

СТАНОВИЩЕ

от доц. д-р Христина Андреева
Институт по електроника – БАН

по дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен „доктор“
на Петър Тодоров Колев, докторант в ИОМТ-БАН
на тема: „Сензори, базирани на спектрална поляриметрична детекция“
в професионално направление 4.1. Физически науки,
научна специалност „Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната
материя“

Представеният дисертационен труд е изготвен съгласно изискванията на Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИОМТ-БАН. Работата е добре структурирана и оформена, описанието е логично и последователно. Дисертацията е в обем 106 страници и се състои от Въведение, водещо към Актуалността на тематиката и Целите и задачите на дисертационния труд, Литературен обзор, две глави, посветени на експерименталната работа, по-конкретно Конструирание на канален поляриметър и Приложението му в сензори, базирани на спектрална поляриметрична детекция. Работата завършва със Заключение, обобщение на основните приноси, списък на фигурите, списък на публикациите на автора, включени в дисертационния труд и участията му в научни форуми, литературни източници. Дисертационният труд е базиран на четири статии, индексирани в Web of Science и Scopus, две от които са в първи квартал, една във втори и една с импакт ранг. Работите вече имат единадесет цитата, като първата публикация има девет цитата за две години. Получените резултати са докладвани на девет конференции.

В уводната част са разгледани основните схеми на възбуждане на повърхнинните плазмонни резонанси (ППР), като са дефинирани и сравнени основните параметри на базираните на тях сензори. Отлично впечатление прави включването на изводи при дефинирането на параметрите, както и подробно разглежданите предимства и недостатъци на различните подходи за възбуждане на ППР (с призма или дифракционна решетка, с ъглова, спектрална и фазова детекция), както и начини за подобряване на тези параметри с прилагане на метода на каналната поляриметрия.

Целта на работата пряко следва от уводната част – разработване на канален спектрален поляриметър и приложението му при различни видове сензори, по-конкретно за детекция на патогени, газ-сензори за детекция на H_2 и магнито-оптични сензори.

Във втората глава следва подробно описание на конструирането на каналния спектрален поляриметър – от изчисляването на дебелините на фазовите пластини, изработка на селектираните фазови забавители до конструиране на установката и процедурата за ориентацията на елементите, с обосновано сравнение на двете конфигурации от пластини и техните предимства, подбор на оптимални параметри на конструктивните елементи,

съобразени със съпътстващата измервателна апаратура. Определени са точността и разделителната способност на измерване.

Апробацията на подхода на фазово измерване чрез метода на канална поляриметрия е предмет на третата глава от дисертацията, в която е описано приложението на разработения канален спектрален поляриметър за изследване на три типа сензори: биосензор и газов сензор, базирани на повърхнинен плазмонен резонанс, както и на сензор на магнитно поле.

По първото направление се използва имобилизиран върху позлатена дифракционна решетка биорецептор, който представлява кръвен антиген спрямо протеин, изграждащ клетъчната мембрана на бактерията *H. pylori*. Доказано е понижаване на границата на детекция с около 35% при фазова детекция спрямо амплитудна вследствие на подобреното отношение сигнал-шум, с което се регистрират реакции на свързване при концентрации около 200 CFU/ml.

Повишаване на чувствителността е демонстрирана и при детекцията на водород, като за целта върху позлатена дифракционна решетка е отложен волфрамов триоксид. Реакцията му на взаимодействие с водорода предизвиква промяна на показателя на пречупване на материала, като в малък динамичен диапазон (40-50% концентрация) е постигната чувствителност, която е с два порядъка по-висока от тази при конвенционалното амплитудно измерване, а моделни експерименти в голям динамичен диапазон показват подобрене на чувствителността с около 25%.

Третият тип сензор е магнито-оптичен и се базира на ефекта на Фарадей, свързан с въртенето на равнината на поляризацията на лъчението в магнитно поле. Приложеният за първи път метод на канална поляризация за измерване на магнитно поле (или ток) в BSO кристал позволява да се определи работната точка на изходното състояние на поляризацията, контрол на спектралната му позиция и температурен дрейф и директно измерване на фазовото отместване, предизвикано от ефекта на Фарадей, с което се постига и висока температурна стабилност на измерването.

Като цяло съм силно положително впечатлена както от получените резултати, така и от факта, че дисертантът показва не само теоретични, но и отлични експериментални и технически умения, което се среща рядко.

Технически забележки:

1. Наблюдават се неточности при превод от английски на български: терминът "Figure of Merit" е преведен като „параметър на полезно действие“ в текста на дисертацията, а в списъка със съкращения – като „параметър на производителност“; терминът FWHM в списъка със съкращения е преведен „пълна ширина при половин максимум“ вместо „ширина на полувисочина“; в текста се среща „субстрат“ вместо „подложка“, „референция“ вместо „опорен сигнал“. Би било добре да се даде обяснение на единицата RIU.

2. На фиг.14 на стр.36 не са показани осите X и Y, а в текста се описва ориентацията спрямо тях. Би било добре да се дадат и означения на фиг.20 и 22 (стр.48).

Тези терминологични и граматически неточности не пречат на разбирането на изложението и в никакъв случай не намаляват качеството на дисертационния труд.

Имам следните въпроси:

1. От данните в Таблица 11 на стр. 56 как в избран Вариант 3 за най-подходящ?
2. На стр.66, Фиг.42 са представени резултатите от амплитудно и фазово измерване на ППР за две концентрации на *H. pylori*, но концентрациите не са посочени. Какви са те и сравними ли са със стандартни концентрации в слюнка при болни?
3. Пак във връзка с биосензора – можете ли да коментирате за селективността на метода? Друг вид бактериални инфекции по какъв начин биха се отличили от *H. pylori*?
4. Бихте ли коментирали чувствителността на измерване на магнитно поле чрез метода на канална поляриметрия и времето за едно измерване?

Заклучение

Считам, че дисертационният труд на Петър Колев е разработен на високо научно ниво, отговаря и значително надвишава изискванията на Закона за развитие на академичния състав на Република България и Правилника за приложението му, както и Правилника на ИОМТ. Резултатите са публикувани в престижни реферирани списания с импакт фактор, забелязани са и цитати. Въз основа на това, убедено препоръчвам на Научното жури да присъди образователната и научна степен „доктор“ на Петър Колев по професионално направление 4.1. Физически науки, научна специалност „Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя“.

Изготвил становището:

/доц. д-р Х. Андреева/

Дата: 23.02.2026 г.