



СТАНОВИЩЕ

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

Автор на дисертационния труд: **маг. инж. Борис Данаилов Добричков**
Тема на дисертационния труд: **Изследване и проектиране на защити от
електростатичен разряд за CMOS интегрални схеми**
Член на научното жури: **доц. д-р Елица Емилова Гиева**

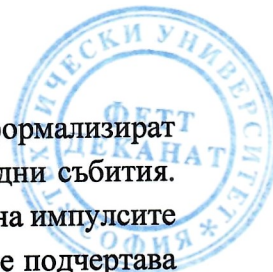
1. Актуалност на разработваните в дисертационния труд проблеми и конкретни задачи в научно и научноприложно отношение

Дисертационният труд разглежда дял от електромагнитната съвместимост (ЕМС) и по-специално електростатичната защита в микроелектронните изделия. Защитата от електростатичен разряд (ESD) е интегрална част от процесите по проектиране, производство и работа на чиповете. Развитието на съвременните микроелектронни технологии върви ръка-за-ръка с високите стандарти за надеждност. В настоящия момент наблюдаваме инфлексна точка в траекторията на развитие на полупроводниковите технологии с навлизането на множество нововъведения и иновации – EUV и High-NA EUV литографски техники, GAA транзисторни структури, композитните гейтови диелектрици, backside-power-delivery методики и още много други. В този контекст, тематика е актуална и обследваните въпроси са значими за полето на надеждността на интегралните схеми.

В дисертацията са разгледани физическите явления на акумулиране и разреждане на електростатичен разряд. По отношение на методите за натрупването му, обяснени са теоретичните механизми, макар и без строго математическа формулировка. Дадена е обща дефиниция на разрядно събитие, като авторът е дал реални примери за ефектите върху интегрални схеми. Това дава добра основа на тезата на автора относно важността на ESD защитата.

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

Изложението показва задълбочено познаване на съвременните постижения в избраната научна област. Дисертационният труд се състои от 148 страници, включващи въведение, контекст на работата, седем глави (означени като точки от 2 до 8), заключение и приложения с програмен код, списък на основните приноси, списък на публикациите по дисертацията и използвана литература. Цитирани са 69 литературни източника, авторските публикации по дисертацията са 5 на брой. Включени са 70 фигури и 8 таблици.



Представени са основните ESD модели, чието предназначение е да формализират чрез физико-математически методи емулирането на различните видове разрядни събития. Авторът е разгледал в детайли еквивалентните им схеми, характерните форми на импулсите и специфични особености. Направено е сравнение в табличен вид, което добре подчертава приликите и разликите между HBM, MM и CDM. На базата на представените модели, в труда са разгледани методите за тестване на ESD устройства. Вниманиe е обърнато върху критериите на отказ и Transmission Line Pulsing (TLP) техниката за характеризация.

В работата са открити и фундаменталните принципи за проектиране на On-Chip ESD защита. Кандидатът прави важно разграничение между схемотехничните стратегии и проектирането на отделните защитни устройства. Основните схеми за защита са представени с прилежащите им разрядни пътища и области на приложение. По отношение на устройствата, графично са представени топологиите на основните ESD защитни компоненти, разяснен е принципът им на работа и характерните особености. Липсва директна съпоставка между силните и слаби страни на разгледаните структури.

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

Акцентът на дисертационния труд е времето на активация на ESD защитните устройства. Аргументите на автора по отношение на важността на този параметър при бързоразрядни събития са убедителни. Дадена е обща формулировка на процеса на активация, което мотивирано с комплексността му при различните структури и технологични специфики. От научнолитературния анализ направен от автора, са формулирани три метода за оценка на времето на активация Top. Именно тези методи са залегнали в основната на създадената програма за екстракция на Top. Имплементираната автоматизация е основният научен принос в текущият труд. Програмата приема като входни данни от TLP измервания и извлича времето на активация според трите дефинирани методики. Информацията се представя в табличен вид и набор от детайлни графики. Авторът акцентира върху важността на новосъздадените алгоритми за филтрация и детекция. Те допринасят за повишаване точността и надеждността на получените резултати.

Създадената автоматизация е използвана върху реални VF-TLP измервания на ESD тиристорни и диодни структури от три технологии – 12nm, 180nm и 350nm. Разгледани са резултатите в граничните случаи, където според автора, поведението на методите за екстракция бива поставено пред най-сериозно изпитание. Направени са заключения по отношение на надеждността и стабилността им, като същевременно са дадени препоръки за адекватното им приложение.

Авторът прави съпоставка на създадената от него автоматизация и еквивалентен софтуер предоставен от компанията HPPI, световен лидер в производството на ESD тестери и генератори. Сравнени са начините на работа и имплементираните алгоритми, като и двете програми са използвани върху едни и същи измервания. Показана е практическата значимост на създадените от автора алгоритми за филтрация, като е отчетено предимството в подхода



на HPPI при премахване на постояннотоковото отместване при обработката на напрежителния импулс.

4. Научни и/или научноприложни приноси на дисертационния труд

В дисертационния труд авторът е посочил общо 8 приноса. Те не са номерирани и не са класифицирани като научни, научноприложни или приложни. Обобщавам приносите на кандидата, както следва:

- Обединение на Принос №1 и Принос №2 – Представен е феноменът на електростатичен заряд, начините на генериране и видовете повреди в микроелектрониката вследствие от разряд и са разгледани водещите ESD модели, техните особености и прилежащите им методи за тестване и характеризация на защитни устройства.
- Обединение на Принос №3 и Принос №4 – Обобщени са основните On-Chip ESD схемотехнични концепции и задълбочено са проучени видовете защитни устройства с техните топологични особености и принцип на работа. Разгледано е времето за активация на ESD защитните устройства в контекста на VFTLP характеризация. Обобщени са методите за оценка на Ton и е извършено качествено сравнение между тях.
- Създадена е програма за автоматизирано извличане на основни параметри на ESD устройствата, включително три метода за екстракция на Ton.
- Разработени са три алгоритъма за детектиране и филтрация на данни при VFTLP измерване за повишаване надеждността на екстракцията.
- Извършено е VFTLP изследване на ESD диоди и тиристори при три различни микроелектронни технологии – 12nm, 180nm и 350nm.
- Направено е сравнение на резултатите и начина на работа на разработената програма и алтернатива предоставена от компанията HPPI.

По същество, кандидатът обобщава приложната значимост на програмата за екстракция, като очертава две направления за по-нататъшни изследвания. Първото е по линия на оптимизацията на ESD защитни устройства, с цел подобряване на техните защитни характеристики при ултра бързи разрядни събития. А втората, и по-интересна, е определяне на същинския причинител на повреди при разряди от CDM тип. Напрежителният пик или общото количество енергия на импулса.

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 "Публикации по темата на дисертацията" кандидатът представя 5 публикации в периода 2018-2025 г., като всички от тях са на английски език. Една статия е публикувана в журнала *Microelectronics Reliability*, останалите са на международни индексирани конференции. Една от статиите е самостоятелна.

Кандидатът не представя сведения за цитирания на негови и в съавторство научни статии. В Scopus са налични 8 негови публикации с общо 13 цитирания, поради което смятам, че основните резултати от дисертацията са получили необходимата публичност в научната общност, въз основа на направените научни публикации.

6. Мнения, препоръки и бележки

Запозната съм с работата на маг. инж. Борис Добричков, както и с неговите изследвания в областта на зарядни системи и технологии на батерии за електромобили.

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

Нямам сериозни забележки към дисертационния труд. В началото на изложението би могло да се включат „цели и задачи“ на дисертацията.

Препоръчвам на докторанта да се насочи към публикуване в реномирани научни списания с по-висок импакт фактор и импакт ранг.

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

В заключение, считам, че представеният дисертационен труд на маг. инж. Борис Данаилов Добричков има завършен характер, постига поставената цел и изпълнява формулираните задачи. Получените резултати и формулираните научно-приложни и приложни приноси свидетелстват за значимостта на проведеното изследване и неговия потенциал за практическо приложение. Дисертационният труд отговаря на изискванията на Закона за развитието на академичния състав в Република България и на съответните нормативни документи за придобиване на научни степени. Въз основа на изложеното предлагам на маг. инж. Борис Данаилов Добричков да бъде присъдена образователната и научна степен „Доктор“ в област на висшето образование „Технически науки“, професионално направление 5.2 „Електротехника, електроника и автоматика“, докторска програма „Микроелектроника“.

10.10.2026 г.
гр. София



Изготвил становището:.....

/доц. д-р Елица Гиева/

