

## СТАНОВИЩЕ

**От Теодор Иванов Миленов, доктор по физика, доцент в Лаборатория «Мултифункционални Материали», Институт по електроника- БАН, член на Научно жури за дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен «Доктор»**

**Автор на дисертационния труд: Мария Димитрова Берова**

**Тема: «Наноразмерен оптически запис на информация в диамантено подобен въглерод чрез фокусирана йонна имплантация»**

**По научна специалност: «Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя»**

Дисертационният труд е фокусиран в отлагането на тънки слоеве от аморфен въглерод върху силициеви подложки и следващата им повърхностна модификация с бомбрадировка с галиеви йони (Focused Ion-Beam implantation (FIB)), като по този начин се променя съотношението на  $sp^2$  към  $sp^3$  хибриднизирания въглерод в слоевете. Това прави предложеното технологично решение напълно съвместимо със „силициевата технология“, на която се основава огромна част от съвременното производство в микроелектрониката.

Оптическият запис на цифрова информация е много актуална област на научното знание, която в последните 20- 30 години се развива изключително бързо. В тази връзка специално искам да отбележа изборът на материал, в който да се реализира процесът на запис: въглеродни фази с променливо съотношение на  $sp^2$  към  $sp^3$  хибриднизирания въглерод. Технологиата и характеризирането на тези фази вече е развита на много високо ниво и позволява насочения синтез и следващото много прецизно определяне на получените слоеве, което е предпоставка от една страна за прецизиране на следващите технологични операции и тяхния резултат, а от друга за възпроизводимост на получените резултати. В допълнение избраната среда за оптичен запис изглежда най- обещаващата, защото с увеличаване на ширината на забранената зона на средата се очаква засилване на контраста на записа. Избраните цели на дисертационният труд са значими и използваните методи могат да ги решат успешно.

Авторът на дисертационния труд Мария Берова очевидно познава много добре проблема, както в технологичната му насоченост (синтез, модификация и практически запис на информация), така и в областта на характеризирането на получените резултати.

Резултатите от научните изследвания са публикувани, както следва: 3 (три) в списания с импакт фактор (ИФ), 3 (три) в списание с импакт ранк (ИР), една в Университетско издание, както една в списание без ИФ/ИР, с което покриват изискванията на ИФТТ. За приносите в общите работи с докт. Максим Снадулов има надлежен разделителен протокол.

За мен приносите на автора са ясни, доколкото тя е първи автор в седем от общите публикации, а в осмата е втори автор (като в нея първи автор е научният ръководител на докторанта). Аз лично не се познавах с колежката Берова преди предзащитата на дисертационния труд. След семинара имахме дискусии по

въпроси от дисертацията (по- долу ще се спра по- подробно на този въпрос), които ме убедиха в сериозната подготовка на колежката, а познаването на проблематиката ми много добро впечатление.

Авторефератът отразява достъчно обхватно резултатите от дисертацията.

Критични забележки по дисертацията:

1)Основната ми забележка е по отношение на Раманиовата спектроскопия на образците, по- точно тяхната интерпретация. Колежката Борова деконволуира Рамановите спектри в областта  $1050- 2100 \text{ cm}^{-1}$  и определя дисперсията на добре изучените D и G пикове, като прави съответните заключения за влиянието на модификацията. Категоричното ми мнение е, че методът е правилно избран, но смятам, че анализът трябваше да бъде ограничен до дисперсията на G- мода, по следните две причини: D- модът е двойно-резонансен в  $\text{sp}^2$  хибридиран въглерод и неговата честота зависи от енергията на възбуждащото излъчване; от анализа е изключена областта  $900- 1050 \text{ cm}^{-1}$  (там е пикът на дву-фононното разсейване на силициевата подложка), което го прави неточен. Все пак тази неточност няма да промени същността на резултата и се съгласих с автора на дисертацията, че текста в крайна сметка може да остане в този вид, още повече, че съответната публикация (в съавторство с проф. М. Абрашев от СУ- много уважаван специалист в областта на Рамановата спектроскопия) съдържа същия анализ и заключения.

2)В текстовете на дисертацията и автореферата има малко грешки и неточности. Някои от тях са:

-изразът „...разликата в енергиите на две енергетични състояния на електрона в ядрото... стр. 8 на Автореферата и стр. 79 на дисертацията е очевидно неверен: електроните не са част от ядрото на атомите/ йоните, а от обвивката му.

-фиг. 19, 20 и 21 на автореферата: авторът е посочил като мерна единица на величината по ординатата е кандели (и е отбелязана като  $h^?$ ), което е невярно. Сигналят в конкретните измервания се получава като брой импулси в канал на CCD устройството и е прието да се показва като отн. единици (Arb. Units) или брой (Counts). В дисертацията има промени, доколкото величината по ординатата от съответните фигури 7.13-16 и табл. 5 (стр. 103-105) е отбелязана правилно като интензитет (I), но мерната единица остава кандели.

Посочените недостатъци не влияят върху направените изводи в дисертацията.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ:**

**На базата на всичко посочено дотук, препоръчвам на уважаемото Жюри и на уважаемия Научен съвет на Института по физика на твърдото тяло при БАН да присъди на Мария Димитрова Борова образователна и научна степен «Доктор»**

20.03.2018 год.

Изготвил:

/доц. Т.И. Миленов/