

РЕЦЕНЗИЯ

по конкурса за заемане на академичната длъжност “**професор**” по професионално направление 4.1. “Физически науки”, научна специалност (Физика на кондензираната материя)” в ИФТТ-БАН, обявен в ДВ бр.641/16.08.2016 г.

Кандидат: АЛБЕНА ПАСЛАЛЕВА ДОНЧЕВА, доцент, дфн.

Рецензент: Пламен Костадинов ПЕТКОВ, професор, д-р, инж. , кат.“Физика“, Х Т М У

1. Общи положения и кратки биографични данни за кандидата.

Конкурсът за заемане на академичната длъжност ”професор” е обявен в ДВ бр. 64 /16.08.2016 год. за нуждите на Института по физика та твърдото тяло – БАН. В конкурса участва един единствен кандидат – доц. дфн Албена Паскалева Дончева от същия институт. При прегледа на приложените за участие в конкурса документи, се установи абсолютно съответствие с изискванията на Правилника за приложение на ЗРАСРБ и правилата на ИФТТ – БАН.

А.Паскалева е родена във втората половина на миналия век. През 1986 год. завършва ОМГ „Акад. Кирил Попов“, гр. Пловдив и в същата година постъпва във Физическия Факултет на Софийския Университет. Пет години по-късно абсолвира в специалността „Физика на твърдото тяло“. От 1991 г. кандидатът е неразривно свързан с ИФТТ - БАН и лаб.“ Физически проблеми на микроелектрониката”, където аналогово израства от физик до доцент – ръководител на лаборатория. През 1999 г. защитава дисертация на тема: “Влияние на плазмени процеси и бързо термично отгряване във вакуум върху свойствата на тънкослойни Si-SiO₂ структури.”, а огромният и експериментален опит намира израз в дисертационен труд за присъждане на научна степен - „Електрически активни дефекти и процеси на захват в high-k диелектрици за микро- и наноелектронни приложения“, защитена блестящо през 2016 година.

Научната дейност на доц. Паскалева, която ще бъде анализирана по-долу, е в областта на Физика на твърдото тяло и в частност изучаване физическите процеси в микро- и наноелектрониката.

2. Трудове и дейности, с които кандидатът участва в конкурса.

Кандидатът се представя на конкурса със значителна по обем научна продукция, добре популяризирана в специализирани международни и национални научни списания, както и на реномирани международни научни форуми. Съгласно изискванията на З Р А С Р Б и правилата на ИФТТ - БАН, се рецензират само научни трудове неангажирани в успешните конкурси по първата хабилитация. От така поставените гранични условия могат да се обосноват следните наукометрични показатели:

- а) Научни публикации – **62** бр., които могат да се разделят на следните групи:
 - глави от книги – **3** бр.;
 - публикации в специализирани международни списания с ИФ – **39** бр.;
 - публикации в специализирани списания без ИФ – **7** бр.;

- доклади на международни научни форуми, отпечатани в пълен текст в съответните сборници, с издателство и редактор или научен комитет – **12** бр.;

б) Автореферат на защитена докторска дисертация – **1** бр.;

г) Участие с доклади на международни научни конференции, – **46** бр., от тях **7** бр. са поканени доклади;

д) Ръководство и участие в научно-изследователски проекти – общо **17** бр., в т.ч. договори финансирани от Ф Н И , Е Б Р и чуждестранни университети.

Общият ИФ е 85,769 като само за тези трудове броят на независимите цитирания е повече от 700. Тематично всички представени трудове са в областта на обявения конкурс – „Физика на кондензираната материя“. Наукометричните показатели на доц. Паскалева не самоотговарят напълно, но и надхвърлят значително препоръчителните изисквания за заемане на академичната длъжност „професор“, съгласно Правилника на ИФТТ-БАН за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности (чл. 9, т. 3).

3. Обща характеристика на научно-изследователската дейност на кандидата

Научната дейност на доц. Паскалева е изцяло в областта на физиката на диелектриците – структура и електрични свойства на кондензираната материя. Общият списък на научните публикации, включва 2 автореферата, общо 125 работи в списания, глави от книги и доклади, публикувани в пълен текст в сборници на конференции. Наукометрията е забележителна - над 900 цитирания и h-индекс 16.

По същество научните интереси на кандидата са в областта на диелектрици и технологии за микро- и наноелектронни приложения, обусловени от налагащата се замяна на стандартно използвания SiO_2 с т.нар. high-k диелектрици. Накратко това са проблеми, касаещи оптимизиране на технологичния процес за отлагане на диелектрика, включително установяване на отгряващи процеси за подобряване неговите структурни и електрически свойства, както и подходи за подобряване интерфейса high-k диелектрик/Si. При това основен приоритет на изследванията е свързан с изясняване природата на електрически активните дефекти и тяхното влияние върху механизмите на захват, токове на утечка, деградация и надеждност на наноразмерни микроелектронни структури с активен слой от high-k диелектрик.

4. Основни научни приноси на кандидата.

Бих отнесъл научните приноси от дейността на доц. Паскалева в областта на фундаменталната наука, независимо, че резултатите имат директна връзка с микроелектрониката. Съгласен съм напълно с авторовата претенция, но бих си позволил да ги обобща както следва :тези изследвания може да бъдат разделени в следните групи:

- **Изследване на физични процеси в тънкослойни системи Метал-оксид**

Установено е влиянието на различни технологични процеси, както и на силни електрични полета върху електрически активните дефекти в тънкослойни структури Si-SiO₂. Доказано е, че типът, количеството, пространственото и енергетично положение на електрически активните дефекти, както и влиянието им върху механизмите на проводимост, токовете на утечка, полето на пробив и транспортните свойства на електроните в инверсия канал, зависят силно от плазмените условия и технологичната предистория на окисния слой,

като ефектът на плазмата е доминиращ. Изяснени са разликите между дефекти, генерирани от N_2 RIE плазма и такива, създадени от високо полеви стрес и е установено, че и двата вида стрес създават нехомогенно разпределен по дебелината на SiO_2 положителен заряд под формата на обемни уловки и бавни състояния.

Комплексно са охарактеризирани диелектрични слоеве от Ta_2O_5 , като са оптимизирани и технологиите за отлагане. Изяснен е ефектът на различни метални електроди върху електрическото поведение на помнещи кондензатори с активен high- k диелектрик, съставът и структурирана на слоевете по дълбочина, както и механизмите на проводимост и дълговремена надеждност. Идентифицирани са вида, структурната природа, енергетичното и пространствено разпределение на уловките, които регулират проводимостта, както и електрически активните дефекти, които причиняват деградация и са прекурсори на диелектричния пробив, в зависимост от нитрирането на силиция. Изяснени са механизмите на проводимост и електрическа деградация в МОС структури с high- k диелектрик на основата на Ta_2O_5 , подходящи за производството на помнещи кондензатори във високо-плътни динамични паметни.

Получени са нови данни за диелектричното поведение на редица оксиди (ZrO_2 , $ZrAlO$, $ZrSiO$), като изолатор в МИМ системи. Установена е структурна зависимост на нелинейността на капацитета, диелектричната релаксация и диелектричните загуби. Изяснено е влиянието на уловките върху механизмите на проводимост в структури $TiN/Al(Si)ZrO_2/TiN$. Получени са $ZrAlO$ и $ZrSiO$ слоеве с еквивалентна окисна дебелина под 1 nm и токове на утечки, които напълно удовлетворяват изискванията за генерации DRAM паметни под 80 nm.

Изяснени са явленията на захват и деградация в high- k диелектрици на нано-ниво, като е установена връзка физическите свойства - електрическо поведение на нано-ниво. Предложен е модел, според който собствените уловки са прекурсори на индуцираните от стрес електрически активни дефекти. Прогресивното им трансформиране от класически уловки в необратими дефекти е процесът, който причинява деградация на електрическите параметри на high- k диелектрика и предшества необратимия диелектричен пробив.

- **Изследване на тънки high- k неоксидни слоеве**

Получени са данни за диелектрическото поведение на тънки силикатни слоеве на преходните метали - Zr- и Hf. Установено е енергетичното положение на уловките, процеса на захват и времевата скала на обмен на електрони със силиция. Предложен е модел, според който обратимата компонента на стрес-генерирания ток на утечки в слоеве Hf-силикат се дължи на захват в кислородни ваканции, а необратимата компонента на SILC се свързва със захват във водородни уловки. Захватът в съществуващи уловки е първият етап от процеса на генериране на дефекти от електричен стрес. Показано е, че в тези диелектрици не се наблюдава известната за SiO_2 зависимост SILC предшестваща диелектричния пробив.

Доказано е, че в чистите силикатни слоеве и в смесени такива с малко количество на един от металните компоненти (Hf или Ti), проводимостта се определя от собствени свойства на диелектрика (собствени уловки и „меки“ оптични фонони). Смесване на два high- k диелектрика и двата в значителни количества, води до локални нехомогенности в състава и структурата на слоевете, които модифицират механизмите на проводимост, дефинирани от собствените свойства, и допълнително усложняват наблюдаваните явления.

- **Диелектрични слоеве за енерго независими паметни**

Изяснено е влиянието на дебелината на диелектричния слой (ZrO_2 или HfO_2), степента на легиране с Al, средата на отгряване върху тези диелектричните свойства на структурите.

Установени са механизмите на “полезен” захват и съхранение на заряда в структури от типа MNOS (metal/high-k dielectric/SiO₂/Si). Резултатите показват, че чрез подходящи отгряващи процеси и легиране може съществено да се модифицира захвата на токови носители в HfO₂, както в посока намаляване на този захват, така и в посока на неговото увеличаване. Получени са високи плътности на захванатия заряд и времена на неговото задържане в активната среда. Анализирани са механизмите на проводимост и са идентифицирани дефектите участващи в проводимостта. Получени са съществени резултати за природата, пространственото и енергетично положение на уловките и тяхното влияние върху механизмите на захват в изследваните структури.

Установен е ефект на резистивно превключване RS и е наблюдаван стабилен биполярен такъв в MIM структури с диелектричен слой TiO₂ или HfO₂, TiN долен електрод и Pt горен електрод. Показано е, че RS ефект може да съществува в свръхтънки HfO₂ слоеве с дебелина под 3 nm. Резултатите зависят съществено от количеството на кислорода, как той се въвежда на интерфейса и респективно какви връзки формира. За повечето структури е наблюдавано отношение между двете резистивни състояния (ON/OFF) 100-1000, което е оптимално за функциониране на т.нар. резистивни паметни. Изследван е ефекта на бариерния Al₂O₃ слой върху процесите на резистивно превключване в структури Pt/Al₂O₃/TiO₂/TiN, като дебелината на Al₂O₃ слой има определяща роля за стабилизиране и усилване процесите на резистивно превключване в тези структури. Установен е механизма на резистивно превключване, а именно движение на кислородни ваканции от TiO₂ към Al₂O₃ по време на SET процеса, които участват във формиране на проводящи области.

5. Отражение на научните публикации на кандидата в българската и чуждестранна литература.

Трудовете на доц. Паскалева представляват съществен принос в областта на физиката на полупроводниковите материали. Те имат отношение както към фундамента на науката, така и към практиката и са получили вече положителна оценка и международно признание, израз на което е доста широкото цитиране на значителна част от тях в научната литература, докладите на автора на престижни международни научни форуми, както и съвместните публикации и доклади с чуждестранни специалисти.

Представена е справка за 900 цитати по отношение на съвкупния научен продукт на кандидата, което само по себе си е отличен атестат за международното признание на нейната изследователска дейност. От представените за конкурса 62 публикации, девет са самостоятелни, а останалите са колективни, което е напълно естествено за комплексни експериментални работи в областта на физика на полупроводниците. В тези работи обаче, нейният личен принос за мене е безспорен – в повечето публикации, тя е на първо или второ място, което показва **водеща роля** при замислянето и провеждането на по-голямата част от изследванията.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Високата научна квалификация на доц. д-р Албена Паскалева в областта на физиката на полупроводниците за мен е безспорна. Тя е напълно изграден учен, съчетал удачно качествата на изследовател–експериментатор с вкус към научно–фундаменталните изследвания и определено много добър организатор на актуални изследвания чрез разнообразни научни проекти. Научните постижения на кандидата свидетелстват за много добра научна подготовка в областта на физиката на твърдото тяло и специално в изучаването на оксидни и неоксидни диелектрици, стоящи в основата на съвременни M-I-M структури.

Доц. Паскалева има собствена тематика и ясна визия за нейното развитие, като е установила ефективно международно сътрудничество чрез съвместни научни проекти и публикации с чуждестранни специалистите в областта. По този начин, доц. Паскалева внася съществен принос в осигуряване финансирането на научните изследвания в ИФТТ, разширяване на международното сътрудничество и издигане на авторитета на Института.

По своя обем и качество, всички наукометрични показатели на доц. Паскалева отговарят, а някои надхвърлят значително препоръчителните изисквания за заемане на академичната длъжност „професор” в Правилника на ИФТТ-БАН за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности.

На базата на всичко гореизложено, препоръчвам на **Научното жури** при Института по физика на твърдото тяло – Б А Н да предложи на **Научния съвет** на Института да избере

доц. дфн АЛБЕНА ПАСКАЛЕВА ДОНЧЕВА на академичната длъжност **“ПРОФЕСОР”** по научно направление 4.1. “Физически науки” (Физика на кондензираната материя) за нуждите на И Ф Ф Т – Б А Н.

19.01.2017 г., София

РЕЦЕНЗЕНТ:



/проф. д-р инж. Пл.ПЕТКОВ/