

Anorganski materijali budućnosti

Od pojave prvih diskretnih poluvodičkih elemenata, dioda i tranzistora, pa do izrade mikroprocesora visokog stupnja integracije s milijunima tranzistora, nije prošlo mnogo godina, zahvaljujući tisućama istraživača i inženjera koji su obični kvarc uspješno pretvorili u sofisticirane sklopove s nebrojeno logičkih funkcija



PIŠE:
DR. SC. PERO DABIĆ, IZV. PROF.

Dramatičan tehnološki razvitak zadnjih tridesetak godina, posebice računalnih i informatičkih tehnologija, energetike i transporta te naprednih proizvodnih procesa, omogućen je pored ostalog i dizajnom novih materijala posebnih svojstava, točno određene strukture i funkcionalnosti. Snažan prodor u dizajnu novih materijala i izazov mnogim istraživačima pruža primjena nanotehnologije: sol-gel tehnologija, kemijsko vakuum napanavanje (CVD), plazma kemijsko vakuum napanavanje (PECVD) i drugih.

Razvoji ograničenja naprednih keramika

Od pojave prvih diskretnih poluvodičkih elemenata, dioda i tranzistora, pa do izrade mikroprocesora visokog stupnja integracije s milijunima tranzistora, nije prošlo puno godina. Takav uspjeh duguje se tisućama istraživača i inženjera koji su obični kvarc uspješno pretvorili u sofisticirane sklopove s milijunima logičkih funkcija. Ograničavajući faktor daljnjeg razvitka ovih sklopova upravo je pregrijavanje što im smanjuje funkcionalnost i skraćuje vijek trajanja. Svakodnevni su napor u iznalaženju novih materijala koji mogu podnijeti visoke radne frekvencije i do nekoliko GHz pri kojima rade procesori modernih računala, te visoku disipaciju toplote koja se javlja pri tim radnim uvjetima. Tehničke keramike tipa SiC, AlN, AlSiC i Al₂O₃ (slika 1) pokazale su najbolje rezultate, primjenom nanotehnologije, one se kontinuirano unapređuju, a nanostrukturirani oblici spomenutih keramika, optimalne su veličine

zrna i kompaktnosti i mogu zadovoljiti tražene radne uvjete.

Drugi problem pri konstrukciji mikroprocesora je povezivanje velikog broja komponenata na vrlo maloj površini pa su veze promjera tek nekoliko nm, a dobivaju se napanavanjem atoma zlata ili srebra. Rješenje koje omogućava daljnju minijaturizaciju je uvođenje ugljičnih nanocjevčica za spojeve komponenata mikroprocesora (slika 2). Područje optoelektronike, optička vlakna (na bazi super čistog silicija) i optičke mreže također se ubrzano razvijaju i znatno su doprinijeli razvoju informatizacije.

Izuzetan napredak ostvaren je i u razvoju supravodljivih materijala na bazi metal oksidne keramike perovskitne strukture - YBa₂Cu₃O₇ (YBCO), koja postiže supravodljiva svojstva pri puno višim temperaturama od ostalih materijala. Supravodljivost ovakvih materijala moguće je postići hlađenjem tekućim dušikom, koji je jeftin i dostupan. Ova činjenica omogućila je i komercijalnu primjenu supravodiča: u energetici - izrada transformatora i vodiča bez gubitaka struje; u transportu - "lebdeći" vlakovi velikih brzina; u medicini - izuzetno precizna dijagnostička oprema na bazi SQUID - tehnologije itd.

Učestalo se pojavljuju novi supravodljivi materijali tako da se temperaturna granica prijelaza u supravodljivo stanje, T_c, pomiče ka višim temperaturama. U laboratorijima su već pripremljeni materijali sa supravodljivim svojstvima koja se dobiju hlađenjem suhim ledom (kruti oblik CO₂) pa čak pod određenim uvjetima i bez hlađenja - keramika tipa (Tl₅Pb₂)Ba₂Mg₂Cu₉O₁₇+. Bliska budućnost će pokazati je li moguće proizvesti supravodljive materijale pri normalnim tlakovima i temperaturama.

Uloga katalizatora u proizvodnim procesima

Moderni proizvodni procesi zasni- vaju se na visokom stupnju iskorištenja, selektivnosti i čistoći proizvoda. Za postizanje ovih uvjeta neophodna je primjena katalizatora jako velike specifične površine i visoke učinkovitosti. Pogodni materijali, kontrolirane nanostrukture, dizajniraju se u obliku membrana s nanoporama s aktivnim mjestima ili s aktivnim tvarima na površini nanozrna, npr. CeO₂ - heksagonalna katalitička nanomembrana za procese oksidacije. Također, razvijaju se selektivne anorganske membrane, otporne na kemikalije i visoke temperature, s točno određenom veličinom i geometrijom pora, što osigurava odvajanje samo jedne tvari iz smjese tvari. Klasičnim separacijskim metodama to je dosta skup proces.

Biokeramike su materijali koji se u zadnje vrijeme intenzivno istražuju i unapređuju. Razvijen je veći broj materijala sa izuzetno dobrim svojstvima bioprihvatljivosti i trajnosti za izradu kukova, zglobova i pojedinih kosti te zubi na bazi korunda (alfa-Al₂O₃), PSZ (parcijalno stabilizirani ZrO₂) i TZP (tetragonalno stabilizirani ZrO₂). Daljnji razvoj biokeramičkih materijala usmjeren je na dobivanje jeftinijih materijala sa svojstvima sličnim kostima.

Potencijal ugljičnih nanocjevčica

Slučajno otkriće ugljičnih nanocjevčica japanskog istraživača Iijime 1991., koji je ispitivao crni prah nastao u blizini elektroda električnog luka, pobudio je veliki znanstveni interes. U kratkom roku razvijeno je nekoliko metoda pri-

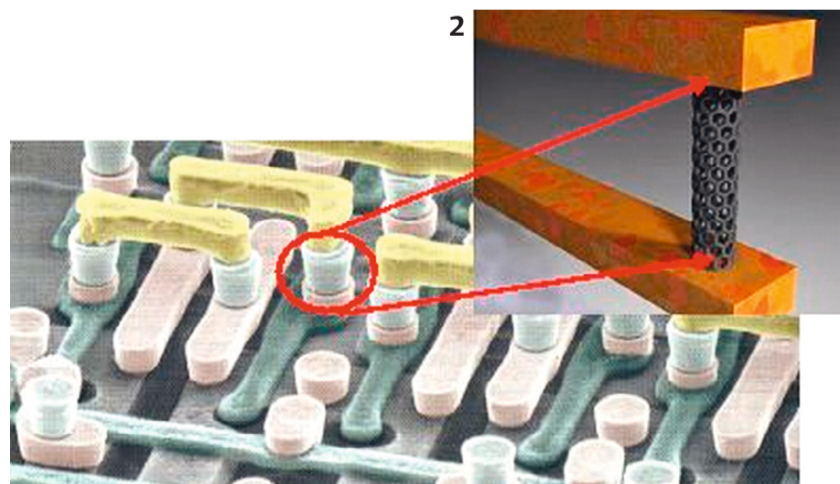
prave: primjenom električnog luka (Arc-Discharge), skidanje slojeva laserom (Laser ablation) i kemijsko vakuum napanavanje (CVD). Ugljične nanocjevčice nastaju kada se pravilna grafenska ploha poveže u cilindrične oblike promjera nekoliko nm.

Posebno je zanimljiva njihova mrežasta struktura (slika 4) koja može poslužiti kao spremnik vodika, siguran i s puno većim kapacitetom od klasičnih spremnika, što je možda rješenje za ekološke automobile s gorivim ćelijama. Radi velike vodljive specifične površine koriste se za izradu kondenzatora i baterija visokih kapaciteta. Kompozitni materijali sa ugljičnim nanocesticama izuzetnih su svojstava - lagani i visokih čvrstoća. Inovacije u proizvodnji ugljičnih nanocjevčica i njihova komercijalna primjena učinit će ovaj materijal jeftinijim i opće dostupnim.

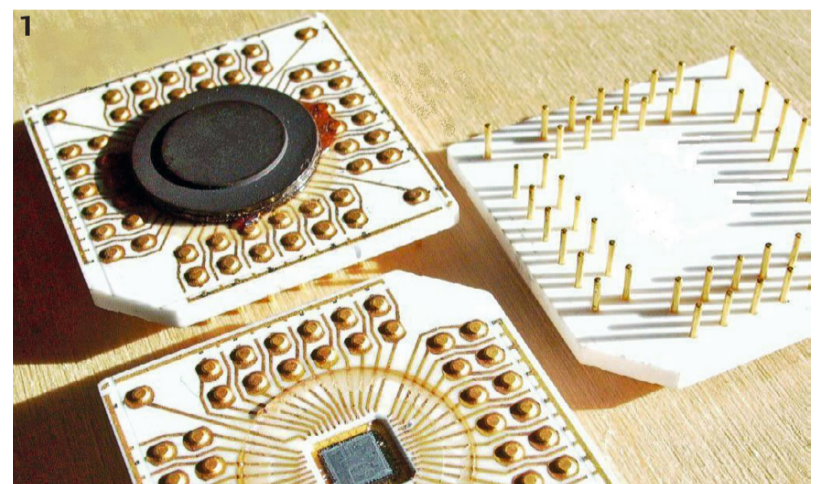
Obnovljivi izvori energije

Obnovljivi izvori energije imperativ su današnjice, ulažu se velika novčana sredstva u istraživanje tako da se svaki pomak u tom segmentu prihvaća s odobravanjem. Sunčane ćelije s nanocesticama TiO₂ imaju visok stupanj iskorištenja, jeftinije su nego sunčane ćelije s monokristalnim silicijem te se i dalje intenzivno razvijaju. Posebno su praktične i prihvaćene sunčane fleksibilne tankoslojne ćelije, koje se mogu prilagoditi bilo kojoj površini (slika 5).

Ipak, prava budućnost je dizajn programibilnih materijala na molekularnom ili atomskom nivou - nanosustava ili kako se popularno naziva - "nanobota", koji će omogućiti idući tehnološki skok u mnogim granama primijenjenih znanosti.



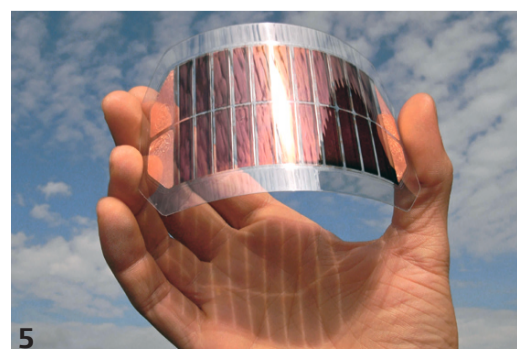
Primjena ugljičnih nanocjevčica za spojeve u mikroprocesorima



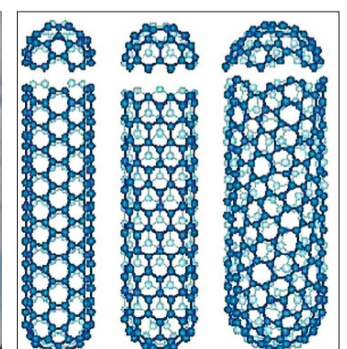
Procesori s visokokvalitetnim keramičkim kućištem



Vlak Maglev-Shanghai Express



Tankoslojna sunčana ćelija



Izgled triju različitih oblika ugljičnih nanocjevčica