

Rezumat

al raportului științific final pe Proiectul ”Nanoarhitecturi tri-dimensionale ierarhice hibride în baza aerogelurilor grafitice și compușilor semiconductori nanocristalini pentru aplicații multifuncționale”, cifrul Proiectului 17.80013. 5007.08/6222STCU, directorul proiectului dr. Eduard MONAICO

Nanocompoziții hibridi îmbină proprietățile materialelor-componente și totodată scot în evidență fenomene noi, care nu sunt caracteristice materialelor utilizate în parte. O direcție nouă în știința materialelor o reprezintă materialele nanocompozite multifuncționale flexibile pe bază de aerogeluri grafitice. Structura spațială compusă din tetrapozi interconectați sau straturi grafitice este favorabilă pentru crearea electrozilor flexibili și comprimabili, ceea ce este important pentru dezvoltarea electronicii portabile, foarte ușoare, și rezistente la acțiuni mecanice. Distribuția spațială, conductibilitatea electrică, stabilitatea chimică și biocompatibilitatea materialului pot facilita crearea dispozitivelor bio-electronice sau componentelor de țesuturi vii care pot fi implantate în corpul uman. De aceea dezvoltarea aplicațiilor și crearea materialelor hibride și a dispozitivelor pe baza de aerografite sunt de importanța majoră.

Problema care a fost soluționată în cadrul proiectului 17.80013.5007.08/6222STCU “Nanoarhitecturi tri-dimensionale ierarhice hibride în baza aerogelurilor grafitice și compușilor semiconductori nanocristalini pentru aplicații multifuncționale” este legată de dezvoltarea unei noi clase de nanomateriale hibride tridimensionale bazate pe aerogeluri grafitice și compuși semiconductori nanocristalini pentru aplicații multifuncționale. Această problemă este de o importanță majoră pentru aplicații în dispozitive, spre ex: în senzori de presiune și senzori de tensiune, detectoare optice, etc. Până în prezent, au fost fabricate mai multe compozite hibride pe bază de grafen și diverși oxizi. Compozitele fiind obținute în procesul de formare a aerografenului prin reducerea oxidului de grafen prin metoda hidrotermală. Această tehnologie are posibilități limitate de control al morfologiei, dimensiunilor și formelor de oxid de metal, deoarece aerografenul și componenta oxid de metal a compozitului sunt produse în același proces tehnologic. Noi dezvoltăm tehnologiile de producere a materialelor compozite prin depunerea compușilor semiconductori nanocristalini în șabloane aerografite produse. Prin urmare, cele două componente ale nanomaterialelor hibride sunt pregătite în procese tehnologice separate, care oferă mai multe posibilități de optimizare a tehnologiei și mai multe posibilități de control al proprietăților materialelor.

În concordanță cu planul proiectului au fost îndeplinite următoarele sarcini tehnologice: (i) au fost produse rețele de Aerografite și s-au procurat șabloane de Aerogel grafitic pentru prepararea ulterioară a compozitelor în baza structurilor carbon/semiconductori; (ii) au fost elaborate condițiile tehnologice pentru depunerea peliculelor subțiri de GaN, SnO₂, CdS, CdTe, și InP prin pulverizare magnetron pe substraturi de Aerografite și Aerogel; (iii) au fost optimizați parametrii tehnologici pentru prepararea structurilor Aerografite/GaN și AG/InP prin metoda HVPE.

În jumătatea a doua a proiectului au fost elaborate și testate mai multe tipuri de senzori de presiune în baza structurilor 3D hibride de Aerogel de grafenă cu depunerile de semiconductori piezoelectrice CdS, CdTe și InP precum și structuri de Aerografite decorate cu nano-microcristale de InP, GaN.

S-a constatat că utilizarea straturilor de nano-compoziți și nano-microcristale semiconductoare duce la amplificarea răspunsului piezorezistiv a senzorilor de presiune, precum și stabilizarea semnalului. Sensori de presiune hidrostatică în baza structurilor de Aerogel/CdS (CdTe, InP) au arătat sensibilitatea cu cel puțin un ordin mai înaltă comparativ cu dispozitive analogice în baza membranelor suspendate de grafenă, raportate în literatura de specialitate. A fost elaborat un senzor de presiune în baza funcționalizării aerogelului grafenic cu o peliculă subțire de CdS cu o sensibilitate de până la $3,2 \times 10^{-4} \text{ kPa}^{-1}$ în intervalul de presiune de la 1 la 5 atm.

Testele sub presiune uniaxială a rețelelor hibride Aerographit/InP supuse ciclurilor multiple de compresie demonstrează proprietăți elastice excelente la comprimare de 10-30%. Stresul maxim a fost de 500 Pa pentru regimul liniar și 628 Pa pentru regimul de densificare. Ce este similar cu rezultate obținute pentru AG/GaN. Analiza detaliată în cadrul ciclurilor de compresie-relaxare demonstrează proprietăți elastice mai bune ale rețelei AG/InP în comparație cu cea a AG/GaN. Rețeaua hibridă AG/GaN a prezentat o deformare plastică de 3% la 10% compresii ciclice, comparativ cu 1% pentru structurile AG/InP. Acest lucru evidențiază robustețea structurală a materialului hibrid AG/InP.

A fost raportat despre fabricarea și caracterizarea unui senzor robust de presiune bazat pe aero-GaN (un material nou elaborat în baza acestui proiect). Aeromaterialul ultraporos constă din micro-tetrapozi goi interconectați de GaN cu grosimea peretelui de aproximativ 70 nm. Suprafața interioară a micro-tetrapodelor conține un film ultrasubțire de ZnO rămas de la templatul de sacrificiu folosit pentru depunerea epitaxială a GaN. Măsurătorile de detectare a presiunii dezvăluie o dependență aproape liniară a conductivității electrice față de presiunea aplicată până la 40 atm, un semnal stabil de stare fiind atins după un interval de aproximativ 10 sec.