

СТАНОВИЩЕ

От член на НЖ, определено със Заповед № РД-09-17/13.02.2018 г., на директора на Института по физика на твърдото тяло „Акад. Г. Наджаков”,
Василка Христова Пенчева, доктор, доцент в Института по електроника–БАН, за дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен „Доктор”, по професионално направление **4.1 Физически науки**, специалност: „**Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя**”,
на докторант **Максим Кирилов Сандулов** от Института по физика на твърдото тяло „Акад. Г. Наджаков”, на тема:
„Приложения на йонната имплантация за целите на наноразмерен електрически запис на информация в диамантеноподобен въглерод”

Актуалността на разработвания в дисертационния труд проблем е в съответствие със все по-високите изисквания към модулните цифрови памети, за повишаване на информационния капацитет и редица нови предимства, които могат да бъдат осигурени от модулни памети, базирани върху въглеродни материали, чието многообразие от алотропни форми може да обезпечи в пълна степен необходимите изисквания за създаване на цифрови електронни фазови памети с произволен достъп – RAM памети. Темата на докторската дисертация е избрана и обхваща част от научно-изследователския проект Care RAMM (Carbon resistive random access memory materials), по тематичен приоритет NMP.2012.2.2-2 'Materials for data storage', финансиран по Седма рамкова програма на ЕК - NMP3-SL-2012-309980 и преминал оценка на експерти от няколко водещи европейски научни центрове. В основата на дисертацията са изследвания на електричните характеристики на диамантеноподобен въглероден материал. Атрактивен е, освен с ефекта на обратимо резистивно превключване между две устойчиви електрични състояния и множество други технологични предимства, а така също има и качествата на въглеродните материали - екологична чистота и лесна вторична обработка.

Направеният анализ на научната литература, представен в глави 1 и 2 на дисертацията, показва широко и на много добро ниво познаване на проблемите, от откриването на „ефекта на превключване” на електричното съпротивление в халкогениди, така наречения - „ефект на паметта” до процесите, условията и характерните свойства на аморфните въглеродни материали подходящи за създаването на фазови цифрови памети. Този качествен анализ е критерий, от голямото многообразие на алотропни въглеродни форми, като синтетичните аморфни въглеродни (a-C) материали, да се изследва диамантеноподобният тетраедричен въглерод (ta-C), който дава възможност за използване на ефекта на обратимото резистивно прагово превключване за целите на въглеродни фазови памети с произволен достъп (RAM) и оптимизиране на параметрите в ta-C материали, които биха ускорили и улеснили внедряването на аморфните въглеродни материали в цифровите фазови памети.

Целите поставени в докторската дисертация са разработване на технология за йонно-лъчево структурно-химично модифициране и оптимизиране на ефекта на електричното резистивно превключване в тетраедрични въглеродни тънки слоеве, за създаване на RAM памети, изучаване на механизмите и условията на електро-стимулираните обратими фазови преходи, подобряване и оптимизиране условията на процесите за запис/изтриване чрез въвеждане на фазово-структурни модификации. Изследване на химичното въздействие на азота, чрез имплантиране в диамантеноподобните тетраедрични въглеродни тънки слоеве на азотно легираща съставляваща, в прецизно зададен в концентрационно отношение интервал. За

постигане на тези цели са формулирани 7 задачи, за изпълнението на които са избрани, съобразно възможностите и потенциала на методите, 8 базови научни методи.

Научните и научно-приложните приноси представени в дисертационния труд на докторант Максим Сандулов отразяват достатъчно пълно извършената аналитична и експериментална работа, технологичните режими, оптимизирани с компютърни модели, на азотната йонна имплантация върху превключващите резистивното състояние характеристики на аморфните тетраедрични диамантеноподобни тънки слоеве. Постигнатите добри резултати, са получени след прилагане на подходящо избраните прецизни, квалифицирани съвременни високотехнологични методи за изследване и са принос към създаване на ново поколение среди за цифрови електронни паметни, за изясняване механизма на тяхното действие, чрез вариране на параметрите - енергия, доза и маса на елементите, които се имплантират, как влияят на степента на радиационното въздействие, след предварително зададени и контролирани структурни промени, които променят степента на проводимост на изследваните въглеродни структури и електричните параметри на ефекта на резистивното превключване. Считаю, че приносите би могло да са формулирани по-кратко и ясно.

Личният принос на кандидата, към работата по темата и подготовката на дисертационния труд, убедително е представен в обширното литературно проучване и компютърния анализ на оптималните условия на модифициращата техника за йонна имплантация, за създаване необходимите ta-C образци, с оптимални преходно фазови характеристики. Не буди съмнение персоналният принос на автора в експерименталните изследвания и тълкуването на получените резултати, за намиране на иновативни решения за конкретни експерименти и трактовка на резултатите извършени при колективното сътрудничество с научно-изследователската група. По време на работа над дисертацията си докторантът е участвал в изпълнението на международен проект "Care RAMM" ("Carbon Resistive RAM Materials" – 01.02.2013-01.02.2016, успешно приключил през февруари 2016 г), финансиран от Европейската Комисия.

Публикациите по дисертационния труд, общо 8 на брой, от тях 3 в списания с IF, отразяват добре постигнатите основни резултати на изследванията, били са докладвани и обсъждани на конференции, семинари и учебни школи и удовлетворяват изискванията за получаване на образователна и научна степен „Доктор”.

Към критичните бележки бих отнесла правописните грешки, стила на писане и изразяване, чрез който е представен научния материал на дисертацията и автореферата.

Авторефератът, изложен на 35 страници, с 36 фигури, правилно и обхватно отразява основните положения и научните приноси представени в дисертационния труд.

В заключение, становището ми, по представения дисертационен труд на докторант Максим Кирилов Сандулов, е че той удовлетворява изискванията на Закона за развитие на академичния състав в РБългария и Правилника за неговото прилагане, както и Правилника на БАН за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности. Доброто научно ниво и качеството на изследванията, както и актуалността на темата и получените резултати, обсъдени по-горе, са предпоставка, **убедено да препоръчам на уважаемото Научно жури да присъди на Максим Кирилов Сандулов, образователната и научна степен „Доктор” по професионално направление 4.1 Физически науки, специалност: „Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя”.**

Дата: 19.03.2018 г.
София

Изготвил становището:
/доц. д-р Василка Пенчева/
/член на НЖ/