

РЕЦЕНЗИЯ

от д-р Тинко Александров Ефтимов,
професор във факултета по Физика и инженерни технологии
на Пловдивския университет "Паисий Хилендарски"
на дисертацията на тема „*Съвременни оптични микроскопски методи*”,
представена от доц. д-р Цветан Стаменов Велинов,
Физически факултет на Софийския университет „Св. Климент Охридски”
за присъждане на научната степен „*доктор на науките*”
по област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика.
професионално направление 4.1. *Физически науки*

1. Данни за кандидата

Д-р Цветан Велинов завършва Физически факултет на Софийския университет „Св. Кл. Охридски”, специалност Физика на твърдото тяло през 1984 г., а през 1990 г. получава образователната и научна степен „доктор”. През периода 1984-86 г. е конструктор в Института по Оптика, гр. София. От 1991 г. заема последователно длъжностите старши асистент и главен асистент във Физически факултет „Св. Кл. Охридски”, а от 2000 г. е доцент.

Д-р Цветан Велинов е специализирал при проф. Гусев в МГУ „М.Ломоносов” (1987), при проф. Бокара във Висше училище по индустриална физика и химия, Париж (1992), в Университета на Северна Каролина (2000) и Университета в Нотингам през 2006 и 2009 г. През 1997 е на пост-докторска специализация със стипендия на Кралското дружество, Великобритания, в Университета в Нотингам, а през 2000 г. е на втора пост-докторска специализация в същия университет.

Д-р Цветан Велинов е участвал в девет изследователски проекта, финансирани от НФНИ и в три международни проекта.

2. Значимост и актуалност на труда

В дисертационния труд са изучени и описани съвременни микроскопски методи със специфично приложение като фототоплинната и плазмонната микроскопия, както и микроскопията на пълно вътрешно отражение, които се характеризират със специфични и разнообразни области на приложение от материалознанието до биохимията. Кандидатът е съучастник в развитието на фототоплинната микроскопия в средата на деветдесетте години в сътрудничество с групата на проф. Бокара. Работата му в групата на проф. Сомек в Университета в Нотингам е в областта на фотоиндуцираната дифракция и особено в областта на възбуждането и визуализацията на повърхнинни плазмон с имерсионни обективи, в която д-р Велинов е съавтор на основополагащи работи. Работите му в областта на плазмонната микроскопия са перспективната и бурно развиваща се област на биохимичната сензорика и представляват сериозен научен и приложен интерес.

Бурното развитие на тези видове микроскопия през последните три десетилетия е безспорно свидетелство за значимостта на научната проблематика и интересът към нея проявен от страна на кандидата е добре обоснован. Фототоплинната микроскопия се развива в началото на осемдесетте години и д-р Велинов е започнал работата си в тази област в самото начало. Плазмонната микроскопия с имерсионен

обектив възниква през последното десетилетие след 2000 г. и кандидатът е пряк участник в нейното развитие.

Поради тези причини определено считам, че настоящият труд е свидетелство за утвърден специалист на световно ниво със съответната лаборатория, която е в състояние да провежда авангардни изследвания с разнообразни приложения.

3. Познание на състоянието на проблема

Кандидатът е подробно запознат със състоянието на проблематиката на всяка една от областите, които са обект на изследване. Всеки раздел има обзори с обстойно позоваване на постиженията към съответния момент. Представени са сравнения и анализ на възможностите на използваните методи. Целият труд потвърждава впечатлението, че кандидатът е вътре в тематиката в качеството на активен участник в развитието на съответните микроскопски методи, а не на външен за изследователския процес потребител на знание.

4. Характеристики на дисертационния труд

Представения дисертационен труд се характеризира със следните достойнства.

1. Дисертационният труд се основава се на теоретично обосновани експериментални изследвания, което е свидетелство за дълбочинно физично осмисляне на изследваните явления. Редица въпроси са детайлно анализирани теоретично като например фотодифракционния микроскоп, грешки при фототоплинния микроскоп и чувствителността на PCSA схема близо до ъгъла на резонансно възбуждане на плазмонни и вълноводни модове. Тази обосновка е много по-подробна в съответните статии. В дисертационния труд са описани редица уникални експериментални постановки като например установката за прецизно имерване на отражението (глава 5), с които са получени основните експериментални резултати, съставляващи приносите на кандидата.
2. Широк спектър на изследванията и приносите в следните няколко направления:
 - i. топлопроводност в слоисти структури
 - ii. фототоплинна микроскопия,
 - iii. фотодифракционна микроскопия
 - iv. фототоплинна микроскопия с градиент на показателна на пречупване – „мираж ефект”
 - v. плазмонна и вълноводна микроскопия
 - vi. плазмонна микроскопия по конфигурация на Кречман
 - vii. плазмонна и вълноводна микроскопия с фазов контрол;
 - viii. плазмонна микроскопия с имерсионен обектив,
 - ix. микроскопия на ПВО за количествени измервания.
3. В дисертационния труд връзката между фототоплинните и плазмонните микроскопски методи е естествена и поради това трудът се характеризира с вътрешна кохерентност и е свидетелство за това, че са разработени или усъвършенствани набор от взаимносвързани микроскопски методи, даващи възможност за разнообразни приложения и бъдещо развитие в

обурудвана за целта лаборатория във Физическия факултет на СУ „Кл. Охридски”

Дисертационният труд е подразделен на десет глави, всяка от които в повечето случаи е основа за последващата.

В първата са разгледана топлопроводността и разпространението на едномерни топлинни вълни в хомогенни и слоисти среди, като е разработен и експериментално проверен теоретичен модел за слоисти среди и е разгледана правата и обратна задача. Получени и анализирани са резултати от дълбочинно профилиране на многофазни среди като керамики на твърди разтвори на оловен титанат цирконат с различни добавки. Изследвани са също и покрития нанасяни със струя, синтеровани материали, порести среди и др.

Втората глава е посветена на фототоплинната микроскопия като е анализирано влиянието на пробния лъч върху сигнала на ФТ микроскоп и е показано теоретично, че последния е пропорционален на температурата на образеца при гаусови петна на загарящия и пробния снопове. Резултатите са използвани за да се характеризира топлинния контакт на границата на зърна в синтеровани метални образци и за разпределението на температурата около активната област на полупроводников лазер. Проведен и детайлен анализ на възможни грешки на сигнала от ФТ микроскоп следствие на температурните коефициенти на образеца и на топлинното разширение на образеца като е пресметната и чувствителността на ФТ микроскоп. При изследване влиянието на легирането върху топлинното разширение е установено, че минималният детектируем примес е 1 атом на 10^6 Si атома.

Глава трета е посветена на теоретичен и експериментален анализ на фотодифракционен микроскоп, реализирани са две експериментални постановки, изследвани са нелинейни ефекти и е показано, че този тип микроскоп дава по-добра разделителна способност от лазерния сканиращ микроскоп.

Глава четвърта анализира вариант на ФТ микроскоп при наличие на температурна зависимост на показателя на пречупване на дадена среда водещо до т.н. „мираж ефект”. Изследвана е зависимостта на топлопроводността на халкогенидни стъкла, синтезирани в Института по твърдо тяло на БАН от структурата. За целта е разработена специална експериментална постановка. Измерени са коефициентите на топлинна дифузия на GaAsSe и GaAsS и е установена голяма чувствителност коефициента на топлинна дифузия към структурата на твърдото тяло.

Глава пета се занимава с повърхнинни плазмони и е описана разработена установка за прецизно измерване на отражението и са разгледани редица примери за измерване на дебелините и оптичните характеристики на различни видове слоеве: тънки метални слоеве, кварцови вълноводи с една метална стена, планарни метал-полимерни структури. Установено е влиянието на грапавостта върху свойствата на златни слоеве в системи за наблюдаване на плазмонен ефект и е оценено, че дори и средна грапавост от 1 nm оказва влияние.

Глава шеста е свързващо звено между топлинната и плазмонната микроскопия и в нея се описват оригинални постановки за визуализация на разпространението на плазмони посредством фототоплинно разсейване и нелинейна визуализация на златни структури с помощта на плазмони. Схемата представлява алтернатива на конфокалната флуоресцентна микроскопия, но е по-проста и позволява по-бързи измервания. Експериментална установка за нелинейна плазмонна спектроскопия позволява да се наблюдава цялата картина наведнъж.

Глава седма е посветена на плазмонна и вълноводна микроскопия с фазов контрол, която в комбинация с поляризационни елементи (Polarizer Compensator Sample Analyzer, PCSA) представлява визуализираща елипсометрия. Дадено е обяснение на

изключителната чувствителност на фазовата схема. Направено е сравнение между визуализиращата елипсометрия близо до резонансно възбуждане, плазмонната спектроскопия на отражение и плазмонната микроскопия на разсейване, като последната е най-чувствителна.

Глава осма предлага метода $V(z)$ в плазмонна микроскопия с имерсионен обектив, както и методиката и апаратурата. Проведени са експерименти потвърждаващи теоретичния анализ, предсказващ, че разделителната способност е близо до дифракционната граница и не се влияе от дължината на разпространение на плазмоните по повърхността.

Глава девета представлява приложение на микроскопията на ПВО за определяне размери на дрожди и разстоянието им до повърхността. Методиката позволява *in situ* следене на развитието на био слоеве и прикрепването им към подложки без допълнително маркиране.

Глава десета представя експериментална схема за локални спектрометрични измервания от обекти с големина около 3 μm .

5. Научни приноси

Кандидатът е формулирал седем групи приноси от различно естество.

Първите четири групи приноси са свързани с разработване на теория и експерименталната ѝ проверка съответно в областта на топлопроводността през слоисти структури, на фототоплинната микроскопия, на фотодифракционната микроскопия, на визуализираща елипсометрия близо до плазмонни и вълноводни резонансни ъгли, както и различни приложения на получените резултати.

Последните три групи приноси са свързано основно с разработка на методики, съответна апаратура или експериментални постановки към тях включващи нов метод на плазмонната микроскопия ($V(z)$ метода) със съответната апаратура; методика и апаратура за измерване на разстоянието между микроорганизми посредством микроскопия на ПВО както и методики за десет експериментални постановки.

6. Публикации и лични приноси

Дисертационният труд се основава на 22 публикации в 10 международни списания с импакт-фактор (*Thin Solid films, Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, Journal of Microscopy, Optics Letters, J. of Applied Physics, Measurement Science and Technology, Applied physics Letters, Physics Review B., Applied Physics, Journal Physique*), 4 публикации в национални списания и 4 доклада на международни и национални конференции с международно участие.

Забелязани са над 133 независими цитирания.

Прегледът на списъка на публикациите показва, че работите и приносите в областта на фототоплинната микроскопия са с решаващ и основен принос на кандидата.

В над половината от работите по плазмонна микроскопия кандидатът е с основен принос, а в останалите, изпълнени по време на след-докторски специализации в чужбина – с негово участие, както е и естествено да бъде.

5. Критични забележки и препоръки

В представения дисертационен труд липсват ясно формулирани приноси в отделните глави.

Би било от полза едно сравнение на различните методи по разделителна способност, област на приложение, сложност и др.

Някои фигури и принципни схеми са с недобър контраст.

6. Лични впечатления

Познавам д-р Цветан Велинов от работата ни по подготвяне за участие в научно-изследователски проект от преди няколко години основно по приложението на плазмонните методи за биохимични сензори. Личните ми впечатления са за ерудиран и опитен в областта си специалист, който много внимателно и последователно планира изследователската си дейност, с установени творчески контакти и поглед върху развитието на направлението и възможните приложения на разработените експериментални методи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представеният дисертационен труд и публикации дават достатъчна представа за качествата и новото на научно-изследователската дейност на д-р Цветан Велинов.

В дисертацията и научните публикации, на които тя се основава са представени научни резултати, които представляват принос за съвременните оптични микроскопски методи. Личният принос на кандидата в получените резултати е безспорен.

Препоръчвам на Научното жури да присъди на доц. д-р Цветан Стаменов Велинов научната степен „**доктор на науките**”.

10.01.2013 г.

гр. Пловдив

Рецензент:

.....

проф. д-р Тинко Ефтимов