

Резюмета

на научните публикации на доц. д-р Ирина Бинева
на български и английски език според ЗРАС РБ Чл.4 (13)
за участие в конкурс за академичната длъжност „професор”,
обявен в Държавен вестник, брой 61 от 02.08.2022 г.

B4.1. **I Bineva**, D Nesheva, B Pejova, M Mineva, Z Levi and Z Aneva “Annealing induced changes in ternary nanostructured $Zn_xCd_{1-x}Se$ thin films: structure and morphology” *Journal of Physics: Conference Series* **398** (2012) 012015

Single layers of $Zn_xCd_{1-x}Se$ with various compositions ($x = 0.39, 0.59$ and 0.8) were prepared by thermal vacuum evaporation at room substrate temperature. Consecutive deposition of small portions of ZnSe and CdSe with equivalent thickness of 0.12 or 0.37 nm was applied. X-ray diffraction and atomic force microscopy measurements were applied to explore the evolution of the crystal structure, microstructure, composition and surface morphology upon furnace annealing at 200 °C and 400 °C in an inert atmosphere. It has been found that as-deposited films were nanocrystalline with a grain size of around 10 nm and cubic structure. Upon annealing the size increased approximately three times and the cubic structure was preserved; no appearance of wurtzite phase was observed. It has been also ascertained that annealing caused significant reduction of the film surface roughness. Atomic force microscopy phase images revealed existence of a second phase on the surface of as-deposited films which disappeared after annealing. The effect of the preparation conditions on the film properties and annealing induced changes is discussed.

Единични слоеве $Zn_xCd_{1-x}Se$ с различни състави ($x = 0.39, 0.59$ и 0.8) бяха получени чрез термично вакуумно изпаряване при стайна температура на подложката. Приложено е последователно отлагане на малки порции ZnSe и CdSe с еквивалентна дебелина от 0,12 или 0,37 nm. Бяха използвани измервания с рентгенова дифракция и атомно-силова микроскопия за да се изследва еволюцията на кристалната структура, микроструктурата, състава и повърхностната морфология при отгряване в пещ при 200 °C и 400 °C в инертна атмосфера. Установено е, че отложените слоеве са нанокристални с размер на зърното около 10 nm и кубична структура. При отгряване размерът се увеличава приблизително три пъти и кубичната структура се запазва; не се наблюдава поява на вюрцитна фаза. Установено е също, че отгряването причинява значително намаляване на грапавостта на повърхността на филма. Фазовите изображения на атомно-силовата микроскопия разкриват съществуването на втора фаза на повърхността на прясно отложените слоеве, които изчезват след отгряване. Обсъден е ефектът от условията на получаване върху свойствата на слоя и промените, предизвикани от отгряване.

B4.2. **I. Bineva**, A. Dinescu, D. Nesheva, M. Danila, Z. Aneva, Z. Levi, R. Muller, “Effects of the preparation conditions and furnace annealing on the structure and morphology of $Zn_{0.8}Cd_{0.2}Se$ thin films” *CAS 2013 proceedings*, Vol.1 , pp 127-132.

Single layers of $Zn_{0.8}Cd_{0.2}Se$ were prepared by thermal vacuum evaporation at room substrate temperature. Two groups of samples with the same composition were produced by applying consecutive deposition of ZnSe and CdSe sublayers with nominal thickness of 0.12 and 0.37 or 0.08 and 0.23 nm, respectively. Atomic Force Microscopy (AFM), Scanning Electron Microscopy (SEM) and X-ray diffraction (XRD) measurements were performed to explore the evolution of the crystal structure, microstructure, composition and surface morphology with the change of preparation conditions and upon furnace annealing of $Zn_{0.8}Cd_{0.2}Se$ thin films (400nm) with various sublayer thickness at 673 K in an inert atmosphere. It has been found that as-deposited films were nanocrystalline with a grain size less than or around 5 nm and cubic structure. The variation of the sublayer thickness does not appreciably affect the film crystal structure and composition. Upon annealing the cubic structure is preserved, the average nanocrystals size increased and root mean square roughness strongly decreases.

Единични слоеве $Zn_{0.8}Cd_{0.2}Se$ са получени чрез термично вакуумно изпарение при стайна температура на подложката. Бяха получени две групи образци с еднакъв състав чрез прилагане на последователно отлагане на подслоевете ZnSe и CdSe с номинална дебелина съответно 0, 12 и 0, 37 или 0, 08 и 0, 23 nm. Бяха извършени измервания с атомно-силова микроскопия (AFM), сканираща електронна микроскопия

(SEM) и рентгенова дифракция (XRD), за да се изследва еволюцията на кристалната структура, микроструктурата, състава и повърхностната морфология с промяната на условията на получаване и при отгряване в пещта на $Zn_{0.8}Cd_{0.2}Se$ тънки слоеве (400nm) с различна дебелина на подслоя при 673 K в инертна атмосфера. Установено е, че слоевете след отлагането са нанокристални с размер на зърното по-малък или около 5 nm и кубична структура. Вариацията на дебелината на подслоя не влияе значително върху кристалната структура и състава на филма. При отгряване кубичната структура се запазва, средният размер на нанокристалите се увеличава и средноквадратната грапавост силно намалява.

B4.3. **I. Bineva**, T. Hristova-Vassileva, B. Pejova, D. Nesheva, Z. Levi, Z. Aneva “Long term ageing changes in structure and morphology of nanocrystalline $Zn_xCd_{1-x}Se$ thin films” in *CAS 2015 proceedings*, pp 71-74.

Long term morphological and structural changes of $Zn_xCd_{1-x}Se$ ($x=0.4, 0.6$ and 0.8) thin films, obtained by solid state alloying of consecutively deposited submonolayers of ZnSe and CdSe, were investigated by means of Atomic Force Microscopy (AFM) and X-ray diffraction (XRD). The XRD investigations show typical solid solution patterns without any decomposition. A relaxation of the lattice is observed through the years, showing tendency towards thermodynamic equilibrium. A non-uniform strain is observed for $x=0.4$ and 0.8 , which is proven by the AFM measurements to be due to structural defects. 2D fast Fourier transform patterns are derived from the AFM images and grain structure evolution and various morphological changes occurring in the films with time are observed and discussed.

Дългосрочните морфологични и структурни промени на $Zn_xCd_{1-x}Se$ ($x=0.4, 0.6$ и 0.8) тънки слоеве, получени чрез сплавяване в твърдо състояние на последователно отложени субмонослоеви на ZnSe и CdSe, бяха изследвани с помощта на атомно-силова микроскопия (AFM) и рентгенова дифракция (XRD). XRD изследванията показват типични модели на твърд разтвор без декомпозиция. През годините се наблюдава релаксация на решетката, показваща тенденция към термодинамично равновесие. За $x=0.4$ и 0.8 се наблюдава нееднородна деформация, което е доказано от AFM измерванията, че се дължи на структурни дефекти. Направен е 2D Фурие анализ на AFM изображенията и са наблюдавани и обсъдени еволюцията на структурата на наночастиците и различните морфологични промени, настъпващи във слоевете с времето.

B4.4. Biljana Pejova and **Irina Bineva** “Sonochemically synthesized 3d assemblies of close-packed In_2S_3 quantum dots: structure, size dependent optical and electrical properties” *Journal of Physical Chemistry C* (2013), **117** (14), pp 7303–7314.

Template-free conventional chemical and sonochemical approaches to 3D assemblies of indium(III) sulfide quantum dots were developed that allow deposition of strongly quantized cubic α - In_2S_3 nanocrystals close packed in thin film form. Our observation of metastable cubic structure at room temperature (instead of the thermodynamically most stable tetragonal β modification in the case of bulk material) was related to the very small crystal size. Because of heterogeneous sonochemical effects, the average crystal radius of the QD solids reduces from 2.5 to 2.0 nm upon sonification of the reaction system by continuous high-intensity ultrasound. Upon postdeposition annealing treatment, these values increase to 4.1 nm.

Structural, optical and electrical properties of the synthesized QD solids were studied in details. The band gap energy value of 2.85 eV for the as-deposited QD solids in thin film form is strongly blue-shifted (by 0.85 eV) with respect to the value characteristic for a macrocrystalline specimen. In the case of as-deposited films by sonochemical approach, band gap value is 3.00 eV, indicating the possibility for further control of the optoelectronic properties of this material by sonochemical approach. Upon postdeposition thermal treatment at 150 and 200 °C, band gap energy red shifts to 2.20 and 2.00 eV were observed. Analysis of the size-quantization effects in the synthesized QD solids deposited in thin film form enabled us to estimate that the Bohr's excitonic radius in the studied semiconductor lies in the range from 2.5 to 4.1 nm. The absence of clearly defined excitonic peaks in the absorption spectra of the studied QD assemblies was attributed to the size-distribution of the nanoparticles and to the interdot electronic coupling effects. Analysis of the charge carrier transport properties in the QD assemblies within the Kazmerski's model indicated that the intercrystalline barrier height decreases by 0.04 eV upon thermal treatment of the films. Conductivity activation energy was found to be 0.82 eV, while the thermal band gap energy, calculated from the thermoelectrical measurements in the region where intrinsic conductivity mechanism is activated, was 2.22 eV. AFM measurements have shown that QD assemblies

constituting the sonochemically deposited films show stronger tendency toward coagulation than those synthesized by conventional chemical approach.

Бяха разработени конвенционални химични и сонохимични подходи без използване на подложка за 3D ансамбли от квантови точки на индиев (III) сулфид, които позволяват отлагането на силно квантувани кубични α - In_2S_3 нанокристали, плътно опаковани във формата на тънък слой. Нашето наблюдение на метастабилна кубична структура при стайна температура (вместо термодинамично най-стабилната тетрагонална β модификация в случай на насипен материал) беше свързано с много малкия размер на кристала. Поради хетерогенните сонохимични ефекти, средният кристален радиус на квантовите точки намалява от 2,5 до 2,0 nm при сонификация на реакционната система чрез непрекъснат ултразвук с висока интензивност. При третиране с отгряване след отлагане, тези стойности се увеличават до 4,1 nm. Структурните, оптичните и електрическите свойства на синтезираните ансамбли от квантови точки бяха изследвани подробно. Енергийната стойност на забранената зона от 2,85 eV за отложените квантови точки във формата на тънък филм е силно изместена в синьо (с 0,85 eV) по отношение на стойността, характерна за макрокристален образец. В случай на отложени слоеве чрез сонохимичен подход, стойността на забранената лента е 3,00 eV, което показва възможността за по-нататъшен контрол на оптоелектронните свойства на този материал чрез сонохимичен подход. При термична обработка след отлагане при 150 и 200 °C се наблюдава червено отместване на енергията на забранената зона до 2,20 и 2,00 eV. Анализът на квантово-размерните ефекти в синтезираните квантови точки, отложени под формата на тънък слой, ни позволи да оценим, че екситонният радиус на Бор в изследвания полупроводник е в диапазона от 2, 5 до 4, 1 nm. Липсата на ясно дефинирани екситонни пикове в абсорбционните спектри на изследваните ансамбли от квантови точки се дължи на размерното разпределение на наночастиците. Анализът на транспортните свойства на носители на заряд в QD модулите в рамките на модела на Казмерски показва, че височината на междукристалната бариера намалява с 0, 04 eV при термична обработка на слоевете. Установено е, че активационната енергия на проводимост е 0,82 eV, докато енергията на термичната забранена зона, изчислена от термоелектричните измервания в областта, където се активира същинския механизъм на проводимост, е 2,22 eV. AFM измерванията показват, че ансамблите от квантови точки, съставляващи сонохимично отложените слоеве, показват по-силна тенденция към коагулация от тези, синтезирани чрез конвенционален химичен подход.

B4.5. T. Hristova-Vasileva, **I. Bineva**, A. Dinescu, D. Arsova, D. Nesheva, "Cymatics" of selenium and tellurium films deposited in vacuum on vibrating substrates, *Surface and Coatings Technology*, Volume **307**, Part A, 2016, Pages 542-546.

Amorphous selenium and crystalline tellurium thin films were deposited by frequency assisted thermal deposition in vacuum – a new approach for preparation of thin films based on condensation of the evaporated material on an excited substrate, at which vibrations with audible input frequencies are applied. Frequencies of 0, 50, 150 and 4000 Hz were used. The films crystallographic structure stays intact but an effect depending on the applied frequency was observed. Formation of undulated film surfaces at near infrasonic input frequencies excitation is observed with surface roughness maximum at 50 Hz. The surfaces are highly smooth when a mid-sonic 4 kHz vibration was applied.

Тънки слоеве от аморфен Селен и кристален Телур бяха отложени чрез честотно подпомагано термично отлагане във вакуум – нов подход за получаване на тънки слоеве, базиран на кондензация на изпарения материал върху възбудена подложка, при който се прилагат вибрации с звукови входни честоти. Използвани са честоти от 0, 50, 150 и 4000 Hz. Кристалографската структура на филмите остава без изменения, но се наблюдава ефект в зависимост от приложената честота. Наблюдава се образуване на вълнообразни повърхности на слоя при възбуждане с входни честоти, близки до инфразвуковите, с максимална грапавост на повърхността при 50 Hz. Повърхностите са изключително гладки, когато се приложи среднозвукова вибрация от 4 kHz.

B4.6. Biljana Pejova and **Irina Bineva** „Charge carrier transport through 3D assemblies of zincblende CdSe and ZnSe quantum dots in weak size-quantization regime“ *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*: Volume **26**, Issue 7 (2015), Page 4944-4955.

The mechanism of charge carrier transport through 3D assemblies of ZnSe and CdSe quantum dots with zincblende structure in weak size-quantization regime was investigated. The Debye length in the case of ZnSe QDs was found to be 11.5 nm, i.e. almost three times larger than the average diameter of the nanocrystals constituting the films annealed at 250 °C. In CdSe QDs, on the other hand, the Debye's length of 11.8 nm was almost twice smaller than the average crystal diameter in the films annealed at 300 °C. In the case of ZnSe QD assemblies, it was found that the predominant mechanism governing the charge carrier transport in temperature range from 380 to 650 K is the thermionic emission, with the trap levels taking part in the formation of crystal boundary barrier being located above the Fermi level. Combining temperature-dependent conductivity data with the data from optical absorption studies, the actual position of the trap level was estimated to be at about 0.37 eV (referred to the intrinsic Fermi level at the interface). In contrast to the case of ZnSe, the temperature dependence of conductivity in the case of thin films composed by 3D assemblies of CdSe QDs appeared to be much more complex. In the highest temperature region in which the temperature-dependent conductivity measurements were performed for this system (from 480 to 540 K), it was found that the thermally activated band-to-band electronic transitions govern the conductivity changes, the corresponding thermal band gap energy being 1.85 eV. In the lower-temperature region, down to 300 K, the thermionic emission was found to be predominant charge carrier transport mechanism, with trap levels being positioned above the Fermi level. The two detected trap levels were found to be located at 0.46 and 0.79 eV, corresponding to the measured conductivity activation energies of 0.84 and 0.51 eV.

Изследван е транспортния механизъм на носители на заряд през 3D ансамбли от ZnSe и CdSe квантови точки със кубична структура в слаб квантоворазмерен режим. Установено е, че дължината на Дебай в случая на квантовите точки от ZnSe е 11,5 nm, т.е. почти три пъти по-голяма от средния диаметър на нанокристалите, съставляващи слоевете, отгreti при 250° C. В CdSe квантови точки, от друга страна, дължината на Дебай от 11,8 nm е почти два пъти по-малка от средния кристален диаметър във слоевете, отгreti при 300°C. В случая на ансамбли от квантови точки от ZnSe беше установено, че преобладаващият механизъм, управляващ транспортирането на носители на заряд в температурен диапазон от 380 до 650 K, е термионната емисия, като нивата на уловките, участващи във формирането на кристалната гранична барьера, са разположени над нивото на Ферми. Комбинирайки данните за зависима от температурата проводимост с данните от изследванията на оптичната абсорбция, действителната позиция на нивото на уловките беше оценена около 0,37 eV (отнесено към нивото на Ферми на интерфейса). За разлика от случая на ZnSe, температурната зависимост на проводимостта в случая на тънки слоеве, съставени от 3D ансамбли от CdSe квантови точки, изглежда много по-сложна. В най-високата температурна област, в която са извършени температурно-зависимите измервания на проводимостта за тази система (от 480 до 540 K), беше установено, че термично активирани електронни преходи зона-зона управляват промените в проводимостта, като съответната ширина на термичната забранена зона е 1,85 eV. В областта с по-ниска температура, до 300 K, беше установено, че термионната емисия е преобладаващият механизъм за транспортиране на носители на заряд, като нивата на уловките са разположени над нивото на Ферми. Установено е, че двете открити нива на уловки са разположени при 0,46 и 0,79 eV, съответстващи на измерените енергии на активиране на проводимостта от 0,84 и 0,51 eV.

B4.7. Biljana Pejova, **Irina Bineva**, Sonochemically assisted colloidal route to CdSe quantum dot assemblies: an alternative way to further fine-tune the size-dependent properties, *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, (2016), 1-16.

Continuous-wave heterogeneous sonochemical method was developed to synthesize 3D assemblies composed by QDs of metastable (cubic) modification of CdSe with sphalerite structural type. 3D QD assemblies were deposited in thin film form and as bulk precipitates. Structure, surface morphology, optical absorption as well as charge carriers' and phonon confinement effects were studied in details. The average nanocrystal radius, calculated by the Scherrer and Williamson–Hall methods, diminishes from 2.7 nm for samples synthesized by conventional colloidal chemical route to 2.0 nm for samples synthesized by sonochemical route. Upon post-deposition thermal annealing this value increases to 12.0 nm. QD size decrease is followed by increase of the uni-directional lattice strain and dislocation density (as defined by Hirsch), as well as by decrease of the lattice constant value. Previous findings were justified by analysis of X-ray diffraction peaks shape, which were found to be dominated by the particle size-distribution, instead of non-uniform strain. The energy of the fundamental

direct $\Gamma_8^v \rightarrow \Gamma_6^c$ interband electronic transition, computed from optical absorption data within parabolic approximation for the dispersion relation, shifts from 2.67 eV for sonochemically deposited samples and 2.08 eV for chemically deposited ones, to 1.77 eV upon post-deposition thermal treatment (close to the bulk value of 1.74 eV). The type of “interband” transitions does not change upon dimensionality reduce. Enhanced band gap energy blue shift upon average QD size decrease is followed by oscillator strength increase. Such trends were rationalized in terms of 3D confinement effects on charge carriers’ motion. Experimentally observed band gap energies agree very well with the predictions of the effective mass model of Brus. The next direct interband electronic transition, from the spin-orbit split component of the valence band to the conduction band, has been detected and analyzed. The ILO bands in the Raman spectra of chemically and sonochemically deposited samples appear at 206 and 204 cm^{-1} , as compared to the bulk value of 210 cm^{-1} . The extent of homogeneous broadening of the corresponding band is larger in sonochemically deposited samples, indicating enhanced frequency of phonon-phonon collisions in smaller QDs. The observed frequency shifts are dominated by phonon-dispersion terms, instead of lattice contraction.

Разработен е хетерогенен сонохимичен метод за синтезиране на 3D ансамбли, съставени от квантови точки на метастабилна (кубична) модификация на CdSe със структурен тип сфалерит. 3D ансамблите от квантови точки бяха отложени под формата на тънък слой и като насипни утайки. Структурата, морфологията на повърхността, оптичната абсорбция, както и ефектите на носителите на заряд и пространственото ограничение на фонони бяха изследвани подробно. Средният радиус на нанокристалите, изчислен по методите на Scherrer и Williamson-Hall, намалява от 2,7 nm за образци, синтезирани по конвенционален колоиден химичен подход, до 2,0 nm за образци, синтезирани по сонохимичен подход. При термично отгряване след отлагане тази стойност се увеличава до 12,0 nm. Намаляването на размера на квантовите точки е последвано от увеличаване на еднопосочната деформация на решетката и плътността на дислокациите (както е определено от Hirsch), както и от намаляване на стойността на константата на решетката. Предишните констатации бяха направени въз основа на анализ на формата на дифракционните пикове на рентгенова дифракция, за която беше установено, че е доминирана от разпределението на размера на частиците, вместо от неравномерното напрежение. Енергията на фундаменталния директен $\Gamma_8^v \rightarrow \Gamma_6^c$ вътрешнозонен електронен преход, изчислен от данните за оптична абсорбция в рамките на параболично приближение за дисперсионната връзка, се измества от 2,67 eV за сонохимично отложени образци и 2,08 eV за химически отложени такива, до 1,77 eV при термична обработка след отлагане (близо до общата стойност от 1,74 eV). Типът на „междузонните“ преходи не се променя при намаляване на размерността. Увеличеното синьо отместване на енергията на забранената зона при намаляване на средния размер на квантовите точки е последвано от увеличаване на силата на осцилатора. Такива тенденции бяха рационализирани по отношение на ефектите на 3D ограничаване върху движението на носителите на заряд. Експериментално наблюдаваните енергии на забранената зона съвпадат много добре с прогнозите на модела на ефективната маса на Брус. Следващият директен междузонен електронен преход, от спин-орбиталния разделен компонент на валентната зона към зоната на проводимост, е открит и анализиран. ILO ивиците в рамановия спектър на химическите и сонохимично отложените образци се появяват при 206 и 204 cm^{-1} , в сравнение със стойността за обемен материал, която е 210 cm^{-1} . Степента на хомогенно разширяване на съответната ивица е по-голяма в сонохимично отложените проби, което показва повишена честота на фонон-фононни сблъсъци в по-малките квантови точки. Наблюдаваните честотни измествания са доминирани от фононна дисперсия, вместо свиване на решетката.

B4.8. **I. Bineva**, B. Pejova, V. Mihailov, A. Dinescu, M. Danila, S. Karatodorov “Structural and morphological characterization of ternary nanocrystalline Cu-In-S thin films prepared by laser ablation“ *Journal of Physics Conference Series* 2017 **794** (1) 012019.

Thin nanocrystalline Cu-In-S films are prepared by pulsed laser ablation in vacuum with Nd:YAG laser operating at 1064 nm on Si (100) substrates. As a target, a CuInS_2 quantum dots powder, synthesized by sonochemical template-free colloidal approach and pressed to form a pellet is used. The structure and morphology of the deposited films were studied employing X-ray diffraction, scanning electron microscopy, and atomic force microscopy techniques. The analysis of the deposited thin films revealed predominant cubic $\text{Cu}_{1.7}\text{In}_{0.05}\text{S}$ phase. It has been found that deposited films were nanocrystalline. The effect of laser pulse energy and deposition time on the structure and morphology of as-prepared films is studied. Slight mean diameter increase from 8 nm to 13 nm with deposition time and applied power was observed, as the time dependence is

more pronounced. On the contrary, six fold increase from 7.4 to 44.3 nm of the surface root mean square roughness was estimated with augmentation of the applied laser pulse energy

Тънки нанокристални Cu-In-S слоеве са получени чрез импулсна лазерна аблация във вакуум с Nd:YAG лазер, работещ при 1064 nm върху Si (100) подложки. Като мишена е използван CuInS₂ прах с квантови точки, синтезиран чрез сонохимичен колоиден подход без матрица и пресован за образуване на пелета. Структурата и морфологията на отложените слоеве са изследвани с помощта на рентгенова дифракция, сканираща електронна микроскопия и атомно-силова микроскопия. Анализът на отложените тънки слоеве разкрива преобладаваща кубична Cu_{1.7}In_{0.05}S фаза. Установено е, че отложените слоеве са нанокристални. Изследва се ефектът на енергията на лазерния импулс и времето на отлагане върху структурата и морфологията на готовите слоеве. Наблюдава се леко увеличение на средния диаметър от 8 nm до 13 nm с времето на отлагане и приложената мощност, като зависимостта от времето е по-изразена. Напротив, шесткратно увеличение от 7,4 до 44,3 nm на повърхностната средноквадратична грапавост беше оценено с увеличаване на приложената лазерна импулсна енергия

B4.9. T. Hristova-Vasileva, **I. Bineva***, A. Dinescu, D. Nesheva, D. Arsova, B. Pejova “Influence of the thickness on the morphology and sensing ability of thermally-deposited tellurium films”, *Journal of Physics: Conference Series* **700** (2016) 012037.

Tellurium films with nominal thicknesses of 30, 90 and 300 nm were prepared by thermal evaporation in vacuum at a low deposition rate of 0.3 nm/s. The morphology evolution with the increase of the film thickness was observed by scanning electron microscopy and atomic force microscopy.

Nanorods with a width of about 40 nm were observed on the thinnest films surface. On the 90 nm thick films, the formations grew in priority in the z-direction to nanoblades with the same width, but a length of about 100 nm. The further increase of the thickness led to an increase of the 2D nanoobjects' width and length and formation of a stacked nanosheet structure. The surface root-mean-square roughness (Sq) increased with the thickness of the films. Preliminary investigations of the sensing ability of the as-deposited tellurium films with different thicknesses towards water (H₂O), ethanol (C₂H₅OH), acetone (C₃H₆O), and ammonia (NH₃) vapors were performed by measuring the vapor-induced changes in the film dark current. The films showed appreciable response only to ammonia vapors; their sensitivity was almost equal for the 30 and 90 nm thick films, and decreased significantly for the film thickness of 300 nm.

Тънки слоеве от Телур с номинални дебелини от 30, 90 и 300 nm се отложени чрез термично изпаряване във вакуум при ниска скорост на отлагане от 0, 3 nm / s. Еволюцията на морфологията с увеличаване на дебелината на слоя е наблюдавана чрез сканираща електронна микроскопия и атомно-силова микроскопия. На повърхността на най-тънките слоеве се наблюдават нанородове с ширина около 40 nm. На слоевете с дебелина 90 nm, образуванията нарастват с приоритет в z-посока до нано-остриета със същата ширина, но дължина от около 100 nm. По-нататъшното увеличаване на дебелината води до увеличаване на ширината и дължината на 2D нанообектите и образуване на подредена нанолистова структура. Повърхностната средноквадратична грапавост (Sq) се увеличава с дебелината на филмите. Предварителните изследвания на сензорната чувствителност на отложените слоеве от Телур с различни дебелини спрямо вода (H₂O), етанол (C₂H₅OH), ацетон (C₃H₆O) и амонячни (NH₃) изпарения бяха извършени чрез измерване на предизвиканите от парите промени в тока на тъмно. Слоевете показват осезаема реакция само към амонячни пари; тяхната чувствителност е почти еднаква за слоевете с дебелина 30 и 90 nm и намалява значително за дебелина на слоя от 300 nm.

По показател Г7

G7.1. D. Nesheva, Z. Aneva, Z. Levi, **I. Bineva**, I. Miloushev, Effect of the composition and annealing on the electron transport in Zn_xCd_{1-x}Se nanocrystalline films, *J. All. Compd.* **586** (2014) 650–655. ISSN:09258388, DOI:10.1016/j.jallcom.2013.10.091, SJR:1.02, ISI IF:3.779 Q1

Nanocrystalline layers of Zn_xCd_{1-x}Se with five different compositions in the range x = 0.39–0.8 were prepared by thermal vacuum evaporation and alloying of ZnSe and CdSe sublayers with various nominal thicknesses

(0.12, 0.25 or 0.37 nm). Temperature dark and photocurrent measurements were carried out in the range 77–423 K to explore the effect of annealing at 473 K and 673 K on the dark and photoconductivity of the films. A gradual decrease of the conductivity and photoconductivity of the films annealed at 473 K has been observed with increasing Zn content while the dark current activation energy has increased. However for the films annealed at 673 K the compositional variation of both dark and photoconductivity has displayed a deep minimum for the $x = 0.59$ films. The obtained results have been discussed considering the effect of the sublayer nominal thickness and the intergrain barriers on the electron transport in the films and keeping in mind that the film surface of the annealed films is quite smooth. It has been inferred that the annealing increases the density of Se vacancies and reduces the compositional disorder and the interface defect density.

Нанокристални слоеве от $Zn_xCd_{1-x}Se$ с пет различни състава в диапазона $x = 0.39–0.8$ бяха получени чрез термично вакуумно изпарение и сплавяване на ZnSe и CdSe подслое с различни номинални дебелини (0.12, 0.25 или 0.37 nm). Измерванията на температурните зависимости на тока на тъмно и фототока бяха проведени в диапазона 77–423 K, за да се изследва ефектът от отгряване при 473 K и 673 K върху тъмновата и фото-проводимостта на слоевете. Наблюдава се постепенно намаляване на проводимостта и фотопроводимостта на филмите, отгreti при 473 K, с увеличаване на съдържанието на Zn, докато енергията на активация на тъмновия ток се увеличава. Въпреки това за слоевете, отгreti при 673 K, композиционната вариация както на тока на тъмно, така и на фотопроводимостта показва дълбок минимум за филмите $x = 0,59$. Получените резултати са обсъдени, като се има предвид ефекта на номиналната дебелина на подслоя и бариерите между зърната върху електронния транспорт във слоея и като се има предвид, че повърхността на отгretите филми е доста гладка. Изводът е, че отгряването увеличава плътността на ваканциите на Se и намалява композиционния безпорядък и плътността на дефектите на интерфейса.

Г7.2. D. D. Nesheva, **I. E. Bineva**, M. Danila, A. Dinescu, Z. M. Levi, Z. I. Aneva, R. Muller “Effect of the sublayer thickness and furnace annealing on the crystallographic structure and grain size of nanocrystalline $Zn_xCd_{1-x}Se$ thin films” *Bul. Chem. Commun*, Vol. **45** / Special Issue B (pp. 11-17), 2013 - ISSN: 0324-1130, IF 0.32 Q4

X-ray diffraction (XRD) and high resolution scanning electron microscopy (HRSEM) were used to study the influence of the sublayer thickness and furnace annealing on the crystallographic structure and microstructure of 400 nm thick films from $Zn_xCd_{1-x}Se$ with $x = 0.4, 0.6$ and 0.8 . The films were prepared by consecutive deposition of ultrathin, island type sublayers of ZnSe and CdSe with various nominal thicknesses (0.08, 0.12 and 0.23 nm). Based on the X-ray diffraction results it has been concluded that independently of the sublayer thickness all films have predominantly cubic structure. Existence of a small amount of wurtzite phase has also been ascertained and the wurtzite phase decreases with increasing Zn content. The SEM images have revealed that in as-deposited films of each composition the thinner the sublayer thickness, the smaller the grain size. It has been also found that the internal strain in the annealed films with $x=0.6$ and 0.8 is higher than that in the as-deposited ones.

Рентгенова дифракция (XRD) и сканираща електронна микроскопия с висока разделителна способност (HRSEM) бяха използвани за изследване на влиянието на дебелината на подслоя и отгряването върху кристалографската структура и микроструктурата на филми с дебелина 400 nm от $Zn_xCd_{1-x}Se$ с $x = 0.4, 0.6$ и 0.8 . Слоевете бяха получени чрез последователно отлагане на ултратънки, островни подслое от ZnSe и CdSe с различни номинални дебелини (0.08, 0.12 и 0.23 nm). Въз основа на резултатите от рентгеновата дифракция е направено заключение, че независимо от дебелината на подслоя всички слоеве имат предимно кубична структура. Установено е също наличието на малко количество вюрцитна фаза и вюрцитната фаза намалява с увеличаване на съдържанието на Zn. SEM изображенията разкриват, че колкото по-тънка е дебелината на подслоя, толкова по-малък е размерът на зърното в слоевете след отлагането на всеки състав. Установено е също, че вътрешната деформация в отгretите слоеве с $x=0.6$ и 0.8 е по-висока от тази в свежите.

Г7.3. D. Nesheva, F. Comanescu, **I. Bineva**, M. Purica, Z. Levi, Z. Aneva, R. Muller Raman Study of Compositional Variations in $Zn_xCd_{1-x}Se$ Films Prepared by Thermal Vacuum Evaporation. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, Vol **16**, Number 8, 2016, pp.

8513-8518(6), American Scientific Publishers, DOI:10.1166/jnn.2016.12652, ISSN:1533-4880 2016, ISI IF:1.56 Q2.

The effect of the sublayer thickness on the compositional variations in ternary $Zn_xCd_{1-x}Se$ thin films ($x = 0.4, 0.6$ or 0.8) prepared by alloying of a large number of consecutively deposited ZnSe and CdSe sublayers has been investigated. The films were prepared on smooth glass substrates maintained at room temperature. Both ZnSe and CdSe sublayers have nominal thickness in the range 0.25–1.2 monolayers. Raman spectroscopy at resonance and non-resonance conditions has been used to get information about the compositional variations i.e., about the existence of Cd-rich phase. It has been found that for each composition the amount of Cd-rich phase is smaller in the films with the lower nominal thickness. Binary CdSe islands with size of 3–4 nm have been detected in the $x = 0.4$ films. A two-stage process has been suggested for the $Zn_xCd_{1-x}Se$ film growth process—formation of ZnSe and CdSe grains with size of a few nm followed by Cd/Zn interdiffusion through the interfaces stimulated by the CdSe and ZnSe lattice mismatch.

Изследван е ефекта от дебелината на подслоя върху вариациите на състава в трикомпонентни $Zn_xCd_{1-x}Se$ тънки слоеве ($x = 0.4, 0.6$ или 0.8), получени чрез сплавяне на голям брой последователно отложени ZnSe и CdSe подслоеве. Филмите се приготвят върху гладки стъклени подложки, поддържани при стайна температура. Както ZnSe, така и CdSe подслоеве имат номинална дебелина в диапазона 0,25–1,2 монослоя. Раманова спектроскопия при резонансни и нерезонансни условия е използвана за получаване на информация за вариациите на състава, т.е. за съществуването на обогатена на Cd фаза. Установено е, че за всеки състав количеството обогатена на Cd фаза е по-малко в слоевете с по-малка номинална дебелина. Двуконпонентни CdSe острови с размер 3–4 nm са открити във слоевете $x = 0.4$. Предложен е двуетапен процес за процеса на растеж на $Zn_xCd_{1-x}Se$ слой - образуване на ZnSe и CdSe зърна с размер от няколко nm, последвано от Cd/Zn интердифузия през интерфейсите, стимулирани от несъответствието на решетката на CdSe и ZnSe.

Г7.4. В Katranchev, M Petrov, **I Bineva**, Z Levi and M Mineva „Smectic C liquid crystal growth through surface orientation by $Zn_xCd_{1-x}Se$ thin films“ *Journal of Physics: Conference Series* **398** (2012) 012036 doi:10.1088/1742-6596/398/1/012036, ISSN:17426588. SJR 0.226 Q4

A smectic C liquid crystal (LC) texture, consisting of distinct local single crystals (DLSCs) was grown using predefined orientation of ternary nanocrystalline thin films of $Zn_xCd_{1-x}Se$. The surface morphology and orientation features of the $Zn_xCd_{1-x}Se$ films were investigated by AFM measurements and micro-texture polarization analysis. The $Zn_xCd_{1-x}Se$ surface causes a substantial enlargement of the smectic C DLSCs and induction of a surface bi-stable state. The specific character of the morphology of this coating leads to the decrease of the corresponding anchoring energy. Two new chiral states, not typical for this LC were indicated. The physical mechanism providing these new effects is presented.

Текстура на смектичен C течен кристал (LC), състояща се от отделни локални единични кристали (DLSCs), беше израстната използвайки предефинираната ориентация на трикомпонентни нанокристални тънки слоеве от $Zn_xCd_{1-x}Se$. Характеристиките на морфологията на повърхността и ориентацията на слоевете от $Zn_xCd_{1-x}Se$ бяха изследвани чрез AFM и анализ на поляризацията на микротекстурата. Повърхността на $Zn_xCd_{1-x}Se$ причинява значително разширяване на смектичните C DLSCs и индуциране на повърхностно бистабилно състояние. Специфичният характер на морфологията на това покритие води до намаляване на съответната енергия на закотвяне. Посочени са две нови хирални състояния, които не са типични за този LC. Представен е физическият механизъм, осигуряващ тези нови ефекти.

Г7.5. В. Pejova, B. Abay, and **I. Bineva** "Temperature Dependence of Band Gap Energy and Sub-Band Gap Absorption Tails in Strongly Quantized ZnSe Nanocrystals Deposited as Thin Films" *Journal of Physical Chemistry C* 2010, vol. 114, no36, pp. 15280-15291. ISSN1932-7447 (print), DOI: 10.1021/jp102773z, IF 4.520(2010), Q1

The temperature-dependent optical absorption of 3D arrays of close-packed strongly quantized ZnSe QDs, deposited in thin film form, is studied in the interval from 11 to 340 K. Because of the particle size distribution and interdot coupling between proximal QDs within the QD arrays, the excitonic peaks are not visible at all, even at temperatures as low as 11 K. The temperature coefficient of the band-gap energy in the strongly quantized QD arrays was found to be twice larger than the value characteristic of a bulk ZnSe specimen. The Debye temperature, on the other hand, is shown to decrease by about 15% in comparison with the bulk value, which is attributed to the phonon confinement effects. It is shown that the sub-band-gap exponential absorption tails in the strongly quantized 3D QD arrays obey the Urbach-Martienssen rule. The temperature dependence of the Urbach energy and the relation between this quantity and the band-gap energy of the films could be excellently fitted to the predictions of the Cody's model. However, in contrast to the macrocrystalline semiconductors, the temperature-dependent component of the Urbach energy accounts for less than 15% of the overall value, which is attributed to the very high degree of inherent structural disorder in the QD arrays. This is in line with the conclusions derived from analyses of the temperature dependence of the steepness parameter, σ , which imply a rather high energy of the phonons contributing to the Urbach-Martienssen tails in the optical absorption of the QD arrays.

Температурно-зависимата оптична абсорбция на 3D масиви от плътно опаковани силно квантувани ZnSe квантови точки, отложени под формата на тънък слой, се изследва в интервала от 11 до 340 K. Поради разпределението на размера на частиците и междуточковото свързване между проксималните КТ в КТ масиви, екситонните пикове изобщо не се виждат, дори при температури до 11 K. Установено е, че температурният коефициент на енергията на забранената зона в силно квантуваните масиви от квантови точки е два пъти по-голям от стойността, характерна за обемен ZnSe образец. Температурата на Дебай, от друга страна, показва, че намалява с около 15% в сравнение със стойността за обемен образец, което се приписва на ефектите на пространствено ограничение на фонони. Показано е, че експоненциалните опашки на подзонната абсорбция в 3D ансамбли от квантови точки в силен квантоворазмерен режим се подчиняват на правилото на Urbach-Martienssen. Температурната зависимост на енергията на Urbach и връзката между това количество и енергията на забранената зона на слоевете може да бъде отлично съобразена с прогнозите на модела на Cody. Обаче, за разлика от макрокристалните полупроводници, зависимият от температурата компонент на енергията на Urbach представлява по-малко от 15% от общата стойност, което се дължи на много високата степен на присъщ структурен безпорядък в масивите от квантови точки. Това е в съответствие със заключенията, получени от анализите на температурната зависимост на параметъра на стръмност, σ , което предполага доста висока енергия на фононите, допринасящи за опашките на Urbach-Martienssen в оптичната абсорбция на ансамблиите от квантови точки.

Г7.6. Т. Hristova-Vasileva, **I. Bineva**, R. Todorov, A. Dinescu, C. Romanitan, In-depth evolution of tellurium films deposited by Frequency Assisted Thermal Evaporation in Vacuum (FATEV). *Journal of Physics: Conference Series* 2019, **1186**, 012026, ISSN:1742-6596, DOI:10.1088/1742-6596/1186/1/012026, SJR:0.241 Q4

Abstract. In order to enlighten the in-depth organization of thin tellurium films, deposited by the frequency assisted thermal evaporation in vacuum (FATEV) approach, morphological, structural and spectroscopic investigations were performed. Spectroscopic ellipsometry (SE) and cross-section scanning electron microscopy (SEM) showed a change of the growth mechanism upon application of higher vibrations' input frequencies during the films deposition. The films, deposited by conventional thermal evaporation in vacuum with no vibrations applied, as well as these, deposited by FATEV with application of 50 Hz vibrations, were characterized by initial densification followed by 2D nanoparticles growth when a certain threshold thickness was reached. On the other hand, the high-frequency vibrations of 4 and 10 kHz preconditioned growth of tellurium nanoribbons oriented towards the z-axis from the very beginning of the film formation. The topography changes, observed by atomic force microscopy (AFM) and scanning electron microscopy, showed highly porous surfaces (with high root mean square surface roughness) formed by distinct nanoblades for the films, deposited at low input frequencies, while the films, deposited under the impact of vibrations in the kilohertz range, were much more ordered, and hence their surface was significantly smoother. The structural parameters of the samples were investigated by X-ray diffraction (XRD) analysis.

За да се изясни в дълбочина организацията на тънки слоеве от Телур, отложени чрез подхода на честотно подпомагано термично изпаряване във вакуум (FATEV), бяха извършени морфологични, структурни и спектроскопски изследвания. Спектроскопската елипсометрия (SE) и сканиращата електронна микроскопия на напречното сечение (SEM) показват промяна в механизма на растеж при прилагане на по-високи входни честоти на вибрации по време на отлагането на слоевете. Слоевете, отложени чрез конвенционално термично изпаряване във вакуум без прилагане на вибрации, както и тези, отложени от FATEV с прилагане на 50 Hz вибрации, се характеризират с първоначално уплътняване, последвано от растеж на 2D наночастици, когато се достигне определена прагова дебелина. От друга страна, високочестотните вибрации от 4 и 10 kHz създават предпоставки за растежа на телурови наноленти, ориентирани по z-оста от самото начало на образуването на слоя. Промените в топографията, наблюдавани чрез атомно-силова микроскопия (AFM) и сканираща електронна микроскопия, показват силно порьозни повърхности (с висока средна квадратична грапавост на повърхността), образувани от различни нано-остриета за слоевете, отложени при ниски входни честоти, докато слоевете, отложени под въздействието на вибрациите в килохерцовия диапазон, са много по-подредени и следователно повърхността им е значително по-гладка. Структурните параметри на образците са изследвани чрез рентгенов дифракционен анализ (XRD).

Г7.7. Т. Hristova-Vasileva, **I. Bineva**, A. Dinescu, M. Danila, D. Arsova, As₂Se₃ thin films deposited by frequency assisted thermal evaporation – morphology and structure, *J. Phys.: Conf. Series* 2017 **794** (1) 012015. ISSN:1742-6596, DOI:10.1088/1742-6596/794/1/012015. SJR:0.24 Q4

Thin As₂Se₃ films with thicknesses of 60 and 250 nm were deposited from the initial compound by frequency assisted thermal evaporation in vacuum – a new approach for shaping thin films surface. Frequencies of 0, 50 and 4000 Hz were applied on the substrates during the deposition process. The morphology was evaluated using AFM and SEM techniques. Some main optical properties and specifics of the films were determined by the means of spectroscopic ellipsometry analysis. The structure of the samples was investigated by XRD. A possible mechanism for explanation of the observed peculiarities is proposed on the basis of the classical materials science and molecular thermodynamics.

Тънки As₂Se₃ слоеве с дебелини от 60 и 250 nm бяха отложени от първоначалното съединение чрез честотно подпомагано термично изпаряване във вакуум - нов подход за оформяне на повърхността на тънки слоеве. Честоти от 0, 50 и 4000 Hz бяха приложени върху подложките по време на процеса на отлагане. Морфологията беше оценена с помощта на AFM и SEM техники. Чрез спектроскопски елипсометричен анализ са определени някои основни оптични свойства и специфики на филмите. Структурата на образците е изследвана с XRD. Предложен е възможен механизъм за обяснение на наблюдаваните особености на базата на класическото материалознание и молекулярната термодинамика.

Г7.8. А. Amova, Т. Hristova-Vasileva, L. Aljihmani, **I. Bineva**, V. Vassilev, Region of glass formation and main physicochemical properties of glasses from the “As₂Se₃-Ag₄SSe-PbTe system”, *J. All. Compd.* **573** (2013) pp 32-36., DOI:10.1016/j.jallcom.2013.03.267, ISSN: 0925-8388, IF 2. 99 Q1.

New chalcogenide materials from the As₂Se₃-Ag₄SSe-PbTe system were synthesized by melt quenching technique. The state of the samples (glassy, crystalline, glassy + crystalline) has been proven by visual, XRD and AFM analyses. On the basis of the obtained results the region of glass formation within the As₂Se₃-Ag₄SSe-PbTe system was outlined. It lies partially on the As₂Se₃-Ag₄SSe (0–25 mol% Ag₄SSe) and As₂Se₃-PbTe (50–100 mol% As₂Se₃) sides. No glassy phases were obtained in the binary Ag₄SSe-PbTe system. Depending on the glass composition the temperatures of glass-transition, crystallization and melting vary between 113–140 °C, 170–209 °C and 299–368 °C, respectively, and increase with the increase of Ag₄SSe and the decrease of PbTe content. The density and microhardness values of chalcogenide glasses change in the interval 4.47–5.93 g/cm³ and 56–67 kgf/mm² depending on the [Ag₄SSe]/[As₂Se₃ + Ag₄SSe] ratio and the PbTe concentration.

Нови халкогенидни материали от системата $\text{As}_2\text{Se}_3\text{-Ag}_4\text{SSe-PbTe}$ бяха синтезирани чрез пряк еднотемпературен синтез. Състоянието на пробите (стъклообразни, кристални, стъклокристални) е доказано чрез визуални, XRD и AFM анализи. Въз основа на получените резултати е очертана областта на стъклообразуване в системата $\text{As}_2\text{Se}_3\text{-Ag}_4\text{SSe-PbTe}$. Тя лежи частично на страните $\text{As}_2\text{Se}_3\text{-Ag}_4\text{SSe}$ (0–25 mol% Ag_4SSe) и $\text{As}_2\text{Se}_3\text{-PbTe}$ (50–100 mol% As_2Se_3). В бинарната система $\text{Ag}_4\text{SSe-PbTe}$ не са получени стъклообразни фази. В зависимост от състава на стъклото, температурите на встъкляване, кристализация и топене варират съответно между 113–140 °C, 170–209 °C и 299–368 °C и се повишават с увеличаването на Ag_4SSe и намаляването на съдържанието на PbTe . Стойностите на плътността и микротвърдостта на халкогенидните стъкла се променят в интервала 4,47–5,93 g/cm³ и 56–67 kgf/mm² в зависимост от съотношението $[\text{Ag}_4\text{SSe}]/[\text{As}_2\text{Se}_3 + \text{Ag}_4\text{SSe}]$ и концентрацията на PbTe .

Г7.9. **I. Bineva**, D. Nesheva, Z. Aneva and Z. Levi „Room temperature photoluminescence from amorphous silicon nanoparticles in SiO_x thin films” *J. Lumin.*, **126**, 497–502 (2007).
ISSN: 0022-2313, DOI: 10.1016/j.jlumin.2006.09.007 IF 2.75 (2018) Q1

Amorphous SiO_x thin films with four different oxygen contents ($x = 1.15, 1.4, 1.5,$ and 1.7) have been prepared by thermal evaporation of SiO in vacuum and then annealed at 770 or 970K in argon for various times ≥ 40 min. The influence of annealing conditions and the initial film composition on photoluminescence (PL) from the annealed films has been explored. Intense room temperature PL has been observed from films with $x \geq 1.5$, visible with a naked eye. It has been shown that PL spectra of most samples consists of two main bands: (i) a 'green' band centered at about 2.3 eV, whose position does not change with annealing conditions and (ii) an 'orange-red' band whose maximum moves from 2.1 to 1.7 eV with increasing annealing time and temperature and decreasing initial oxygen content. These observations have been explained assuming recombination via defect states in the SiO_x matrix for the first band and emission from amorphous Si nanoparticles for the second one.

Аморфни SiO_x тънки слоеве с четири различни съдържания на кислород ($x = 1,15, 1,4, 1,5$ и $1,7$) са получени чрез термично изпарение на SiO във вакуум и след това отгreti при 770 или 970K в Аргон за различни времена ≥ 40 min. Изследвано е влиянието на условията на отгряване и първоначалния състав на слоя върху фотолуминесценцията (PL) от отгretите филми. Интензивна PL, видима с просто око, е наблюдавана при стайна температура от филми с $x \geq 1,5$. Показано е, че PL спектрите на повечето образци се състоят от две основни ивици: (i) "зелена" ивица с център около 2,3 eV, чиято позиция не се променя с условията на отгряване и (ii) "оранжево-червена" ивица, чийто максимум се движи от 2,1 до 1,7 eV с увеличаване на времето и температурата на отгряване и намаляване на първоначалното съдържание на кислород. Тези наблюдения са обяснени с рекомбинация чрез дефектни състояния в SiO_x матрицата за първата ивица и емисия от аморфни наночастици Si за втората.

Г7.10. **I. Bineva**, D. Nesheva, M. Šćepanović, M. Grujić-Brojčin, Z.V. Popović and Z. Levi „Dependence of photoluminescence from a-Si nanoparticles on the annealing time and exciting wavelength” *J. Lumin.*, **126**, 7-13 (2007) ISSN: 0022-2313, DOI: 10.1016/j.jlumin.2006.04.011, IF 2.75 (2018), Q1

Thin films of SiO_x having thickness of 0.2 μm and oxygen content $x = 1.5$ or 1.7 are prepared by thermal evaporation of SiO in vacuum. Then some samples are furnace annealed for various times (in the range 5-60 min) at 770 and 970K and some others are rapid thermal annealed at 970K for 30 and 60 s. Photoluminescence (PL) measurements are carried out at room temperature using the 442nm line of a He-Cd laser and the 488nm of an Ar laser for excitation. The effect of the annealing conditions and wavelength of the exciting light on the shape of the PL from these films is explored. The deconvolution of the PL spectra measured with the 442nm line from samples annealed at 770K for 40 min reveals two distinct PL bands peaked at around 2.3 and 2.5 eV, which do not shift appreciably with increasing annealing time. In addition, at longer annealing times, a weak third band is resolved centred in the range 2.0–2.1 eV. It exists in the spectra of all samples annealed at 970K being more prominent in the samples with $x = 1.5$. The intensity of this band shows different dependences on the annealing time in the films with different initial composition. The results obtained are discussed in terms of radiative recombination via defect states in the SiO_x matrix (the 2.5 eV band) or at the a-Si-SiO_x interface (the 2.3 eV

band). The band centred in the 2.0–2.1 eV range is related to recombination in amorphous silicon nanoparticles grown upon annealing.

Тънки слоеве от SiO_x с дебелина 0,2 nm и съдържание на кислород $x = 1.5$ или 1,7 са получени чрез термично изпаряване на SiO във вакуум. След това някои образци са отгтрени в пещ за различни времена (в диапазона 5–60 минути) при 770 и 970 K, а други са отгтрени чрез бързо термично отгтриване при 970 K за 30 и 60 s. Измерванията на фотолуминесценция (PL) са извършени при стайна температура, с 442nm линия на He–Cd лазер и 488nm на Ar лазер за възбуждане. Изследва се ефекта от условията на отгтриване и дължината на вълната на възбуждащата светлина върху формата на PL от тези слоеве. Деконволюцията на PL спектрите, измерени с линията 442nm от образци, отгтрети при 770K за 40 min, разкрива две различни PL ивици с пик около 2,3 и 2,5 eV, които не се изместват значително с увеличаване на времето за отгтриване. В допълнение, при по-дълги времена на отгтриване се открива нискоинтензивна трета ивица, центрирана в диапазона 2.0–2.1 eV. Тя съществува в спектрите на всички проби, отгтрети при 970K, като е по-забележим в пробите с $x = 1.5$. Интензитетът на тази ивица показва различни зависимости от времето на отгтриване във филмите с различен първоначален състав. Получените резултати се обсъждат от гледна точка на радиационна рекомбинация чрез дефектни състояния в SiO_x матрицата (ивица 2,5 eV) или на интерфейса a-Si–SiO_x (ивица 2,3 eV). Ивицата, центрирана в диапазона 2.0–2.1 eV, е свързана с рекомбинация в аморфни силициеви наночастици, израстнати при отгтриване.

G7.11. R. Herrera, M. Curiel, A. Arias, D. Nesheva, N. Nedev, E. Manolov, V. Dzhurkov, O. Perez, B. Valdez, D. Mateos, **I. Bineva**, W. dela Cruz, O. Contreras “Structural, compositional and electrical characterization of Si-rich SiO_x layers suitable for application in light sensors” *Materials Science in Semiconductor Processing* (2015) **37**, 229-234. ISSN:1369-8001, IF:1.955. Q2

Metal-Oxide-Silicon (MOS) structures containing silicon nanoparticles (SiNPs) in three different gate dielectrics, single SiO_x layer (c-Si/SiNPs-SiO_x), two-region (c-Si/thermal SiO₂/SiNPs-SiO_x) or three-region (c-Si/thermal SiO₂/SiNPs-SiO_x/SiO₂) oxides, were prepared on n-type (100)c-Si wafers. The silicon nanoparticles were grown by a high temperature furnace annealing of sub-stoichiometric SiO_x films ($x \approx 1.15$) prepared by thermal vacuum evaporation technique. Annealing in N₂ at 700 or 1000°C leads to formation of amorphous or crystalline SiNPs in a SiO_x amorphous matrix with $x \approx 1.8$ or 2.0, respectively. The three-region gate dielectric (thermal SiO₂/SiNPs-SiO₂/SiO₂) was prepared by a two-step annealing of c-Si/thermal SiO₂/SiO_x structures at 1000 °C. The first annealing step was carried out in an oxidizing atmosphere while the second one was performed in N₂. Cross-sectional Transmission Electron Microscopy and X-ray Photoelectron Spectroscopy have proven both the nanoparticle growth and the formation of a three region gate dielectric. Annealed MOS structures with semitransparent aluminum top electrodes were characterized electrically by current/capacitance-voltage measurements in dark and under light illumination. A strong variation of the current at negative gate voltages on the light intensity has been observed in the control and annealed at 700°C c-Si/SiNPs-SiO_x/Al structures. The obtained results indicate that MOS structures with SiO_{1.15} gate dielectric have potential for application in light sensors in the NIR–Visible Light–UV range.

Структури метал-оксид-силиций (MOS), съдържащи силициеви наночастици (SiNPs) в три различни гейтови диелектрика, единичен слой SiO_x (c-Si/SiNPs-SiO_x), двуобластен (c-Si/термичен SiO₂/SiNPs-SiO_x) или триобластен (c-Si/thermal SiO₂/SiNPs-SiO_x/SiO₂) оксиди, бяха получени върху n-тип (100)c-Si пластини. Силициевите наночастици бяха израстнати чрез високотемпературно отгтриване в пещ на субстехиометрични SiO_x тънки слоеве ($x = 1.15$), получени чрез термично вакуумно изпарение. Отгтриването в N₂ при 700 или 1000 °C води до образуване на аморфни или кристални SiNPs в SiO_x аморфна матрица с $x = 1.8$ или 2,0, съответно. Диелектрият с три области (термичен SiO₂/SiNPs-SiO₂/SiO₂) беше получен чрез двуетапно отгтриване на c-Si/термичен SiO₂/SiO_x структури при 1000 °C. Първият етап на отгтриване беше извършен в оксидираща атмосфера, докато вторият е изпълнен в N₂. Трансмисионната електронна микроскопия на напречното сечение и рентгеновата фотоелектронна спектроскопия доказват както растежа на наночастиците, така и образуването на диелектрик с три области. Направени са измервания на ток/капацитет-напрежение на тъмно и при осветление на закалени MOS структури с полупрозрачни алуминиеви горни електроди. Наблюдава се силно изменение на тока при отрицателни напрежения от интензитета на светлината в контролните и отгтретите при 700°C структури c-Si/SiNPs-SiO_x/Al. Получените резултати показват, че MOS структурите с диелектрик на затвора SiO_{1.15} имат потенциал за приложение в светлинни сензори в диапазона NIR–видима светлина–UV.

Г7.12. D. Nesheva, N. Nedev, M. Curiel, V. Dzhurkov, A. Arias, E. Manolov, D. Mateos, B. Valdez, **I. Bineva**, and R. Herrera "Application of Metal-Oxide-Semiconductor structures containing silicon nanocrystals in radiation dosimetry" *Open Phys.* **13** (2015)63–71. ISSN:2391-5471, DOI:10.1515/phys-2015-0006. IF 1.085. Q2

This article makes a brief review of the most important results obtained by the authors and their collaborators during the last four years in the field of the development of metal-insulator-silicon structures with dielectric film containing silicon nanocrystals, which are suitable for applications in radiation dosimetry. The preparation of SiO_x films is briefly discussed and the annealing conditions used for the growth of silicon nanocrystals are presented. A two-step annealing process for preparation of metal-oxide-semiconductor structures with three-layer gate dielectrics is described. Electron Microscopy investigations prove the Si nanocrystals growth, reveal the crystal spatial distribution in the gate dielectric and provide evidences for the formation of a top SiO₂ layer when applying the two-step annealing. Two types of MOS structures with three region gate dielectrics were fabricated and characterized by high frequency capacitance/conductance -voltage (C/G-V) measurements. The effect of gamma and ultraviolet radiation on the flatband voltage of preliminary charged metal-oxide-semiconductor structures is investigated and discussed

Тази статия прави кратък преглед на най-важните резултати, получени от авторите и техните сътрудници през последните четири години в областта на разработването на структури метал-изолатор-силиций с диелектричен слой, съдържащ силициеви нанокристали, които са подходящи за приложения в радиационната дозиметрия. Обсъжда се накратко получаването на SiO_x слоеве и се представят условията на отгряване, използвани за растежа на силициевите нанокристали. Описан е двуетапен процес на отгряване за получаване на металооксидни полупроводникови структури с трислойни гейтови диелектрици. Изследванията с електронна микроскопия доказват растежа на нанокристалите Si, разкриват пространственото разпределение на кристалите в диелектрика и предоставят доказателства за образуването на горен слой SiO₂ при прилагане на двустъпково отгряване. Произведени са два типа MOS структури и са характеризирани с високочестотни измервания на капацитет/проводимост - напрежение (C/G-V). Изследван и обсъждан е ефектът на гама и ултравиолетовото лъчение върху напрежението на плоски зони от предварително заредените металооксидни полупроводникови структури

Г7.13. D. Nesheva, V. Dzhurkov, M. Scepanovic, **I. Bineva**, E. Manolov, S. Kaschieva, N. Nedev, S. Dmitriev, Z. Popovic High Energy Electron-Beam Irradiation Effects in Si-SiO_x Structures. *Journal of Physics: Conference Series*, Institute of Physics, 682 (2016) 012012 ISSN:1742-6596, SJR:0.22 doi:10.1088/1742-6596/682/1/012012. Q4

Homogeneous SiO_x films ($x=1.3$, 200 nm and 1000 nm thick) and composite a-Si-SiO_y films ($y \sim 1.80$) containing amorphous Si nanoparticles have been prepared on crystalline (c-Si) substrate. A part of the films was irradiated at temperature below 50 °C by 20 MeV electrons with two different fluences (7.2×10^{14} and 1.44×10^{15} el.cm⁻²). Atomic force microscopy (AFM), Raman spectroscopy and capacitance (conductance) - voltage (C(G)-V) measurements on Al/c-Si/SiO_x/Al or Al/c-Si/(a-Si-SiO_y)/Al structures were used to get information about the irradiation induced changes in the surface morphology, the phase composition in the film bulk and at the Si-SiO_x interface. The AFM results show that the electron irradiation decreases the film surface roughness of the films annealed at 250 °C. The Raman scattering data imply appearance of amorphous silicon phase and some structural changes in the oxide matrix of the homogeneous SiO_x films. In the composite films electron beam stimulated decrease of the defects at the a-Si/SiO_y interface has been assumed. The initial C(G)-V results speak about electron induced formation of electrically active defects in the SiO_y matrix of the composite films.

Хомогенни SiO_x слоеве ($x = 1.3$, 200 nm и 1000 nm дебелина) и композитни a-Si-SiO_y слоеве ($y \sim 1.80$), съдържащи аморфни наночастици Si, са отложени върху кристална (c-Si) подложка. Част от слоевете бяха облъчени при температура под 50 °C от 20 MeV електрони с два различни флуенса (7.2×10^{14} и 1.44×10^{15} el.cm⁻²). Използвани са атомно-силва микроскопия (AFM), раманова спектроскопия и измервания на капацитет (проводимост) - напрежение (C(G)-V) на Al/c-Si/SiO_x/Al или Al/c-Si/(a-Si-SiO_y)/Al структури за получаване на информация за предизвиканите от облъчването промени в морфологията на повърхността, фазовия състав в обема на филма и на интерфейса Si-SiO_x. Резултатите от AFM показват, че електронното облъчване намалява грапавостта на повърхността на слоевете, отгрити при 250 °C. Данните за рамановото разсейване предполагат появата на аморфна силициева фаза и някои структурни промени в оксидната матрица на хомогенните SiO_x филми. В композитните слоеве се

допуска намаляване на дефектите на интерфейса a-Si/SiO_x, стимулирано от електронното лъчение. Първоначалните C(G)-V резултати говорят за електронно индуцирано образуване на електрически активни дефекти в SiO_x матрицата на композитните филми.

G7.14. D Nesheva, M Šćepanović, M Grujić-Brojčin, V Dzhurkov, S Kaschieva, **I Bineva**, S N Dmitriev and Z V Popović Photoluminescence from 20 MeV electron beam irradiated homogeneous SiO_x and composite Si-SiO_x films *Journal of Physics: Conference Series*, Vol 764, Number 1, 012018. ISSN:1742-6588, DOI:10.1088/1742-6596/764/1/012018, 012018. SJR:0.211. Q4

The effect of 20 MeV electron irradiation on the room temperature photoluminescence from homogeneous SiO_x and composite Si-SiO_x films, containing amorphous or crystalline Si nanoparticles, is studied. Layers with $x = 1.5$ and 1.7 and thickness of 200 nm were deposited on crystalline silicon substrates by thermal evaporation of SiO in vacuum. Film annealing in an inert atmosphere at 700 °C or 1000°C for 60 min was applied to grow amorphous or crystalline silicon nanoparticles, respectively, in a SiO_x matrix. Samples from all types of films were irradiated with 20 MeV electrons at close to room temperature and a fluence of $2.4 \cdot 10^{14}$ el.cm⁻². Photoluminescence was measured under excitation with the 488 nm line of an Ar⁺ laser. The electron irradiation causes a decrease of the integrated photoluminescence intensity in composite samples with initial $x = 1.7$ containing amorphous or crystalline nanoparticles and $x = 1.5$ samples with Si nanocrystals. The electron irradiation of $x = 1.5$ samples with amorphous nanoparticles slightly increases the photoluminescence intensity. The obtained results are discussed in terms of electron beam induced phase separation and Si nanoparticle size increase.

Изследван е ефекта на електронно облъчване с 20 MeV върху фотолуминесценцията при стайна температура от хомогенни SiO_x и композитни Si-SiO_x слоеве, съдържащи аморфни или кристални Si наночастици. Слоеви с $x = 1.5$ и 1.7 и дебелина 200 nm са отложени върху кристални силициеви подложки чрез термично изпарение на SiO във вакуум. За израстване на аморфни или кристални силициеви наночастици в SiO_x матрица е приложено отгряване на слоевете в инертна атмосфера при 700 °C или 1000°C съответно, за 60 минути. Проби от всички видове слоеве бяха облъчени с 20 MeV електрони при температура, близка до стайната, и флуенс от $2,4 \times 10^{14}$ el.cm⁻². Фотолуминесценцията беше измерена при възбуждане с 488 nm линия на Ar⁺ лазер. Електронното облъчване причинява намаляване на интегралния интензитет на фотолуминесценцията в композитни проби с първоначално кислородно съдържание $x = 1.7$, съдържащи аморфни или кристални наночастици и $x = 1.5$ образци с Si нанокристали. Електронното облъчване на образците с $x = 1.5$ с аморфни наночастици леко повишава интензитета на фотолуминесценцията. Получените резултати са обсъдени по отношение на индуцираното от електронен лъч фазово разделяне и увеличаване на размера на Si наночастиците.

G7.15. D. Nesheva, Zs. Fogarassy, M. Fabian, T. Hristova-Vasileva, A. Sulyok, **I. Bineva**, E. Valcheva, K. Antonova, P. Petrik. "Influence of fast neutron irradiation on the phase composition and optical properties of homogeneous SiO_x and composite Si-SiO_x thin films". *J Mater Sci*, **56**, Springer Nature, 2021, 3197-3209, ISSN:1573-4803, DOI:<https://doi.org/10.1007/s10853-020-05338-3>, IF:4.22 Q1.

Layers and devices utilizing semiconductor nanocrystals have been the subjects of intensive research due to applications in opto- and microelectronic devices, solar cells, detectors, memories and in many more fields. We have shown previously that those nanocrystals in dielectric matrices undergo a substantial reformation during electron irradiation. The research of the interaction between semiconductor nanoclusters and irradiation is important for both the intentional modification of the structures and for understanding the stability of those devices under harsh, radiative conditions (e.g. space, nuclear, medical diagnosis, or similar applications). In the present research, we investigated the influence of neutron irradiation on substoichiometric silicon oxide. We investigated both homogeneous case and inhomogeneous case of matrices with silicon nanoclusters. We found that a fast neutron flux of 5.5×10^{13} neutrons/cm² s and a fluence of 3.96×10^{17} neutrons/cm² induce phase separation in the homogeneous films, whereas it decreases the volume fraction of the amorphous silicon phase caused by the reducing size of amorphous nanoclusters in the inhomogeneous films.

Слоеве и устройствата, използващи полупроводникови нанокристали, са обект на интензивни изследвания поради приложения в опто- и микроелектронни устройства, слънчеви клетки, детектори,

памети и в много други области. По-рано показахме, че тези нанокристали в диелектрични матрици претърпяват значителна реформация по време на електронно облъчване. Изследването на взаимодействието между полупроводниковите нанокластери и облъчването е важно както за преднамерената модификация на структурите, така и за разбирането на стабилността на тези устройства при тежки, радиационни условия (например космически, ядрени, медицинска диагностика или подобни приложения). В настоящото изследване изследвахме влиянието на неутронното облъчване върху субстехиометричния силициев оксид. Изследвахме както хомогенен случай, така и нехомогенен случай на матрици със силициеви нанокластери. Установихме, че бърз неутронен поток от $5,5 \times 10^{13}$ неутрона/cm² s и флуенс от $3,96 \times 10^{17}$ неутрона/cm² индуцира разделяне на фазите в хомогенните филми, като същевременно намалява обемната част на аморфната силициева фаза, причинена от намаляването на размера на аморфни нанокластери в нехомогенните слоеве.

Г7.16. N Starbov, S Balabanov, **I Bineva**, A Rachkova, E Krumov and K Starbova „Al doped ZnO thin films – microstructure, physical and sensor properties“ *Journal of Physics: Conference Series* **398** (2012) 012019 doi:10.1088/1742-6596/398/1/012019, ISSN:17426588. SJR 0.226 Q4

Thin ZnO films doped with Al are deposited by spray pyrolysis onto glass substrates using starting solution of Zn-acetate + n.AiCl (where $0.1 < n < 30$ at.%). The ZnO phase composition and surface morphology are revealed via X-ray diffraction or atomic force and scanning electron microscopy respectively. UV/VIS transmittance/reflectance, as well as DC conductivity measurements are applied in order to reveal the influence of the Al doping on the optical and electrical transport properties of the films studied. The sensing efficiency of the pure as well as of doped ZnO films for detection of noxious gases is checked via resistivity measurements under saturated vapours of ethanol, acetone, ammonia, dimethylamine and formalin at room temperature. Finally the results obtained are discussed concerning the application of the ZnO:Al films studied in the field of sensor technique.

Тънки ZnO слоеве, легирани с Al, са отложени чрез спрей пиролиза върху стъклени подложки с използването на изходен разтвор на Zn-ацетат + n.AiCl (където $0,1 < n < 30$ at.%). Фазовият състав на ZnO и морфологията на повърхността са изяснени съответно чрез рентгенова дифракция или атомно-силова и сканираща електронна микроскопия. Направени са измервания на UV/VIS пропускливост/отражение, както и на DC проводимост, за да се разкрие влиянието на легирането с Al върху оптичните и електрически транспортни свойства на изследваните филми. Сензорната ефективност на чистите, както и на легираните ZnO слоеве за откриване на вредни газове е проверена чрез измерване на съпротивление под наситени пари на етанол, ацетон, амоняк, диметиламин и формалин при стайна температура. Накрая са обсъдени получените резултати относно приложението на изследваните ZnO:Al слоеве в областта на сензорната техника.

Г7.17. D. Nesheva, V. Dzhurkov, I. Stambolova, V. Blaskov, **I. Bineva**, J. M. Calderon Moreno, S. Preda, M. Gartner, T. Hristova-Vasileva, M. Shipochka, Surface modification and chemical sensitivity of sol gel deposited nanocrystalline ZnO films, *Materials Chemistry and Physics*, Volume **209**, 2018, Pages 165-171, DOI:https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2018.01.074, ISSN 0254-0584, IF 2.084 Q2

Sol gel prepared nanocrystalline ZnO thin films are modified by combined usage of complexing agent (diethanolamine or monoethanolamine) and polymer (hydroxypropyl cellulose or ethylcellulose) in the initial sol. X-ray diffraction, Scanning electron microscopy and Atomic force microscopy are applied to get information about the crystallographic structure, microstructure, surface roughness and morphology of the films. It is shown that the unmodified films are smooth (root mean square roughness of 1.6e3.5 nm) with no surface cracks and consist of densely packed nanocrystals. Peaks, pits and aggregates of various density and size are observed on the surface of the modified films and the surface roughness increases up to 39 nm. It is found that the modification effect is determined by the specific combination 'polymer - complexing agent' used during the film preparation. The influence of the surface modification on the films' sensitivity to ethanol vapors at room temperature is studied by carrying out resistive measurements. A sensitivity increase of up to ten times is

reached when combinations 'diethanolamine - ethylcellulose' and 'monoethanolamine - hydroxypropyl cellulose' are used causing significant increase of the total contact surface.

Нанокристални ZnO тънки слоеве, получени със зол- гел метод, са модифицирани чрез комбинирано използване на комплексообразуващ агент (диетаноламин или моноетаноламин) и полимер (хидроксипропил целулоза или етилцелулоза) в първоначалния зол. Рентгенова дифракция, сканираща електронна микроскопия и атомно-силова микроскопия се приложени за получаване на информация за кристалографската структура, микроструктурата, повърхностната грапавост и морфологията на филмите. Показано е, че немодифицираните филми са гладки (средноквадратична грапавост от 1.6-3.5 nm) без повърхностни пукнатини и се състоят от плътно опаковани нанокристали. На повърхността на модифицираните филми се наблюдават пикове, ями и агрегати с различна плътност и размер и грапавостта на повърхността се увеличава до 39 nm. Установено е, че модифициращият ефект се определя от специфичната комбинация „полимер – комплексообразуващ агент“, използван по време на подготовката на филма. Влиянието на повърхностната модификация върху чувствителността на филмите към парите на етанола при стайна температура е изследвано чрез извършване на резистивни измервания. Достига се увеличение на чувствителността до десет пъти, когато се използват комбинации „диетаноламин – етилцелулоза“ и „моноетаноламин – хидроксипропил целулоза“, което води до значително увеличаване на общата контактна повърхност.

Г7.18. **I. Bineva**, R. Voicu, A. Dinescu, R. Gavrilă, R. Müller, D. Esinenco, B. Bucur, M. Diaconu and L. G. Radu “SiO₂ microcantilevers designed for biosensing: experiments and simulations” *Romanian Journal of Information Science and Technology (ROMJIST)*, **10**, Number 1, 13-23 (2007). (2018) ISSN: 1453-8245,

<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000255345300002>, **IF0.661 Q4** (Web of science)

A cantilever array with dimensions of the beams 150x80x1.2 μm has been fabricated. Three different biochemical compounds were deposited and the cantilever was investigated using scanning electron microscopy (SEM) and atomic force microscopy (AFM). Depending of the compound, a displacement in both directions between 2 and 9 μm has been observed. The arching effect was no observed. Simulations using CoventorWare have been made and stresses have been calculated between 12 and 60.4 MPa. In conclusion, the results show that the cantilever is fairly sensitive and it can be used for biochemical application.

Изработена е кантиливерна редица с размери на кантиливерите 150x80x1,2 μm. Бяха депозиран три различни биохимични съединения и кантиливерът беше изследван с помощта на сканираща електронна микроскопия (SEM) и атомно-силова микроскопия (AFM). Беше наблюдавано отместване на кантиливерът в двете посоки, между 2 and 9 μm, в зависимост от веществото. Не е наблюдаван ефект на арката. Направени са симулации с помощта на CoventorWare и са изчислени напрежения между 12 и 60,4 MPa. В заключение, резултатите показват, че кантиливерът е доста чувствителен и може да бъде използван за биохимични приложения.

Г.7.19. С. Dikov, P. Vitanov, T. Ivanova, V. Stavrov, E. Tomerov, G. Stavreva, **I. Bineva**, “Optical and electrical properties of TiO₂/Pt/TiO₂/nanolaminate structures” *Journal of Physics: Conference Series* 2018, **992** (1), art. no. 012033, ISSN:1742-6596, DOI: 10.1088/1742-6596/992/1/012033. **Q4 SJR**

We report the results of a study on the optical and electrical properties of nanolaminate TiO₂/Pt/TiO₂ structures fabricated using RF magnetron sputtering. The effect was investigated of the discontinuous Pt layer on the optical transmittance, electrical conductivity and morphology of the TiO₂/Pt/TiO₂ structure. On the basis of the theory of electronic tunneling transport between metal granulates in a dielectric matrix, a new technological approach is proposed of preparing high-sensitivity strain sensors based on resistors with a nanolaminate structure containing Pt granulates.

Докладвани са резултатите от изследване на оптичните и електрични свойства на наноламинатни TiO₂/Pt/TiO₂ структури, получени чрез радиочестотно магнетронно разпръскване. Беше изследвано влиянието на прекъснатия Pt слой върху оптичното пропускане, проводимостта и морфологията на TiO₂/Pt/TiO₂ структура. Въз основата на теорията за тунелен транспорт между металните гранули в диелектрична матрица е предложен нов технологичен подход за получаване на високочувствителни

сензори за деформация на основата на съпротивления с наноламинатна структура, съдържащи Pt гранули.

Г8. Публикувана глава от книга или колективна монография

Г8.1 Diana Nesheva, Nikola Nedev, Mario Curiel, **Irina Bineva**, Benjamin Valdez and Emil Manolov "Silicon Oxide Films Containing Amorphous or Crystalline Silicon Nanodots for Device Applications" in "*Quantum Dots / Book 2*", InTech publishers, ISBN 979-953-307-857-0, 2012, Chapter 9, 186-206.

In this chapter a review is made of the most important results obtained during the last five years by the authors and their collaborators in the field of development of metal-insulator-silicon structures with dielectric film containing amorphous or crystalline silicon nanoparticles, which are suitable for non-volatile memory and radiation applications. **In the introductory part** a brief review of the results of other research groups on MIS structures containing Si nanoparticles for non-volatile memory and detector applications has been made. **The next second part** gives information about the preparation of SiO_x films of different compositions and the annealing conditions used for the growth of amorphous (a-Si) and crystalline (nc-Si) silicon nanoparticles. Infrared absorption and Rutherford backscattering data give information on the oxygen content, while X-ray Diffraction and Reflectivity, X-ray Photoelectron Spectroscopy, Transmission Electron Microscopy, Atomic Force Microscopy, Infra Red Transmission and, Raman Scattering spectroscopy and Spectroscopic Ellipsometry data give information about the effect of furnace annealing on the properties of the SiO_x films. **In the third part** newly developed techniques for preparation of MIS structures containing amorphous and crystalline Si nanoparticles suitable for non-volatile memory application are described. The fabricated MIS structures are characterized by high frequency (100 kHz and 1 MHz) capacitance/conductance-voltage (C/G-V) measurements at applied dc voltage varying within a voltage range ± 15 V. **The last fourth part** presents recent data on preparation of MIS structures containing Si nanocrystals and their response to γ -radiation.

В тази глава е направен преглед на най-важните резултати, получени през последните пет години от авторите и техните сътрудници в областта на разработването на металоизолаторни силициеви структури с диелектричен слой, съдържащ аморфни или кристални силициеви наночастици, които са подходящи за DRAM памет и радиационни приложения. В уводната част е направен кратък преглед на резултатите от други изследователски групи върху MIS структури, съдържащи Si наночастици за енергонезависима памет и детекторни приложения. Следващата втора част дава информация за получаването на SiO_x слоеве с различни състави и условия на отгряване, използвани за растежа на аморфни (a-Si) и кристални (nc-Si) силициеви наночастици. Данните за инфрачервена абсорбция и обратно Ръдърфордово разсейване дават информация за съдържанието на кислород, докато данните от рентгеновата дифракция и отразяване, рентгеновата фотоелектронна спектроскопия, трансмисионната електронна микроскопия, атомно-силовата микроскопия, инфрачервеното пропускане, Рамановата спектроскопия и спектроскопската елипсометрия дават информация за ефекта на отгряването върху свойствата на SiO_x слоевете. В третата част са описани новоразработени техники за получаване на MIS структури, съдържащи аморфни и кристални Si наночастици, подходящи за приложение в енергонезависима памет. Изработените MIS структури се характеризират с високочестотни (100 kHz и 1 MHz) измервания на капацитет/проводимост-напрежение (C/G-V) при приложено постоянно напрежение, вариращо в диапазон на напрежение ± 15 V. Последната четвърта част представя скоростни данни за подготовката на MIS структури, съдържащи Si нанокристали и техния отговор на γ -лъчение