

СТАНОВИЩЕ

върху дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен „доктор”

Автор на дисертационния труд: **маг. инж. Ради Несторов Несторов**
Тема на дисертационния труд: **ИЗСЛЕДВАНЕ И ОПТИМИЗИРАНО
ХАРАКТЕРИЗИРАНЕ НА ТЪНКИ СЛОЕВЕ ОТ
ИНТЕРФЕРЕНЧНИЯ ИМ СПЕКТЪР НА
ПРОПУСКАНЕ И НА ОТРАЖЕНИЕ**

Изготвил мнението: **доц. д-р Георги Ангелов**

1. Актуалност на разработваните в дисертационния труд проблеми и конкретни задачи в научно и научноприложно отношение

Дисертационният труд е в тематика, свързана с характеризирани на тънки диелектрични или полупроводникови равномерни или неравномерни слоеве отложени върху стъклена подложка с използване на метода на обвивките.

Тънките диелектрични и полупроводникови слоеве намират редица практически приложения в оптиката, магнитооптиката и оптоелектрониката. Провеждането на оптично характеризирани се обосновава предвид наличието на разнообразни химични елементи, както и различното им съотношение, в състава и технологиите за производство на полупроводникови устройства.

Оптичното характеризирани на този тип слоеве най-често се извършва посредством измерване на само един спектър на пропускане или отражение. То се провежда чрез дисперсионни методи, интерференчни методи и алгоритми и хибридни методи, които най-често представляват съвкупност от един интерференчен спектър на пропускане или отражение, както и дисперсионен модел или друго измерване.

За оптично характеризирани на тънък диелектричен или полупроводников слой, слойт обикновено се изготвя върху стъклена подложка с дебелина около 1 mm, поради механичната неустойчивост и чупливост на тънките слоеве.

Обобщените задачи в научно, научноприложно и приложно отношение включват :

- Феноменологично разглеждане влиянието на дебелината на слоя върху интерференчната картина на спектъра на пропускане, като са развити по-акуратни математически формулировки, което води до подобрена точност на пресмятане на обвивките на спектъра на пропускане
- Създаване на математическа формулировка за пресмятане на спектъра на отражение на тънки слоеве с отчитане на поглъщането на светлина в подложката и оптимизиране на алгоритъм за пресмятане на спектъра на отражение
- Характеризирани са тънки слоеве от аморфен силиций и от халкогенидни системи As_xTe_{100-x} чрез оптимизирания алгоритъм на метода на обвивките за спектъра на пропускане.

2. Степен на познаване състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния материал

Изложението показва задълбочено познаване на съвременните постижения в областта на дисертацията.

Дисертационният труд се състои от 133 страници, включващи актуалност, цел и задачи, използвани методи за изследване, научна новост, апробация, увод, шест глави за решаване на формулираните задачи, списък на основните приноси, списък на публикациите по дисертацията и използвана литература. Цитирани са 144 литературни източника, авторските публикации по дисертацията са 4. Включени са 55 фигури и 9 таблици.

В глава 1 дисертантът е направил преглед на подходите за оптично характеризирани на тънки слоеве отложени върху стъклена подложка в спектралната област от UV (ултравиолетова) до NIR (близка инфрачервена светлина).

В глава 2 е направен сравнителен анализ на точността на характеризирани от $T(\lambda)$ (спектъра на пропускане) на тънки слоеве $a\text{-Si}$ от тънък светопропускащ слой върху подложка посредством два метода на обвивките и два дисперсионни метода

В глава 3 е направен избор на показател на грешките за характеризирани на тънък слой от тънък светопропускащ слой върху подложка посредством усъвършенстван алгоритъм на метода на обвивките за $T(\lambda)$ (спектъра на пропускане)

В глава 4 е представен оптимизиран алгоритъм на метода на обвивките за $T(\lambda)$ (спектъра на пропускане), с чиято помощ се характеризират тънки светопропускащи слоеве върху подложка.

В глава 5 са характеризирани тънки слоеве от халкогенидни системи $\text{As}_x\text{Te}_{100-x}$ от тънки светопропускащи слоеве върху подложка чрез оптимизирания алгоритъм на метода на обвивките за $T(\lambda)$ (спектъра на пропускане).

В глава 6 е представен създадения оптимизиран алгоритъм на метода на обвивките за $R(\lambda)$ (спектъра на отражение) за характеризирани на тънки светопропускащи слоеве върху подложка .

3. Съответствие на избраната методика на изследване и поставената цел и задачи на дисертационния труд с постигнатите приноси

Целите и задачите в дисертацията са дефинирани по конкретен и ясен начин, в някои точки дори по-подробно от необходимото. Разработките в дисертацията имат практически и приложен характер.

В дисертацията са решени поставените задачи с използване на следните методи:

- Определяне на най-точния съществуващ алгоритъм за характеризирани на тънък аморфен слой върху светопропускаща подложка с използване на $T(\lambda)$. Аморфните полупроводникови материали са особено подходящи за тази задача, тъй като обичайно се приема, че техните зонни диаграми съдържат Урбахова опашка.
- Създаване на оптимизиран алгоритъм с повишена точност спрямо съществуващия най-точен алгоритъм за характеризирани, определен в основната определения по-горе най-точен алгоритъм, с използване на същите тънки аморфни светопропускащи слоеве върху подложка.

- Проверка на точността на оптимизирания алгоритъм, описан в основната оптимизирания по-горе метод с повишена точност, за слоеве от друг аморфен материал върху светопрускащи подложки.
- Създаване и валидиране на валидиран оптимизиран алгоритъм за характеризиране на тънък полупроводников или диелектричен слой от тънки светопрускащи слоеве върху подложка с използване на $R(\lambda)$, по подобие на оптимизирания алгоритъм с използване на $T(\lambda)$ описан в основната оптимизирания по-горе метод с повишена точност.

4. Научни и/или научноприложни приноси на дисертационния труд

В дисертационния труд авторът е посочил общо 8 приноса, определени като научни (3 бр.), научноприложни (3 бр.) и приложни (2 бр.):

Обобщавам приносите на кандидата, както следва:

- Н1, от Глава 4. Показано е, че разсейването на светлина в слоя води до свиване на интерференчната картина в спектъра на пропускане $T(\lambda)$ на тънък слой върху светопрускаща подложка (ТССВСП). Този ефект не е бил разглеждан в различните версии на метода на обвивките (МО) [92,95,112]. С цел отчитане на разсейването на светлина в слоя е предложено използване на 'външно заглаждане' на $T(\lambda)$ вместо типично използваното 'вътрешно заглаждане' на $T(\lambda)$.
- Н2, от Глави 4 и 5. Постигнато е значително подобрение на точността на пресмятане на горната и долната обвивки на $T(\lambda)$, основано на две нововъведения. Първо, двойното преобразуване, описано в Раздел 5.2.1 води до по-точно и опростено отчитане на влиянието на поглъщането в подложката върху двете обвивки на $T(\lambda)$. Второ, в Раздел 4.2 е предложено едновременно използване на итерационна процедура и на допълнителни и гранични точки за пресмятане на всяка от двете обвивки.
- Н3, от Глави 4 и 5. Представени са нови, по-точни формули за горната обвивка $T+(\lambda)$ (4.8) и долната обвивка $T-(\lambda)$ (5.6) на $T(\lambda)$. Тези формули включват $k(\lambda)$ и $ks(\lambda)$ в амплитудните коефициенти на пропускане и отражение на границите на ТССВСП, за разлика от описаните в литературата формули за $T+(\lambda)$ и $T-(\lambda)$ [92,95,112]. Предложеното използване на по-точните формули (4.8) за $T+(\lambda)$ и (5.6) за $T-(\lambda)$ дава възможност за по-точно пресмятане на показателя на затихване $k(\lambda)$ на слоя.
- НП1, от Глава 2. Два тънки слоя а-Si, с много различни дебелини, от ТССВСП са характеризирани посредством четири метода, подбрани като най-подходящи за точно характеризиране на аморфен слой от ТССВСП с използване само на $T(\lambda)$. Показано е, че най-точно характеризиране на всеки от двата слоя е постигнато посредством алгоритъма УАМОТ основан на МО [92], в сравнение с алгоритмите УАГМОТ, АМТЛУ и АМКЛУ; като последните два алгоритъма са основани на дисперсионни модели. С това е изпълнена основната задача 1 на дисертацията.
- НП2, от Глава 4. Предложен е оптимизиран алгоритъм на МО за $T(\lambda)$ (ОАМОТ), основан на УАМОТ от [92]. Показано е, че характеризирането посредством ОАМОТ на двата тънки слоя а-Si от ТССВСП, споменати в НП1, е по-точно, отколкото посредством УАМОТ. С това са изпълнени целта и основната задача 2 на дисертацията.

- НПЗ, от Глава 5. Представени са формули за спектъра на отражение $R(\lambda)$ на тънък слой от ТССВСП и обвивките на $R(\lambda)$, при квази-нормално падане на светлината, в които за първи път е отчетено поглъщането на светлина в подложката. Въз основа на това е създаден и валидиран оптимизиран алгоритъм на МО за $R(\lambda)$ (ОАМОР). С това е изпълнена основната задача 4 на дисертацията.
- П1, от Глава 4. Два тънки слоя $a\text{-Si}$, изготвени посредством радиочестотно магнетронно разпрашване с различно налягане на използвания газ Ar , са характеризирани посредством ОАМОТ. Такова характеризиране включва пресмятане на показателя на пречупване $n(\lambda)$, показателя на затихване $k(\lambda)$, средната дебелина \bar{d} и неравномерността Δd на слоя.
- П2, от Глава 5. Три слоя AsxTe_{100-x} , изготвени посредством плазмено подпомогнато отлагане от газова фаза, са характеризирани посредством ОАМОТ. При това са пресметнати $n(\lambda)$, $k(\lambda)$, \bar{d} и Δd на слоя. С това е изпълнена основната задача 3 на дисертацията.

На база гореописаното считам, че приносите адекватно отразяват извършеното с препоръка да бъдат съкратени и обобщени.

5. Преценка на публикациите по дисертационния труд и отражение в науката

В "Списък на публикациите по дисертацията" кандидатът представя 4 публикации в периода 2019 – 2020 г., като всички те са на английски език. Всички статии са в чуждестранни списания, като статии [2], [3] и [4] са в списания с импакт фактор > 1 , а [1] е самостоятелна.

В Scopus са видими 3 статии (това са [2], [3], [4]) и 4 цитата.

В Google Scholar кандидатът няма профил, но са видими всичките му статии.

Съгласно ПУРПНС в ТУ-София, минималното изискване за придобиване на образователна и научна степен "доктор" по Група показатели Г (публикации) е 30 точки, а маг. инж. Р. Несторов има 42.38 точки, формирани от сумата на показатели 7 и 8 от група Г.

6. Мнения, препоръки и бележки

Запознат съм с работата на маг. инж. Ради Несторов, както и с неговите изследвания в областта на характеризирането на тънки диелектрични и полупроводникови слоеве върху стъклена подложка.

Работата се откроява с приложна насоченост. Авторът демонстрира задълбочено познаване на съвременното състояние в областта на дисертацията и доказва способностите си с представените резултати и реализацията им.

Препоръки:

- приносите да се съкратят, както е описано по-горе в т.4.
- авторските публикации по дисертационния труд да се означат по различен начин, например с [A1], [A2] или с [П1], [П2] и т.н.

- да се подобри форматирането по страници – двойно подравнено форматиране на текста
- да се избегне по възможност използването на съкращения от рода на ТССВСП, ОАМОТ и т.н.

7. Заключение с ясна положителна или отрицателна оценка на дисертационния труд

Дисертантът работи от няколко години в областта на характеризирането на тънки диелектрични и полупроводникови слоеве върху стъклена подложка. Като автор и съавтор има редица научни публикации в издания с висок импакт-фактор, като за една от тях е присъдена награда като най-добра в раздела "Оптични и лазерни техники" на списанието Measurement Science and Technology, с импакт фактор 1.861, през 2017 година. Навсякъде дисертантът демонстрира усърдие и отлични инженерни способности, резултат на което е представената дисертация.

МИНИМАЛНИ ИЗИСКВАНИ ТОЧКИ
по групи показатели за придобиване на образователна и научна степен "Доктор"
валидни до май 2018 г.

Група от показатели	Съдържание	ОНС "Доктор"	РАДИ НЕСТОРОВ
А	Показател 1 1. Дисертационен труд за присъждане на ОНС „доктор“	50	50
Г	Сума от показателите от 5 до 11 5. Публикувана монография, която не е представена като основен хабилитационен труд 6. Публикувана монография, която не е представена като основен хабилитационен труд 7. Научна публикация в издания, които са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация 8. Научна публикация в нереферирани списания с научно рецензиране или в редактирани колективни трудове 9. Публикувана глава от колективна монография 10. Реализирани авторски проекти в областта на архитектурата или дизайна 11. Водеща (самостоятелна) творческа изява в областта на архитектурата или дизайна	30	42.38

СУМА: 80 **92.38**

Видно е, че кандидатът удовлетворява и надвишава минималните изисквания за придобиване на образователна и научна степен "доктор", съгласно действащите в момента правила.

Гореизложеното, представените резултати и приноси в дисертацията и публикациите, ми дават основание да констатирам, че дисертационният труд отговаря на изискванията на Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени в Техническия университет – София за придобиване на ОНС "Доктор".

Считам, че на кандидатът може да бъде присъдена образователно и научна степен „Доктор“.

04.01.2021
София

Изготвил мнението:

/ м /



/доц. д-р Георги Ангелов/

Вярно с оригинала