

СПРАВКА
за основните приноси в научните трудове
на доц. д-р инж. Пламен ПЕТКОВ

Справката е съставена на основата на представените

64 публикации : 38 статии в международни списания с импакт фактор и 26 пълен текст публикации от конференции (всичките в чужбина или в България с международно участие).

Основните научни приноси са свързани с получаването на нови данни и потвърждаване на известни вече хипотези и критерии за структурно разнообразие при липсата на единна теория, която да обяснява структурата на различните видове стъкла. Тези приноси могат да бъдат разделени на две основни групи: приноси към фундаментални изследвания на нови материали и приноси към приложни изследвания на тези материали.

А. Фундаментални изследвания

1. Проведени са приоритетни изследвания, свързани с изучаване на по-важните физикохимични свойства на стъклата в няколко бинарни, терциерни и кватернерни халкогенидни и халоген-халкогенидни системи, модифицирани с елементи от I, III, V и VII група на периодичната система (публ. 14, 16, 49, 50).

1.1. Определени са основни характеристики на сложни многокомпонентни стъкла - температура на застъкляване, температура на размекване, температура на максимална кристализация, плътност, моларен обем, компактност. Приложени са критериите на Hruby, Ditzl и Smekal за оценка на тяхната устойчивост и е доказано, че добавките от Ag, Ga, Tl, In и AgI до определена концентрация подтискат склонността към кристализация, респективно повишават стабилността на стъклата (публ. 31, 48, 51).

1.2. За първи път е изучено влиянието на Ga върху свойствата на стъклата от системите Ge-Se-Ga и Ge-Te-Ga. Доказано е, че с нарастване на концентрацията на Ga се повишава плътността, стойностите за средно координационно число и тези изменения са обвързани с протичащите структурни промени в основната халкогенидна матрица. Наблюдавани са отлики във функционалната зависимост свойство-халкоген, дължащи се на различните дължини на връзките в селеновата и телунова матрица. (публ. 1, 46, 53).

2. Проведени са системни структурни изследвания при използване на няколко съвременни структурни метода: дифракционни (XRD, ND, EXAFS,) и спекторскопски Инфрачервена спектроскопия, Раман спектроскопия).

2.1. В сребро-съдържащите халкогениди основните структурни единици са вериги. Установена е различна структурна модификация при добавяне на сребро или сребърен йодид: среброто променя структурата съществено, докато сребърния йодид остава като отделна структурна единица извън халкогенидната матрица,

което определя псевдо-бинарния характер на новополучените материали (публ.10, 13, 18).

2.2. Внасянето на индий, галий или талий в германиевите халкогениди с тетраедрична структура не нарушава съществено тетраедричната мрежа. Атомите от трета група могат да са тройно или четвотно координирани разкъсват селенови вериги и увеличават дефектността в стъклото (публ.34, 51).

2.3. Резултатите от спектроскопските изследвания потвърждават и допълват дифракционните изследвания:

2.3.1. във верижните халкогениди с добавка на сребърен йодид се наблюдават три суб-структури: пирамиди от арсен-халкогенид, смесени пирамиди с излишък на арсен и структурни единици от нестехиометрични арсен-халкогенид молекули (публ. 10, 28, 36, 58);

2.3.2. в стъклата на основата на германиеви халкогениди с добавка от сребърен йодид се появяват нови по-сложни съставни тетраедрични структурни единици. С добавката на сребърен йодид се появяват нови структурни единици с йодни атоми, играещи роля на „прекъсвачи“ на стъкообразната мрежа (публ. 57)

2.4 Предложен е теоретичен метод за пресмятане на молекулярната динамика в сложни халкогенидни системи – Ge-Te-In. Получените стойности за енергията и дължината на връзките в аморфната структура показват добра корелация с данните от дифракционния експеримент направен за подобни изоелектронни еквиваленти – Ge-Se-In. (публ. 64).

3. Структурата на дефектите и микропразнините в стъклата са изследвани чрез измерване времето на живот на позитрона (PALS).

3.1. Данните от PALS напаснати с двуусловния модел на хващане на позитрона показват добро съвпадение за резултати, получени при двете статистики- на ниското измерване ($\sim 10^6$ преброявания) и високото измерване ($\sim 4 \times 10^6$ преброявания). Установено е, че размерът на дефектите е по-голям от размера на Ag-йони и по-малък от този на молекулата AgI. Дефектите се явяват «уловки» за среброто, което е причина за наблюдавани съществени структурни промени в този вид стъкла, за разлика от стъклата, модифицирани с AgI (публ.35, 61).

3.2. С цел да се обясни атомната и void-species топография в изследваните стъкла в начално(немодифицирано) състояние, на базата на експериментално получените резултати, беше развит микроструктурен модел.

4. За първи път са получени бездефектни, оптични тънки слоеве от многокомпонентни халкогенидни и халкохалиди чрез вакуумно-термично изпарение и импулсно лазерно отлагане. Изследвани са:

4.1. морфологията и структурата им в зависимост от методите на получаване. Доказано е, че чрез метода импулсно лазерно отлагане се получават по-гладки, по-равномерни и с по-добра адхезия слоеве със състав много близък до състава на изходното стъкло. Сходимостта на състава на кондензатите получени при термично изпарение се дължи на близките енталпии на изпарение на съответните бинари в парната фаза. (публ.2, 21, 23, 52)

4.2. кинетиката на изпарение и кондензация на слоеве получени чрез вакуумно-термично изпарение. Определените енергии на изпарение и енергии на кондензация като функция на съдържанието на халогенен елемент са важен параметър при определяне на условията за контролирано получаване на тънки слоеве с предварително зададени свойства (публ.32, 49),

4.3. оптичните свойства: пресметнати са основни параметри на базата на модела кохерентен слой-некохерентна подложка по (Swanepool): коефициент на абсорбция и коефициент на пречупване (публ. 3, 4, 5, 6, 27, 30, 55), както и ширината на забранената зона основани на процедурата на Таус и теорията на Mott. (публ.9, 24, 38, 47, 56).

4.4. Получени са нови данни за механичното поведение на тънки филми във функция от състава, метода на отлагане и време на релаксация. Тези резултати подкрепят известната теория на Fillips-Thorpe за прехода от floppy-rigid състояние. Доказано е, че остатъчните напрежения са минимални в слоеве на основа немодифицирани халкогенидни стъкла, в останалите случаи наблюдаваните напрежения са основно на опън. Този вид напрежения расте със степента на заместване в слоеве на основа Ge-халкогенидна матрица и намалява в слоевете, съдържащи As (публ. 37). Модифицирането със сребърен йодид също оказва влияние върху характера на напреженията. При ниски концентрации (5-10 % AgI) в слоевете са налице напрежения на опън, при по-високи концентрации (20-30 %

AgI) те вече са трансформирани в напрежения на натиск. Напреженията на опън са по-силно изразени в слоевете, отложени чрез вакуумно изпарение (публ.7, 11, 20, 33, 42, 43).

5. За първи път е определена електронната структура на сложни аморфни полупроводници на основата на Общата теорията на Христов за инжектирани токови носители в системата метал-вакуум-метал (публ. 41, 45)

5.1. Разширена е областта на приложение на Общата теория за инжектираните електрони токове в системата метал – халкогенид/халкохалид-метал. Направена е експериментална проверка върху комбинация от терциерни и кватернерни ситеми – Ge-Se-Ga и As-S-Ag-I (публ.NoNo 8,26,40).

5.2. Определени са за пръв път стойности за отделителната работа на електрона на граничната повърхност Metal / Chalcogenide и за ефективната маса на токовия носител в зоната на проводимост. (публ. 8,26,40).

5.3. Изследвана е обемноконтролираната проводимост в системи метал-Ge-Se-Ga. На основата на метода на Manfredotti е сондирана забранената зона. Получени са за първи път данни за дълбочината на залагане на уловките и концентрацията на токови носители в тях. Тези данни са една добра база за сравнение с резултатите за зонната структура получени от оптични измервания (публ. 39, 41).

Б. Приложни изследвания

6. Предложени са оптимални състави халкогенидни и халоген-халкогенидни стъкла със свойства подходящи за приложение в газови сензори за работа в широк интервал от концентрации на газови анализи. Повърхността на сензорите на основата на германиеви халкогениди се модифицира в среда на амоняк, резултат от хемисорбцията му върху повърхността. При сензорите на основата на арсенови халкогениди подобно явление не се наблюдава (публ. 12, 15, 29, 59, 60, 63).

7. С помощта на стандартна холографска схема са получени “Rainbow” холограми в аморфни халкогенидни системи. Изследвани са фотоиндуцирани изменения в оптичните константи на слоеве от системите – Ge-Se-Ga, Ge-Te-Ga и GeS-AgI. Предложени са оптимални състави от горепосочените тройни системи,

които могат да се използват като среди за оптичен запис на информация. (публ. 17,19, 22)