

Наставно-научном већу Електротехничког факултета универзитета у Београду

На 735. седници Наставно-научног већа Електротехничког факултета Универзитета у Београду, одржаној 06.09.2011. године, одређени смо за чланове Комисије за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације мр Марка Ерића, магистра електротехнике, под насловом "Имплантација јона у канале кристала силицијума". Након прегледа добијеног материјала, Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

Кандидат мр Марко Ерић је рођен 07.09.1979.године у Београду. Уписао је Електротехнички факултет Универзитета у Београду 1998. године, на коме је дипломирао 2004. године, на Одсеку за Физичку електронику, смер Оптиелектроника и ласерска техника, са просечном оценом 8.52 у току студија. Тема његовог дипломског рада је била "Појачање полупроводничког ласера у магнетном пољу". Исте године уписао је постдипломске студије (по старом програму) на смеру Физика и техника плазме и чврстог стања, које је завршио и магистрирао 2008. године, са просечном оценом 10.00 у току студија. Тема његовог магистарског рада је била "Функције деканалисања протона у кристалима силицијума и бакра оријентације $\langle 100 \rangle$, $\langle 110 \rangle$ и $\langle 111 \rangle$ ". Кандидат је запослен у Лабораторији за физику Института за нуклеарне науке "Винча" од 2006. године. У звање истраживач сарадник кандидат је изабран 2008. године.

Радови кандидата објављени у врхунским међународним часописима (M21):

1. S. Petrović, M. Erić, M. Kokkoris and N. Nesković, "*Gompertz type dechanneling functions for protons in $\langle 100 \rangle$, $\langle 110 \rangle$ and $\langle 111 \rangle$ Si crystal channels*", Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B, vol. 256, pp. 177-181, (2007).
2. M. Erić, J. Radovanović, V. Milanović, Z. Ikonić and D. Indjin, "*Spin dependent dwell times of electron tunneling through double- and triple-barrier structures*", Journal of Applied Physics, vol. 103, art. 083701, (2008).
3. Z. Jovanović, A. Kalijadis, D. Vasiljević-Radović, M. Erić, M. Lausević, S. Mentus and Z. Lausević, "*Modification of glassy carbon properties under low energy proton irradiation*", Carbon vol. 49, pp. 3737-3746, (2011).

Радови кандидата објављени у истакнутим међународним часописима (M22):

1. M. Erić, V. Milanović, Z. Ikonić and D. Indjin, "*Simulation of optically pumped intersubband laser in magnetic field*", Solid State Communications, vol. 142, pp. 605-609, (2007).

Радови кандидата објављени у зборницима међународних конференција (M33):

1. M. Erić, J. Radovanović, V. Milanović, Z. Ikonić and D. Indjin, "*The Effects of Spin-Orbit Interaction on Dwell Times of Electrons Tunneling Through Double and Triple-Barrier Structures*", XVII Symposium on Condensed Matter Physics – SKFM 2007, Vrsac – Serbia, September 16-20, 2007.
2. P. Harrison, V.D. Jovanović M. Erić, N. Vukmirović, I. Savić, A. Mircetić, J. Radovanović, J. McTavish, C. Evans, Z. Ikonić, R.W. Kelsall, V. Milanović and D. Indjin, "*Physical model and scattering dynamics engineering for intersubband lasers and photodetectors*", COMMAD04, pp. 351-355, 2005.

2. Предмет и циљ истраживања

Имплантирање јона у силицијуму је од вишеструког научног и технолошког значаја, преко производње врло танких силицијумских филмова кроз процес ексфолијације, до коришћења високо енергијске јонске имплантације приликом добијања вишеслојних тродимензионалних полупроводничких направа. Користећи ефекат каналисања, који настаје када је јонски сноп усмерен у правцу кристалографске осе кристала, могуће је имплантирање јона на знатно веће дубине и при томе смањујући оштећење кристалне решетке. Изучавање профила концентрације имплантираних јона у каналима кристала силицијума је значајно и са фундаменталног аспекта пошто су профили концентрације јона у случају каналисања осетљиви на избор јон-атом интеракционог потенцијала као и на избор модела енергијског губитка јона. У оквиру ове дисертације биће разматрани јони азота и алуминијума. Азот је интересантна алтернатива кисеонику у производњи SOI (Silicon On Insulator) полупроводничке структуре, захваљујући својој вишој електричној отпорности, чврстости и стабилности. Алуминијум је могућа замена за бор при добијању р-типа полупроводника, будући да се за ред величине брже дифундује од њега.

3. Осврт на библиографске изворе

Постоји веома обимна литература везана за истраживања и примену јонске имплантације у полупроводничким технологијама, као и литература везана за ефекат каналисања јона. Овде је наведена основна општа литература која ће бити коришћена при изради дисертације кандидата, као и она посебна која се односи на имплантацију јона азота и алуминијума у кристале силицијума:

- [1] M. Nastasi and J.W. Mayer, *Ion Implantation and Synthesis of Materials*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg (2006).
- [2] D. S. Gemmell, *Channeling and related effects in the motion of charged particles through crystals*, Rev. Mod. Phys. 46, 129 (1974).
- [3] B. Aspar, M. Bruel, H. Moriceau, C. Maleville, T. Poumeyrol, A. M. Papon, A. Claverie, G. Benassayag, A. J. Auberton-Hervé, T. Barge, *Microelectronic Engineering* 36, pp. 233 (1997).
- [4] P.F. Byrne and V.W. Cheung, *Thin Solid Films* 95, pp. 363 (1982).
- [5] T. Hada, H. Miyamoto, J. Yanagisawa, F. Wakaya, Y. Yuba and K. Gamo, *Nucl. Instr. and Meth. B* 175-177, pp. 751 (2001).
- [6] V.S. Varichenko, A.M. Zaitsev, A.A. Melnikov, W.R. Fahrner, N.M. Kasytchits, N.M. Penina, D.P. Erchak, *Nucl. Instr. and Meth. B* 94, pp. 259 (1994).
- [7] S. Prucnal, M. Turek, A. Drozdziel, K. Pyszniak, S.Q. Zhou, A. Kanjilal, W. Skorupa, J. Zuk, *Appl. Phys. B-Lasers and Optics* 101, pp. 315 (2010).
- [8] G.K. Celler, S.J. Christoloveanu, *J. App Phys.* 93, pp. 4955 (2003).
- [9] A.D. Yadav, A.P. Patel, S.K. Dubey, B.K. Panigrahi, R. Kesavamoorthy, K.G.M. Nair, *Nucl. Instr. and Meth. B* 266, pp. 1447 (2008); A.P. Patel, A.D. Yadav, S.K. Dubey, B.K. Panigrahi, K.G.M. Nair, P. Kumar, D. Kanjilal, S.A. Khan, D.K. Avasthi, *Surf. & Coat. Tech.* 203, 2651 (2009).
- [10] G. de M. Azevedo, M. Behar, P.L. Grande, I. Borges Jr., *Phys. Rev. B* 63, 064101 (2001).
- [11] P. Sigmund and A. Schinner, *Eur. Phys. J. D* 56/1, 51 (2010).

- Одређивање утицаја ефекта имплантације високо енергијских јона алуминијума помоћу микро Раманове спектроскопије, што је према нашим сазнањима, оригинално коришћење ове методе.
- Коришћење модификованог компјутерског програма MARLOWE за теоријско одређивање профила концентрације високо енергијских јона имплантираних у канале кристала силицијума и анализу зависности профила концентрације ових јона од потенцијала интеракције јон-кристал и модела енергијског губитка јона.

6. Закључак и предлог

На основу свега изложеног, Комисија сматра да мр Марко Ерић, магистар електротехнике, испуњава све формалне и суштинске услове за приступање изради докторске дисертације. Резултати до којих би кандидат требало да дође имали би значајан допринос у области физике имплантираних јона у кристалима. Зато Комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да кандидату мр Марку Ерићу одобри израду докторске дисертације под насловом "Имплантација јона у канале кристала силицијума".

У Београду, 3.10.2011. године,

Чланови Комисије:



др Јелена Радовановић

вандредни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду



др Срђан Петровић

научни саветник Института за нуклеарне науке "Винча"



др Витомир Милановић

редовни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду



др Небојша Нешковић,

научни саветник Института за нуклеарне науке "Винча"



др Јован Елазар

вандредни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду