



РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен „Доктор“ в област на висше образование „Технически науки“, професионално направление 5.2 „Електротехника, електроника и автоматика“, научна специалност “Микроелектроника”

Автор на дисертационния труд: маг. инж. Радостин Венелинов Русев, катедра „Микроелектроника“, ФЕТТ, Технически университет – София

Тема на дисертационния труд: „Методи за анализ на дефекти в електронни компоненти“

Рецензент: доц. д-р инж. Светозар Кръстев Андреев, Технически университет – София

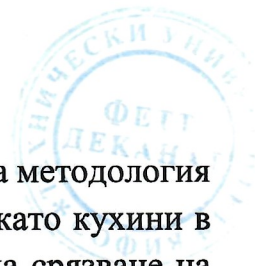
1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научноприложно отношение. Степен и нива на актуалността на проблема и конкретните задачи, разработени в дисертацията

Контролът на качеството е неизменна част от производствения цикъл на всяко едно производство. Всъщност той е цяла наука, обхващаща задълбочени познания по технологичните процеси в съответния отрасъл, юридически – по отношение на стандартизацията и индустриалното законодателство и икономически – що се отнася до маркетинга на произвежданния продукт. Браншът на производителите на електроника не прави изключение, като част от управлението на качеството там е анализирането на отказите на изделията, дължащи се на дефекти на ниво „чип“, а също и при асемблирането на изделието.

Предложената дисертация изследва, анализира, синтезира и предлага оптимални приложни методи за анализ на отказите в дискретни и интегрални компоненти. По-конкретно изследванията са насочени към усъвършенстване на методи за установяване на деламинация в интегрални схеми, откриване на кухини в спойки на дискретни и интегрални компоненти върху печатни платки, както и предлагане на решения за подобряване на надеждността на спойващото съединение и изделието като цяло.

Следвайки основната цел на дисертацията са поставени пет основни задачи, свързани с

(1) изследване и анализ на безразрушителни и разрушителни методи за оценка на деламинацията в електронните компоненти, кухини в спойката и надеждност за здравината на спойващото съединение; (2) разработване на методология за използване на сканиращ акустичен микроскоп (SAM) за



откриване на деламинация в интегрални схеми; (3) разработване на методология за използване на рентгенова инспекция за откриване на дефекти като кухини в спойката; (4) разработване на методология за оценка на силата на срязване на спойката чрез прилагане на напрежение на срез (shear stress) на спойката; (5) подобряване на надеждността на спойващата паста, чрез използване на нискотемпературни пасты и оптимизация на процесите на запояване.

Според казаното дотук смятам, че изследваният проблем е актуален и винаги ще бъде.

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

В дисертацията са използвани 189 литературни източника в широк времеви обхват – от 1987 до 2022, което показва, че докторантът е запознат с публикациите в областта на методите за анализ на дефекти в исторически и в съвременен аспект.

В разработката проличава коректното цитиране на литературните източници, научното навлизане в изследваната проблематика и творческото интерпретиране на използваната литература, както и много доброто визуално представяне на разглежданите техники и постигнати резултати. Литературните източници са цитирани по реда на появяването им в текста.

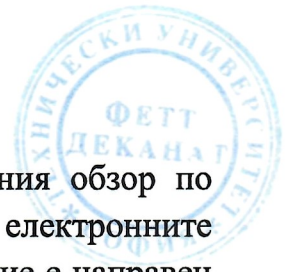
3. Съответствие на избраната методика на изследване с поставената цел и задачи на дисертационния труд

Методиката на изследване точно и последователно следва формулираните задачи и цели в дисертационния труд. Методиката е добре обоснована и за нейната достоверност може да се съди по постигнатите резултати от изследванията, анализите им и формулирането на заключения.

Докторантът методически правилно е структурирал дисертацията. Съставните части на изследването в дисертацията са взаимно свързани. Поставените цел и задачи са постигнати в пълна степен. Прилагането и усъвършенстването на предложените методики развиват знанията и опита на докторанта и допринасят за неговото научно развитие.

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

В уводната глава авторът посочва накратко актуалността на проблема, обществена и научна значимост на темата и съвременно състояние на научния



проблем. В първа, втора и трета глава е поместен литературния обзор по тематиката в направленията, свързани с анализа на отказите в електронните изделия. Изучени са методите за анализ в общ план и в допълнение е направен задълбочен преглед на деламинацията в интегрални схеми и изследването на кухини в спойките на компонентите. В края на главата са дефинирани нерешените проблеми, въз основа на които са формулирани целите на дисертацията и свързаните с постигането ѝ задачи. В четвърта и пета глава са представени експерименталните изследвания на докторанта, постигнатите резултати и апробацията им.

Общият обем на експерименталната част възлиза на 95 страници и показва огромното количество работа, извършена по време на докторантурата.

Представени са и три приложения, съдържащи резултати от експериментите.

Следва заключение и формулиране на научно-приложните и приложни приноси на дисертационния труд, както и библиография.

5. Научни и/или научноприложни и приложни приноси на дисертационния труд

Авторът претендира за 4 научно-приложни и 4 приложен приноси в дисертацията. Счита, че те са правилно формулирани.

6. Оценка за степента на личното участие на дисертанта в приносите

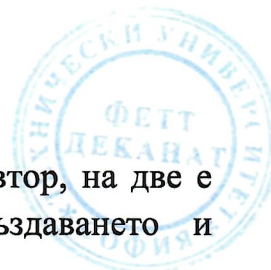
Счита, че получените резултати са оригинални и са лично дело на докторанта. Те напълно съответстват на изискванията за дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен „Доктор“.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд: брой, характер на изданията, в които са отпечатани. Отражение в науката – използване и цитиране от други автори, в други лаборатории, страни и пр.

Запознах се с научните трудове по дисертацията. Те отразяват в пълна степен разработката.

Основните резултати от работата на докторанта са предмет на общо седем публикации.

Всички публикации са реферирани в Scopus и са представени на международни научни форуми.



На две (от седем) публикации Радостин Русев е първи съавтор, на две е втори съавтор. Всичко това подчертава ролята му в създаването и презентирането на резултатите от дисертацията.

Представени са 6 цитирания на четири от публикациите по дисертацията, което показва разпознаваемостта на докторанта сред научната общност и значимостта на научните му постижения.

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

Резултатите са свързани със задачи в някои научноизследователски проекти, в които маг. Русев има участие. Такъв, например, е проектът BG05M2OP001-1-001 „Изграждане и развитие на центрове за върхови постижения“, за който имам пряко наблюдение върху работата и експериментите на кандидата. Още едно съществено приложение на резултатите в научната практика са разработените от маг. инж. Русев лабораторни упражнения по дисциплината „Микроелектроника“ с тематика около диагностиката на дефекти в корпусирани интегрални схеми.

9. Оценка на съответствието на автореферата с изискванията за изготвянето му, както и на адекватността на отразяване на основните положения и приносите на дисертационния труд

Представеният автореферат е в обем от 36 страници. Съдържанието му съответства на съдържанието на дисертационния труд. Авторефератът последователно и точно показва отделните глави от дисертацията. В началото е представена обща характеристика на дисертационния труд, включваща актуалността на решавания проблем. Следват целта и задачите на дисертацията, методологичната основа на труда и претенциите за приноси на кандидата. Авторефератът завършва със списъка на публикациите по труда и анотация на английски език.

Оценката ми за автореферата е, че той отговаря на общоприетите изисквания и отразява вярно съдържанието и приносите на дисертационния труд.

10. Мнения, препоръки и бележки

Представеният ми дисертационен труд на маг. инж. Радостин Русев е много добре структуриран, като са спазени изискванията за изготвянето и оформлението му. Целта на дисертацията и свързаните с нея изследователски задачи са ясно формулирани. Добро впечатление прави представянето на резултатите от изследванията в заключения след всяка глава. Забелязвам, че



направените след предварителното обсъждане на дисертацията технически забележки са отстранени.

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

Дисертацията на маг. инж. Радостин Русев е завършена научна разработка с научна и практическа приложимост и отговаря на изискванията на ЗРАСРБ, ПП на ЗРАСРБ и ПУРПНС в Технически университет – София, за присъждане на образователната и научна степен „доктор“.

Оценявам положително актуалния характер и постигнатите резултати от разработката на дисертацията на маг. инж. Радостин Венелинов Русев „Методи за анализ на дефекти в електронни компоненти ” и предлагам на уважаемото жури да присъди на маг. инж. Русев образователната и научна степен „Доктор“ в областта на висше образование „Технически науки“, професионално направление 5.2 „Електротехника, електроника и автоматика“, научна специалност “ Микроелектроника”.

Дата : 09.09.2024 г.
гр. София

РЕЦЕНЗЕНТ : (н)
(доц. д-р инж. Светозар Андреев)





REVIEW

on a dissertation for the acquisition
of the educational and scientific degree of "Doctor of philosophy PhD" in
professional field 5.2 "Electrical Engineering, Electronics, Automation,"
scientific specialty "Microelectronics".

Author of the dissertation: **MSc. Eng. Radostin Venelinov Rusev**

Department of Microelectronics, FETT, Technical University of Sofia

Title of the dissertation: **"Methods for analyzing defects in electronic components"**

Reviewer: **assoc. prof. Svetozar Krastev Andreev**, Technical University of Sofia

1. Relevance of the problem developed in the dissertation work in scientific and scientific applied terms. Degree and levels of relevance of the problem and specific tasks developed in the dissertation

Quality control is an invariable part of the production cycle of any production. In fact, it is a whole science, covering in-depth knowledge of technological processes in the relevant industry, legal - in terms of standardization and industrial legislation, and economic - in terms of the marketing of the manufactured product. The electronics manufacturing industry is no exception, as part of quality management there is the analysis of product failures due to defects at the "chip" level and also during product assembly.

The proposed dissertation researches, analyzes, synthesizes and proposes optimal applied methods for the analysis of failures in discrete and integral components. More specifically, the research is aimed at improving methods for establishing delamination in integrated circuits, detecting voids in solders of discrete and integral components on printed circuit boards, as well as offering solutions to improve the reliability of the solder joint and the product as a whole.

Following the main goal of the dissertation, five main tasks related to

(1) research and analysis of non-destructive and destructive methods for evaluating electronic component delamination, solder voids, and solder joint strength reliability; (2) developing a methodology for using a scanning acoustic microscope (SAM) to detect delamination in integrated circuits; (3) developing a methodology for using X-ray inspection to detect defects such as solder voids; (4) development of a methodology for assessing the shear strength of the solder by applying shear stress to



the solder; (5) improving solder paste reliability by using low-temperature pastes and optimizing soldering processes.

According to what has been said so far, I think that the researched problem is relevant and always will be.

2. Degree of understanding of the problem's state-of-the-art and creative interpretation of the references

The dissertation uses 189 literary sources in a wide time range - from 1987 to 2022, which shows that the doctoral student is familiar with the publications in the field of defect analysis methods in a historical and contemporary aspect.

The development shows the correct citation of the literary sources, the scientific approach to the researched issues and the creative interpretation of the used literature, as well as the very good visual presentation of the considered techniques and achieved results. Literary sources are cited in the order of their appearance in the text.

3. Correspondence of the chosen research methodology with the goal and tasks of the dissertation work

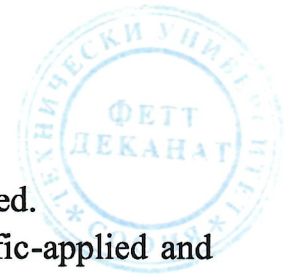
The research methodology precisely and consistently follows the formulated tasks and objectives in the dissertation work. The methodology is well-founded and its credibility can be judged by the achieved results of the studies, their analyzes and the formulation of conclusions.

The doctoral student structured the dissertation methodically correctly. The constituent parts of the research in the dissertation are interrelated. The set goals and objectives have been fully achieved. The application and improvement of the proposed methods develop the knowledge and experience of the doctoral student and contribute to his scientific development.

4. A brief analytical description of the nature and assessment of the credibility of the material on which the contributions of the dissertation are based

In the introductory chapter, the author briefly states the topicality of the problem, social and scientific significance of the topic and current state of the scientific problem. The first, second and third chapters contain the literature review on the subject in the directions related to the analysis of failures in electronic products. Analysis methods are studied in general, and in addition, delamination in integrated circuits and the examination of component solder voids are thoroughly reviewed. At the end of the chapter, the unsolved problems are defined, on the basis of which the objectives of the dissertation and the tasks related to its achievement are formulated. The fourth and fifth chapters present the doctoral student's experimental research, the achieved results and their approval.

The total volume of the experimental part amounts to 95 pages and shows the huge amount of work done during the doctoral studies.



Three appendices containing experimental results are also presented.

This is followed by a conclusion and formulation of the scientific-applied and applied contributions of the dissertation, as well as a bibliography.

5. Scientific and/or applied contributions of the dissertation

The author claims 6 scientific-applied and 1 applied contributions in the dissertation. I believe they are correctly worded.

6. Assessment of the degree of personal involvement of the dissertation student in the contributions

I believe that the obtained results are original and are the personal work of the doctoral student. They fully correspond to the requirements for a dissertation work for the acquisition of the educational and scientific degree "PhD".

7. Assessment of dissertation publications: number, nature of editions in which they are printed. Reflection in science – use and citation by other authors, in other laboratories, countries, etc.

I got acquainted with the scientific works on the dissertation. They fully reflect the development.

The main results of the doctoral student's work are the subject of a total of seven publications.

All publications are referenced in Scopus and presented at international scientific forums.

On two (out of seven) publications, Radostin Rusev is the first co-author, on two he is the second co-author. All this emphasizes his role in the creation and presentation of the results of the dissertation.

6 citations of four of the publications on the dissertation are presented, which shows the recognition of the doctoral student among the scientific community and the significance of his scientific achievements.

8. Using the results of the dissertation work in scientific and social practice

The results are related to tasks in some scientific research projects in which M.Sc. Rusev is involved. Such, for example, is the project BG05M2OP001-1-001 "Construction and development of centers of excellence", for which I have a direct observation of the applicant's work and experiments. Another important application of the results in scientific practice are those developed by M.Sc. Eng. Rusev laboratory exercises in the discipline "Microelectronics" with the theme of the diagnosis of defects in encapsulated integrated circuits.



9. Assessment of the compliance of the abstract with the requirements for its preparation, as well as the adequacy of reflecting the main points and contributions of the dissertation work

The presented abstract is 36 pages long. Its content corresponds to the content of the dissertation work. The abstract consistently and precisely shows the individual chapters of the dissertation. At the beginning, a general description of the dissertation is presented, including the topicality of the solved problem. The aim and tasks of the dissertation, the methodological basis of the work and the candidate's claims for contributions follow. The abstract ends with the list of publications on the work and an annotation in English.

My assessment of the abstract is that it meets the generally accepted requirements and accurately reflects the content and contributions of the dissertation work.

10. Opinions, recommendations and notes

The presented thesis of mag. eng. Radostin Rusev is very well structured, and the requirements for its preparation and layout are met. The purpose of the dissertation and the related research tasks are clearly stated. A good impression is made by the presentation of the research results in conclusions after each chapter, as well as the approbation of the achieved results. I notice that the technical remarks made after the preliminary discussion of the dissertation have been removed.

11. Conclusion with a clear positive or negative evaluation of the dissertation work

I believe that the received from mag. Eng. Radostin Rusev 's results are original and fully correspond to the requirements for a dissertation work for obtaining the educational and scientific degree "Doctor of philosophy PhD". The developments in the dissertation are described competently and in the necessary completeness, the conclusions are very well constructed and argued.

This gives me reason to recommend to the esteemed jury that they award M.Sc. Eng. Radostin Venelinov Rusev, the educational and scientific degree "Doctor of philosophy PhD" in the field of higher education "Technical Sciences", professional direction 5.2 "Electrical engineering, electronics and automation", scientific specialty "Microelectronics".

Date : 09.09.2024 г.
Sofia

Reviewer : (n)
(assoc. prof. Svetozar Andreev)

