

РЕЦЕНЗИЯ

**на дисертационен труд
за придобиване на образователната и научна степен „Доктор“ в**

област на висше образование „Технически науки“

**професионално направление 5.2 „Електротехника, електроника и
автоматика“**

специалност „МИКРОЕЛЕКТРОНИКА“

Автор: маг. инж. ДИМО РУМЕНОВ КОЛЕВ

**Тема: РАЗРАБОТКА И ИЗСЛЕДВАНЕ
НА МАТРИЧЕН ПИЕЗОЕЛЕКТРИЧЕН ТАКТИЛЕН СЕНЗОР
ОТ РЕЗОНАНСЕН ТИП**

Рецензент: проф. д-р инж. Марин Христов Христов

Технически Университет - София

**1. Тема и актуалност на разработвания в дисертационния труд
проблем в научно и научно приложно отношение**

Наблюдаваният се нарастващ интерес към пиезоелектричните микроелектронни тактилни сензорни елементи и схеми се дължи на определения прогрес в изучаване на свойствата и приложението на нови пиезоелектронни материали и особено на бурното развитие и практическо приложение на нови евтини техники и технологии за производство.

Само до преди няколко години тези устройства се намираха в стадии на разработка и изследвания. Сега се наблюдава стабилен и нарастващ брой произведени и експлоатирани компоненти и схеми за приложения в мехатрониката, роботиката, автоматизирани системи и много други.

Цел на настоящия дисертационен труд е разработване и изследване на резонансен матричен сензор с тактилно действие, като се предложи конструкция, обслужващ я интерфейс и модел, поясняващ действието ѝ, както и експериментално изследване на създаденото прототипно сензорно устройство за практическа приложимост.

За постигане на поставената цел авторът е формулирал пет задачи, свързани с разработване на концепция за създаване на резонансни пиезоелектрични матрици на базата на пиезоелектрична керамика, предлагане на теоретичен модел и лабораторна установка за теоретични и експериментални изследвания.

**Заличено обстоятелство,
на основание чл.2 от ЗЗЛД**

Всичко това определя актуалността на изследвания проблем, както от научна, така и от приложна гледни точки.

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

Литературният обзор, представен основно в първа и частично във втора глави, съдържа 166 публикации, като голяма част от тях са от последните десет години. От тях девет са от български автори.

Като правило в началото на всяка публикация на кандидата се дава накратко съвременното състояние на разглеждания проблем.

Това ми дава основание да смятам, че докторантът маг. инж. Димо Руменов Колев познава детайлно съвременното състояние на решаваните от него проблеми, успял е творчески да интерпретира и прилага литературния материал, което е основа за успешно решаване на поставените задачи.

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

Авторът на дисертационния труд е формулирал цели и задачи, които са адекватни и съответстват на изискванията на дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен „Доктор“.

Избраната методика на изследване е класическа в микроелектрониката и според мен е най-достоверната, като предполага качествено постигане на поставената цел и задачи. Тя включва сравнителен критичен анализ на литературния материал, теоретична разработка, изследване, моделиране и проектиране на разглежданите обекти и апробиране и валидиране на получените резултати чрез експериментална реализация и измервания.

4. Кратка аналитична характеристика на естеството и оценка на достоверността на материала, върху който се градят приносите на дисертационния труд

В уводната първа глава като резултат от направеното литературно проучване е описан принципа на работа на различните видове тактилни сензорни елементи и е представен кратък преглед на историческото им развитие. Въз основа на сравнителен критичен анализ и систематизиране на разглежданите явления са предложени класификации на сензорните елементи и сензорни системи.

Тази глава позволява да бъде използвана самостоятелно от дисертационния труд като въведение в тази нова, бързо развиваща се област от микроелектрониката.

**Заличено обстоятелство,
на основание чл.2 от ЗЗЛД**

Обект за изследване във втора глава е разработване и изследване на дискретна пиезоелектрична резонансна сензорна матрица. Предложени и изследвани са конструкция, режим на работа, принцип на действие, базов теоретичен двумерен и квази-тримерен модел на пиезрезонансната матрица, стратегии за сканиране, базов интерфейс. Представени са предимствата и недостатъците им и е обоснована необходимостта от разработване на нов модел и метод за измерване със специфични изисквания.

Трета глава е посветена на експериментални изследвания на прототип на дискретна пиезоелектрична резонансна сензорна матрица. Въз основа на реалистично представяне на модела на резонансна матрица е избрана конструкция за изграждане на матрична структура, предложена е измервателна схема и управляващ интерфейс и са представени получените експериментални резултати за оценка адекватността на предложението във втора глава модел.

В четвърта глава се прилагат и развиват досегашните изследвания за възможни практически приложения на изследвания резонансен пиезоелектричен матричен сензор. Въз основа на обща класификация на приложенията са формулирани конкретни препоръки за практически приложения.

В заключителната пета глава се прави анализ и изводи на настоящата разработка.

5. Научно - приложни и приложни приноси на дисертационния труд

Считам че приносите биха могли да се определят като създаване на нови методи за изследване, конструкции, технологии и схеми.

Приемам по принцип формулираните приноси от кандидата. Без да ги повтарям, ще ги обобща накратко както следва:

- Предложен и разработен е теоретичен модел, описващ действието на резонансна пиезоелектрична матрица като основен елемент на тактилен сензор от матричен тип, базиран на амплитуден метод за отчитане промяната на резонансната честота в пиезоелектрична среда, характеризиращ се с висока чувствителност и редуциран времеви интервал за сканиране на матричното поле.
- Разработен и изследван е прототип на дискретна резонансна пиезоелектрична матрица за избор на методи за свързване на отделните чувствителни точки, като на базата му е създаден реален образец на матрична структура върху пиезоелектрична керамична подложка.

**Заличено обстоятелство,
на основание чл.2 от ЗЗЛД**

- Доказано е експериментално влиянието на външните инерционни въздействия върху разпределението и свойствата на стоящите вълни, определящи промените в изходните сигнали, получавани от сензорното матрично поле.
- Въз основа на събраните експериментални бази данни от реалния прототип е направен анализ на чувствителността при различни електродни комбинации с цел оптимизация на резонансната пиезоелектрична матрица чрез по-сложна конфигурация на възбудителните електроди.
- Разработен, реализиран и верифициран е интерфейс за резонансна пиезоелектрична матрица, като част от система за събиране и обработка на тактилна информация.

Смятам, че като цяло получените резултати са оригинални и напълно съответстват на изискванията за дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен „Доктор“.

6. Публикации и цитирания на публикации по дисертационния труд . Преценка на публикациите по дисертационния труд

По дисертационния труд са направени 6 публикации – 3 статии в списанията Annual School Lectures, ISSN 0861-0797 (1 брой), Journal of the Technical University of Gabrovo, ISSN 1310-6686 (2 броя) и 3 доклада на международните конференции International Scientific Conference UNITECH'16, Gabrovo; International Conference on Microelectronics (MIEL 2010), Nis, Serbia, IEEE Catalog №: CFP10432-PRT, ISBN 978-1-4244-7198-0 и IEEE International Conference on Control Applications, 2009 IEEE MSC, Saint Petersburg, Russia.

Представени са две цитирания на една публикация в чужбина на докторанта и ръководителя му.

Основните резултати на дисертационния труд са достойни на българската и международна научна общественост.

7. Авторство на получените резултати. Оценка за степента на личното участие на дисертанта в приносите

За личните приноси на кандидата маг. инж. Димо Колев съдя от броя на самостоятелните научни трудове – общо два, както и в тези, в които той е на първо място – общо два. Това ми дава основание да приема, че дисертационният труд и приносите са лично дело на кандидата.

8. Автореферат и авторска справка

Авторефератът е в обем от 38 страници и е изготвен съгласно изискванията. В него са показани главните достижения на дисертационния труд. Считаю, че отразява правилно научните приноси на дисертационния труд.

Заличено обстоятелство,
на основание чл.2 от ЗЗЛД

9. Използване на резултатите от дисертационния труд в научната и социалната практика

Представен е документ за участието на докторанта в 7 научно – изследователски проекта, изпълнени между 2007 и 2018 година, като един е финансиран от НФНИ, а останалите от Техническия Университет - Габрово.

10. Забележки по дисертационния труд Мнения, препоръки и бележки

Почти всички препоръки, които бях посочил в предварителната рецензия за вътрешната защита на дисертационния труд са взети предвид. Нямам основни забележки и препоръки към представения дисертационен труд. Отбелязвам само следното:

- Не е описана подробно технологията на изготвяне на образеца, използван при експерименталните измервания и по-подробно каква е точността на фотолитографията. Така не е отчетено влиянието на точността на реализация на образеца върху крайните резултати.
- В глава 3 се твърди, че предложения теоретичен модел, базиран на отчитане инерцията на резонансната система, има фактическо потвърждение чрез експерименталните данни. Тук обаче не е дискутирано каква е точността на теоретичния модел и как е била определена?
- Добре е да се цитират и използват постиженията в разглежданата област на повече български автори.

11. Други въпроси

Не познавам инж. Димо Колев от съвместна работа и нямам общи публикации с него.

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

Дисертацията е структурирана много добре, езикът е точен и ясен, направените изводи и заключения са логически и компетентно построени.

Получените в дисертационния труд научно – приложни и приложни приноси, демонстрираните високо образователно ниво и натрупан теоретически и практически изследователски опит в една нова, актуална и трудна научна област – „Тактилна сензорна микроелектроника“, ми дават достатъчни основания убедено да предложа на научното жури да присъди образователната и научна степен „Доктор“ на маг. инж. Димо Руменов

Колев в област на висше образование „Технически науки“, професионално направление 5.2 „Електротехника, електроника и автоматика“, научна специалност „Микроелектроника“.

03.05.2018 год.

Изготвил:

(проф. д-р Марин Христов)

**Заличено обстоятелство,
на основание чл.2 от ЗЗЛД**

**Заличено обстоятелство,
на основание чл.2 от ЗЗЛД**