в тези слоеве се израстват аморфни или кристални Si наночастици в матрица от SiO_x или SiO_2.
- ✓ Предложен е нов подход за изготвяне на метал-изолатор-силиций структури, съдържащи аморфни или кристални Si наночастици , на базата на който подход е защитен български патент за изготвяне на метал-изолатор-силиций (МИС) структури от типа Al/c-Si/ Si-SiO_2/SiO_x/Al, подходящи за електронни памети, в които върху подложката от кристален Si (c-Si) не е отложен стандартно отлаганият досега тунелен слой от SiO_2, а той се формира по време на отгряване на структурите, едновременно с израстването на силициевите наночастици. В структурите се отгрети при 700ºC в аргон се наблюдава израстване на аморфни наночастици, а в отгрети при 1000ºC в азот -израстват кристални наночастици. .

- **Получаване на нови факти за материалите**

1. Изследване на кристални структури:

Изследвани са кристали от вида ***$Bi_{12}MO_{20}$ (M=Si, Ti)*** , в чист вид и легирани, и е установено нарастване на тъмновата проводимост с 4 порядъка в кристали $Bi_{12}SiO_{20}$, легирани с желязо [публ.3] - резултат от преместването на Ферми нивото към дъното на проводимата зона. Наблюдавано е по-силно „подзонно" поглъщане при кристалите $Bi_{12}TiO_{20}$, свързано с дефектността на кристалите и е установено, че легирането с преходни метали намалява поглъщането, т.е. намалява плътността на собствените дефекти в тях [публ.4].
В кристали от вида $LiTaO_3$ е установена зависимост между коефициента на пречупване и стехиометрията на кристала. В литиев танталат (непротониран) е наблюдавано изместване към по-високи честоти в ивиците на инфрачервените спектри на поглъщане при намаляване на съдържанието на литий в се отместват, както и намалявана на полуширините им .

2. Изследване на аморфни и нанокристални тънки слоеве :

В системата $Ge_xSb_{40-x}S_{60}$ е изследвана електричната проводимост в обемни стъкла в тънки слоеве и е сравнен механизма на пренос на заряди– в масивните стъкла проводимостта се определя от транспорт на токови носители в локализирани състояния, докато в слоевете те е в резултат от транспорт в нелокализирани състояния [публ. 9];

Нанокристални слоеве от ***CdSe и ZnSe***, получени с термично изпарение във вакуум по методите на стандартно или стъпково отлагане. Изследвани са свежи, отгрети и релаксирали, получени преди 10 години слоеве от CdSe [публ.19] и е установено намаляване на концентрацията на дефекти при третираните и релаксиралите слоеве, дължащо се на увеличаване степента на подреденост. Изследвана е възможността за използване на нанокристални слоеве от CdSe като газови сензори. Предложен е нов метод за повишаване на селективността на тънкослойни сензори чрез измерване на модулирана фотопроводимост и оценяване на специфичната промяна в плътността на дефектните състояния, предизвикана от абсорбция на молекули от различен тип [публ.23]. Структурни изследвания проведени с методите на рамановото разсейване, елипсометрия и атомно-силовата микроскопия показват, че структурата на слоеве от ZnSe с дебелина <100 nm представлява случайно ориентирани нанокристали в аморфна матрица [публ.26, 27, 28].

В слоевете от $Zn_xCd_{1-x}Se$ *е* установено, че *се* съдържат нанокристали с размер ≤20 nm и кубична структура и не съдържа чиста фаза от CdSe или ZnSe. Този факт е потвърден от Рамановите изследвания и от резултатите получени от рентгенова дифракция [публ.34, 44].

Нанокристални слоеве от ***CdSe (SiO_x/CdSe, GeS_2/CdSe, SiO_x/ZnSe, ZnSe/CdSe)*** са изследвани с високоразделителна електронна микроскопия и е установено, че нанокристалите са със случайна ориентация, с форма близка до сферична и малък разброс по размер. Те образуват композитен подслой като следват повърхностната морфология на слоевете от матричния материал. Предположено е, че зародишообразуването става в местата с най-силна деформация на решетката на матрицата. Показано е , че след термично третиране е възможна промяна в структурата слоя и достигане до равномерно разпределение на нанокристалите от CdSe в матрица от SiO_x [публ. 1, 13, 20, 37, 38, 39]. В композитните слоеве от GeS_2/CdSe нанокристалите от CdSe имат също сферична форма [публ. 17, 20]. Проведените раманови изследвания на ZnSe/CdSe слоеве доказва, че е налице легиране и получаване на сплав съдържаща нанокристали от вида ZnCdSe [публ.32]. Сплавянето се благоприятства от лесното взаимно заместване на подобните атоми на Zn и Cd и формиране на обща подрешетка на металните атоми. Степента на на сплавяне нараства след отгряване при T=300°C като подобно явление е наблюдавано и в GeS_2/CdSe структури [публ.38].

В слоеве от ***SiO_x*** (1.1≤x≤1.7) след термично третиране в матрица от SiO_x или SiO_2 е наблюдавано израстване на аморфни или кристални Si наночастици. Определени са средните диаметри на формираните аморфни и кристални наночастици, както и фактора, дефиниращ степента на запълване с наночастици.

- **Получаване на нови факти за свойствата и приложението на материалите**

Предложени са схематични зонни диаграми на многослойни структури от ***SiO_x/CdSe*** и ***GeS_2/CdSe*** [публ.8, 20]. Изследвани са фотоструктурните промени в слоеве GeS_2-CdSe и е установено е, че наличието на CdSe затруднява фотоструктурните промени в аморфната матрица от GeS_2 [публ.20, 40].

В чисти и легирани кристали ***$Bi_{12}SiO_{20}$*** са измерени спектрите на оптично поглъщане и оптична активност и е реализиран оптичен запис със светлина с дължина на вълната 633 nm. Показано е, че в легираните с Cr и Mn кристали могат да бъдат записани холограми с дифракционна ефективност до 15% [публ.31].

В структури от вида ***SiO_x/CdSe*** в условията на приложено постоянно електрично поле е изследван транспортът на токови носители. Транспортът на носители се реализира чрез прескачания между контактуващи нанокристали и зависи от височината на потенциалните бариери на границите между тези нанокристали [публ. 12]. Механизмът на транспорт на токови носители в слоевете зависи от температурата на отгряване: в отгретите при 250ºC слоеве доминират токове ограничени от пространствен заряд; в тези, отгретите при 700ºC, най-вероятен е Пул-Френкел транспортен механизъм, а при тези отгрети при 1000ºC се наблюдава тунелиране между силициевите нанокристали [публ.24].

В слоевете от ***SiO_x*** с израстнали аморфни или кристални Si наночастици, е наблюдавана фотолуминесценция като тази в слоевете с аморфни наночастици е по-интензивна, в сравнение с тази в слоевете с нанокристали [15]. Доказано е, че тя е свързана с междузонна рекомбинация при размер на наночастиците >2.5 nm, а при тези с по-малък размер - с рекомбинация през дефектни състояния на интерфейса Si-SiO_2 (Si-SiO_x). Установено е, че интензитетът на фотолуминесценцията в слоевете, отгрети в атмосфера на аргон, е много по-висок от този на слоеве отгретите във водород [публ.16]. Определени са средните диаметри на формираните аморфни и кристални наночастици в слоеве от SiO_x (x=1.15), отгрети при различни температури.

В структурите метал-изолатор-силиций, съдържащи аморфни или кристални Si наночастици е показно че формирането на наночастиците е от съществено значение за наблюдавания ефект на памет в тези структури. Волт-капацитивните хистерезисни криви показват , че ефектът на памет се дължи на залавяне на заряди в силициевите наночастици при това в структурите, съдържащи аморфни наночастици, времето на задържане на заловения заряд е много по-дълго и концентрацията на дефекти на интерфейса подложка/диелектрик е по-ниска. Тези структури са подходящи за електронни памети, тъй като тунелният слой се формира по време на отгряване на структурите, едновременно с израстването на силициевите наночастици В защитения български патент е доказано, че в съдържащите аморфни наночастици структури са предпочитани за изготвяне на постоянни памети тъй като носителите на заряд се съхраняват за повече от четири денонощия [публ.22, 33, 42, 43, 45].

5. Отражение на научната дейност на кандидата в нашата и чуждестранната литература

От представените 45 публикации на гл.ас.Леви - 28 публикации са в списания с импакт фактор, 1 глава от книга, 5 публикации в списания без импакт фактор, 10 публикации пълен текст в сборници и материали на конференции (една , от които е самостоятелна) и 1 признат патент в България. Общият брой на представените трудове е 45.

Пълният брой на цитиранията (без автоцитати, включително и от съавтори на публикацията) за цялата научна кариера до момента на подаване на документите за конкурса от гл. ас. Леви е 243. От тях – 7 са цитирания в дисертационни трудове, 4 - в книги, останалите са цитирания в международни списания с и без импакт фактор.

6. Критични забележки

Общият брой материали представени в конкурса надхвърля многократно изискванията по Правилнака на БАН и правилника на ИФТТ. Тъй като повечето от публикациите са в колектив от повече от два автора съгласно правилника на ИФТТ е необходимо да се отдели приносът на съавторите. За съжаление, такова разделение липсва сред документите представени ми за рецензия. Аз съм убедена, че приносът на гл. ас. Леви е достатъчен, дори надхвърля изискванията по закона и правилника за прилагането му, но все пак представянето му не би било излишно.

7. Заключение

Гл.ас. Зелма Леви представя научни постижения, които свидетелстват за нейната много добра научна подготовка в областта на физиката на твърдото тяло и натрупан сериозен опит в изучане на оптичните и електрични свойства както на халкогенидни слоеве, така и на многослойни структури.

На база на цялостния преглед на материалите представени от гл. Ас. Зелма Леви и като имам предвид изисквания за заемане на академичната длъжност „доцент" в Правилника на ИФТТ-БАН за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности с убеденост ще гласувам гл. Ас. Зелма Леви от Института по физика на твърдото тяло – БАН да бъде избрана да заеме академичната длъжност "ДОЦЕНТ" по научно направлвние 4.1. "Физически науки", научна специалност 01.03.26 (Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя)" за нуждите на ИФФТ – БАН.

12.05.2012 г., София РЕЦЕНЗЕНТ:

/проф. д-р Т.ПЕТКОВА/