

ICPE-CA dezvoltă aplicații pe bază de materiale grafenice

În contextul evoluției pieței tehnologice, determinat de creșterea interesului pentru dezvoltarea de aplicații pe bază de materiale grafenice, ICPE-CA, prin colaborare interdisciplinară atât la nivelul institutului, cât și cu parteneri naționali și internaționali din mediul academic sau din industrie, canalizează importante resurse către perfecționarea metodelor de sinteză a materialelor grafenice și integrarea acestora în aplicații de inginerie electrică.

■ Dr. ing. Cristina Banciu, Șef laborator Materiale Carbonice

NCDIE ICPE-CA, prin Laboratorul de Materiale Carbonice - Departamentul Materiale Carbo-Ceramice, are o istorie de peste 60 de ani în domeniul dezvoltării materialelor carbonice.

Istoria laboratorului a început cu dezvoltarea materialelor pentru perii electrice utilizate în motoarele electrice: materiale de tip electro-grafit, bachelit-grafit, metal-grafit pe bază de cupru sau argint, multe dintre materialele și produsele dezvoltate fiind transferate în industrie.

Istoria recentă a laboratorului este strâns legată de dezvoltarea unor noi materiale carbonice, prin abordarea dezvoltării nanomaterialelor cum ar fi nanotuburile de carbon și grafenele.

Principalele direcții de cercetare abordate în cadrul Laboratorului de Materiale Carbonice sunt legate de domeniul ingineriei electrice, energiei și aplicațiilor speciale și de mediu:

- nanomateriale și materiale nanostructurate: nanotuburi de carbon, grafene, oxizi grafenici, structuri grafenice tridimensionale, materiale hibride oxid de zinc - rețea de grafene tridimensională, materiale nanostructurate obținute prin metode electrodinamice;
- materiale, componente și dispozitive pentru stocarea și conversia energiei electrice: materiale grafenice electroactive, structuri grafenice tridimensionale, material compozit hibrid oxid de zinc - rețea de grafene tridimensională,

straturi subțiri transparent conductive pentru aplicații fotovoltaice, supercapacitori, dispozitive optoelectronice pe bază de straturi subțiri conductive;

- materiale funcționale cu potențial de utilizare în aplicații de compatibilitate electromagnetică: materiale compozite carbon-ceramică pentru ecranare electromagnetică; materiale compozite cu matrice polimerică ranforsate cu țesături carbonice pentru protecție la radiații electromagnetice, straturi subțiri absorbante/reflectorizante pentru unde electromagnetice, materiale carbonice avansate cu proprietăți tribologice;
- materiale pentru aplicații speciale: fibră de carbon, materiale compozite polimerice armate cu nanotuburi de carbon sau cu fibre de carbon; materiale carbonice compozite ranforsate cu fibră de carbon; materiale carbonice rezistente la șoc termo-mecanic pentru industria aerospațială, materiale compozite cu proprietăți de auto-regenerare;
- materiale polimerice pentru aplicații de mediu: membrane filtrante/filtre pe bază de micro/nanofibre polimerice electrofilate.

În acest spectru larg de preocupări, materialele carbonice de tip nanostructuri grafenice reprezintă, la momentul actual, o problemă provocatoare, de mare actualitate la nivel mondial, pe care colectivul de cercetare din ICPE-CA a abordat-o. Proiectele de cercetare care se derulează în prezent în cadrul

laboratorului au ca obiectiv obținerea de materiale grafenice obținute prin sinteză chimică și/sau prin depunere chimică din fază de vapori (CVD) pentru utilizarea lor în obținerea de electrozi în supercapacitori sau dispozitive optoelectronice.

Materiale grafenice electroactive - soluții ICPE-CA transferabile în industrie

Experiența acumulată de ICPE-CA în dezvoltarea de materiale electroactive hibride pe bază de nanotuburi de carbon și polimeri conductivi prin proiecte de tip MNT-ERA-NET sau NUCLEU, a permis extinderea cercetărilor în sensul dezvoltării atât de noi materiale de electrod precum materialele electroactive pe bază de grafene, cât și a noilor tipuri de supercapacitori, utilizând electroliți pe bază de săruri de litiu și mediatori redox.

Astfel, valorificând cunoștințele deținute, în prezent, ICPE-CA colaborează cu S.C. ROSEAL S.A. Odorheiu Secuiesc în cadrul unui contract subsidiar („Dispozitive de stocare a energiei – supercapacitori”) derulat prin proiectul POC ID-P_40_403 „Dezvoltarea capitalului intelectual prin transfer de cunoștințe în domeniul materialelor avansate - impact asupra creșterii productivității muncii și volumului producției în întreprinderi” pentru dezvoltarea unui nou supercapacitor asimetric hibrid cu electrozi pe bază de materiale carbonice de tip nanostructuri grafenice. Din punct de vedere constructiv, supercapacitorul este constituit dintr-un electrod de tip „condensator” (electrod negativ), un electrod de tip „baterie” (electrod pozitiv) și electrolit pe bază de săruri de litiu și mediatori redox. Electrocul negativ se obține din material carbonic de tip nanostructuri grafenice (funcționalizat în vederea

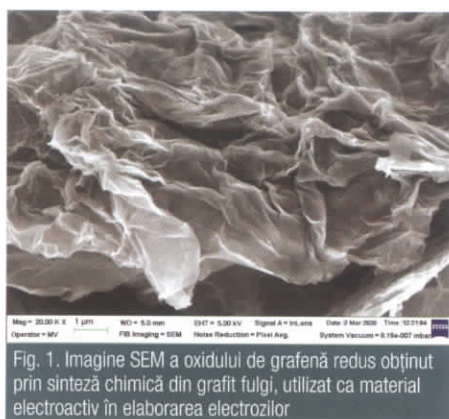


Fig. 1. Imagine SEM a oxidului de grafenă redus obținut prin sinteză chimică din grafit fulgi, utilizat ca material electroactiv în elaborarea electrozilor



Fig. 2. Echipament de creștere nanotuburi de carbon și grafene prin metoda CVD

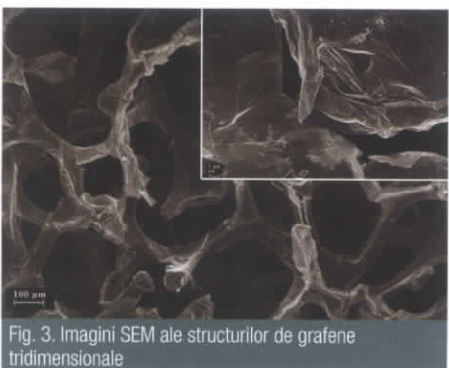


Fig. 3. Imagini SEM ale structurilor de grafene tridimensionale

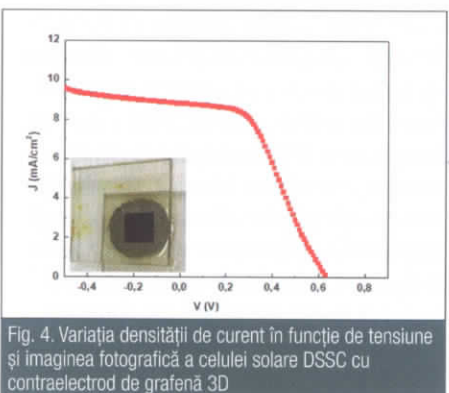


Fig. 4. Variația densității de curent în funcție de tensiune și imaginea fotografică a celulei solare DSSC cu contraelectrod de grafenă 3D

electrochimic cu polimeri conductivi pentru a îmbunătăți activitatea mecanică, chimică și electrochimică a electrodului. Electroliții cu sare de litiu și mediatorii redox oferă o lărgire a domeniului de potențial de funcționare pentru supercapacitor, deoarece tensiunea de operare a supercapacitorului crește de la 1V la 4V, în timp ce mediatorii redox contribuie semnificativ la creșterea capacității specifice și a densității de energie a supercapacitorului prin reacțiile redox de transfer de electroni. Toate aceste aspecte aduc contribuții inovative în cercetarea din domeniul supercapacitorilor, astfel încât să asigure dezvoltarea unui supercapacitor cu o densitate de putere de peste 20 W/g, o duranță ridicată (sute de mii de cicluri de încărcare/descărcare) cu o stabilitate electrochimică de peste 85%, densitate de energie de peste 100 mWh/g și o capacitate specifică de peste 500 F/g, după o tehnologie demonstrată la scară de laborator și verificabilă la scară micro-pilot.

Grafene tridimensionale – aplicații în optoelectronică

În cadrul proiectului de tip experimental demonstrativ (PED) derulat în cadrul laboratorului în parteneriat cu IMT București, intitulat „Celule solare de tip Grätzel cu structuri integrate de grafene 3D (DSSC-WIDGET)”, ICPE-CA a dezvoltat structuri grafenice tridimensionale prin depunere chimică din fază de vapori (CVD). Obiectivul general al proiectului a fost acela de a evalua funcționalitatea structurilor de grafenă 3D în optoelectronică, și în special în celulele fotovoltaice (DSSC), prin: explorarea unor strategii de obținere controlată a structurilor de grafene 3D care vor permite funcționarea dispozitivului și dezvoltarea unei tehnologii specializate de realizare a celulelor fotovoltaice (DSSC) pe bază de grafene printr-o abordare originală de integrare a grafenelor tridimensionale în componența celulelor fotovoltaice de tip DSSC.

Din punct de vedere tehnologic, a fost obținut un model experimental de celulă fotovoltaică de tip DSSC cu contraelectrodul din grafenă 3D atașat de FTO cu polimer organic conductiv (PEDOT:PSS) demonstrând în urma testărilor o eficiență de 2,5%. Prin

cercetări ulterioare această eficiență poate fi îmbunătățită, astfel încât să fie comparabilă cu cea a celulei fotovoltaice cu contraelectrod din platină.

Din punct de vedere economic, înlocuirea electrodului de platină cu structura de grafenă 3D, ar putea conduce la scăderea prețului de producție al unei astfel de celule solare.

Procesul de producție a structurilor de grafene 3D nu are impact negativ asupra mediului, iar rezultatul final este un produs care furnizează „energie verde” prin valorificarea radiației solare și transformarea acesteia în energie electrică, în condițiile în care multe dintre cercetări sunt îndreptate către soluții de reducere a gazelor cu efect de seră.

Structuri grafenice tridimensionale sunt dezvoltate în prezent și în proiectul internațional din cadrul competiției H2020 ATTRACT 2018 intitulat „CarBon quANTum Dots/graPhene hybrids with broAd photoreSponSivity - BANDPASS”, proiect coordonat de IMT București în parteneriat cu UBB Cluj-Napoca, INCDTIM Cluj-Napoca și INCIE ICPE-CA București.

Proiectul amintit își propune dezvoltarea tehnologiei de realizare a dispozitivelor de fotodetecție pe bază de materiale carbonice (grafene și carbon quantum dots), care să permită obținerea practică a unui fotodetector flexibil cu sensibilitate spectrală în domeniul UV-NIR al spectrului electromagnetic. Pentru realizarea acestui fotodetector se au în vedere modificări ale suprafeței grafenei prin hibridizarea grafenei monostrat (SLG - single layer graphene) sau a derivaților acesteia (GF - graphene foam și rGO - oxid de grafenă redus) cu fotosensibilizatori precum CQD (carbon quantum dots).

Rolul ICPE-CA în proiect este acela de a sintetiza structuri de grafenă 3D cu suprafață specifică mare și proprietăți de transport ridicate și de a optimiza procesul de creștere a grafenei în vederea obținerii unui număr controlat de straturi.

Experiența de 70 de ani deținută de colectivul Laboratorului Materiale Carbonice din cadrul ICPE-CA în dezvoltarea de materiale carbonice și orientarea permanentă către direcții noi de cercetare în domeniu, deschide noi perspective pentru institut în sensul angrenării în alte proiecte de cercetare.