

UTICAJ MEHANOHEMIJSKE AKTIVACIJE KOMPONENTI NA SINTEZU KORDIJERITNE KERAMIKE ZA PRIMENU U ELEKTRONICI

Nataša Đorđević(1), Milica Vlahović(2),
Slavica Mihajlović(1), Sanja Martinović(2)
(1) ITNMS, Beograd, (2) IHTM, Beograd



Kordijerit, $2\text{MgO}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 5\text{SiO}_2$, zbog svojih svojstava predstavlja izuzetno atraktivan keramički materijal koji se može primeniti u elektronici za različite namene. Kako je temperatura sinterovanja kordijerita veoma visoka (1375 °C), svako sniženje temperature na kojoj se formira kordijerit donosi ekonomski benefit. Zbog toga je u ovom radu primenjena metoda mehanohemijske aktivacije smeše polaznih komponenti za sintezu kordijerita sa ciljem sniženja njegove temperature sinterovanja. Ispitivani su efekti mehanohemijske aktivacije na kordijeritnu smešu. Povećanje specifične površine aktiviranih polaznih komponenti je praćeno BET metodom. TG metoda i gubitak mase primenjeni su za praćenje promena uslovljenih temperaturom u analiziranom trokomponentnom sistemu. Na osnovu dobijenih rezultata, povećanja specifične površine i gubitka mase sa povećanjem vremena aktivacije, očekuje se sniženje temperature sinterovanja kordijerita.

Ključne reči: kordijerit; sinterovanje; mehanohemijska aktivacija; BET; TG

Kordijerit ($2\text{MgO}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 5\text{SiO}_2$):

- Odličnu otpornost na temperaturne šokove,
- Nisku dielektričnu konstantu
- Nizak koeficijent širenja sa promenom temperature ($20\cdot 10^{-7}/^\circ\text{C}$).

Ova svojstva čine kordierit pogodnim za razne mikroelektronske komponente, kao i za proizvodnju poluprovodnika, za širok spektar visokotemperaturnih primena i za primenu u mašinstvu.

Smesa $2\text{MgO}+2\text{Al}_2\text{O}_3+5\text{SiO}_2$ je mehanohemijski aktivirana 5, 15, 30, 60, 120 and 240 minuta (uzorci su označeni oznakama A1-A6). Radi homogenizacije i mehanohemijske aktivacije, stehiometrijska smeša prahova izložena tretmanu u laboratorijskom cilindričnom keramičkom mlinu sa kuglama na sopstveni pogon proizvođača VEB, model 13x10,5".



Brzi razvoj elektrotehnike i elektronike u svetu zahteva stalno usavršavanje elektronskih komponenti. Kao bitna komponenta elektronskog sistema je i elektronska keramika koja svojim svojstvima mora da prati visoke zahteve kompleksnog elektronskog sistema.

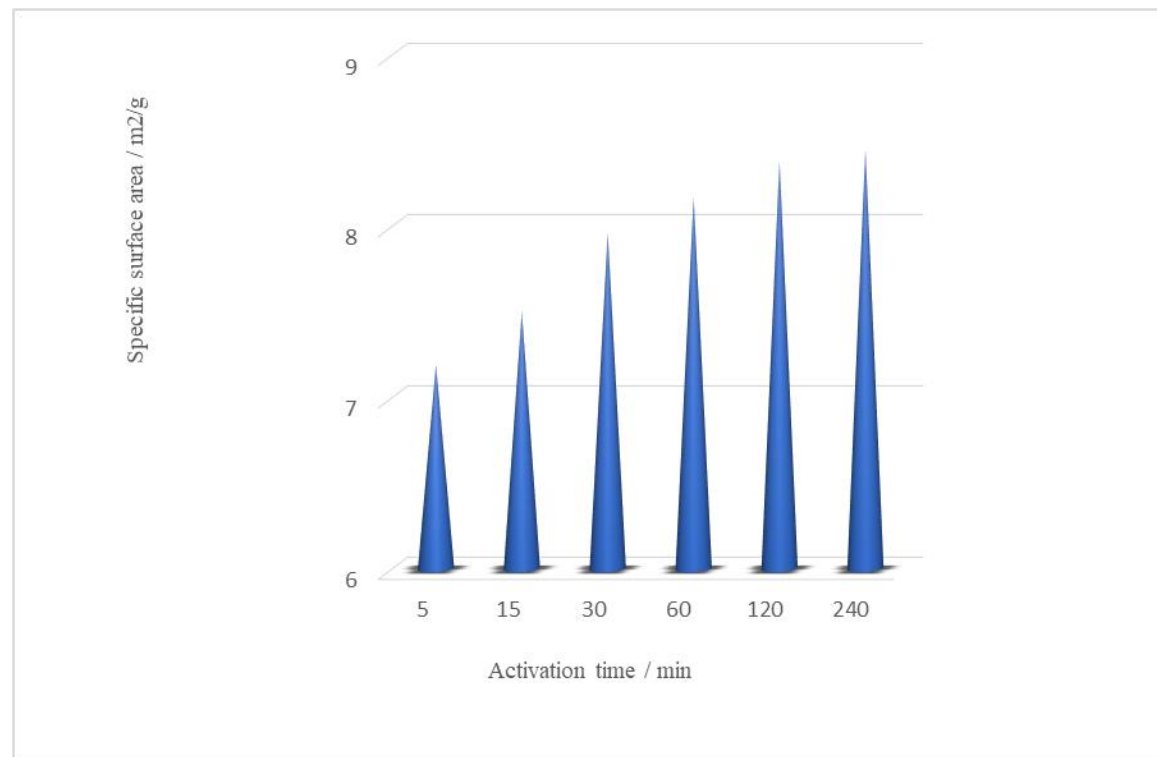
Dosadašnja ispitivanja elektronske keramike bila su usmerena uglavnom na razvoj tehnologije kojom bi se realizovali materijali koji imaju primenu u elektrotermiji. Ovde se uglavnom koriste visoko komponentni sistemi koji imaju specifična električna svojstva. Za uslove u oblasti povišenih temperatura, tamo gde dolazi i do naglih promena temperature koriste se proizvodi iz kordijeritnih masa. Kordijeritna keramika se zahvaljujući veoma malom koeficijentu termičkog širenja i visokom specifičnom otporu, posebno na visokim temperaturama, koristi u oblasti povišenih temperatura i na mestima izloženim naglim temperaturnim promenama.

Specifična funkcionalna električna svojstva kordijerita (nizak koeficijent toplotnog širenja ($2 \cdot 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$), niska dielektrična konstanta (~ 5) i dobra mehanička svojstva), uticala su na proširenje primene ovog materijala, pa se tako kordijerit može koristiti kao dielektrik, ali i za proizvodnju supstrata za primenu u elektronici, što ga izdvaja od ostalih materijala i svrstava u red veoma traženih elektronskih komponenti.



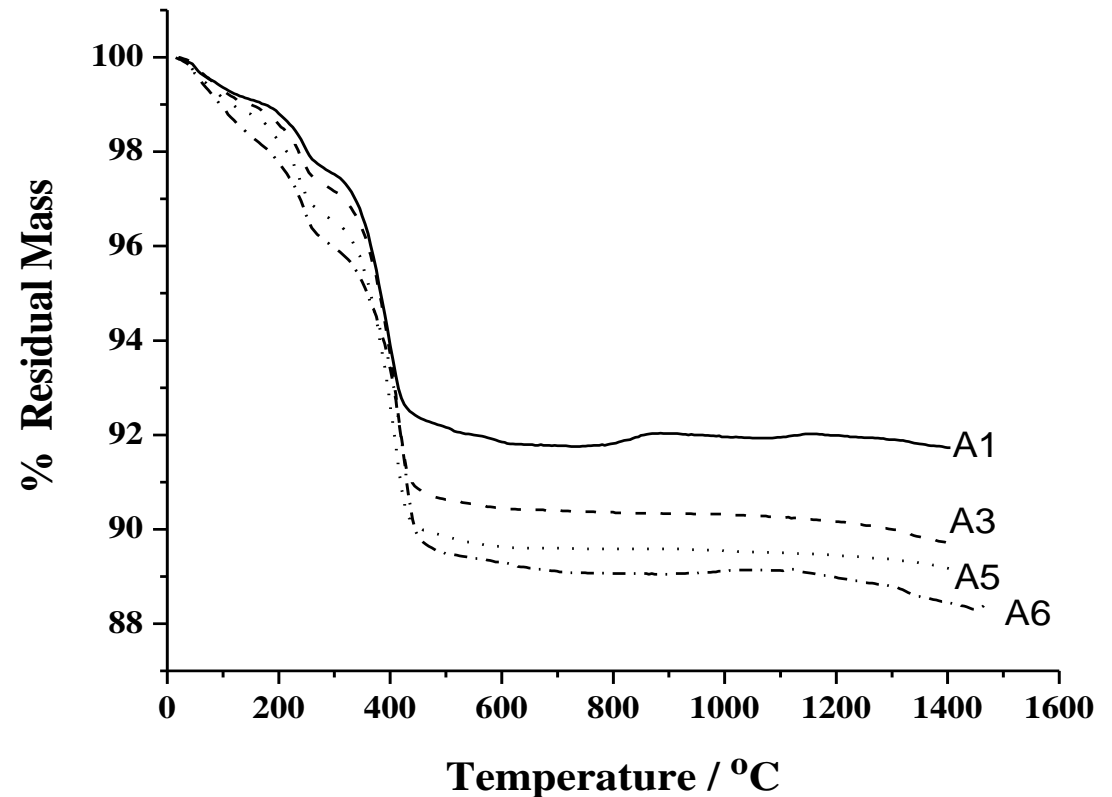
Polazni prahovi su aktivirani od 5 do 240 minuta u vibro mlinu. Nakon aktivacije je BET metodom određena specifična površina. Utvrđeno je značajno povećanje površine prahova posebno do 120.te minute aktivacije. Specifična površina je povećana sa vrednosti 7.19m²/g (neaktiviran prah) do 8.35m²/g materijala aktiviranog 240min.

Azotna adsorpciona izoterma determinisana je standardnom volumetrijskom aparaturom na – 196°C. Uzorci su degasifikovani na 110° i 10⁻³ tokom 3 sata. Specifična površina je računata prema Brunauer, Emmett, Teller metod (S_{BET}) iz azotne adsorpcione izoterme, koristeći vrednosti od $0,05 < p/p_0 < 0,3$.



Specific surface changes of the cordierite mixture as a function of the time of mechanochemical activation

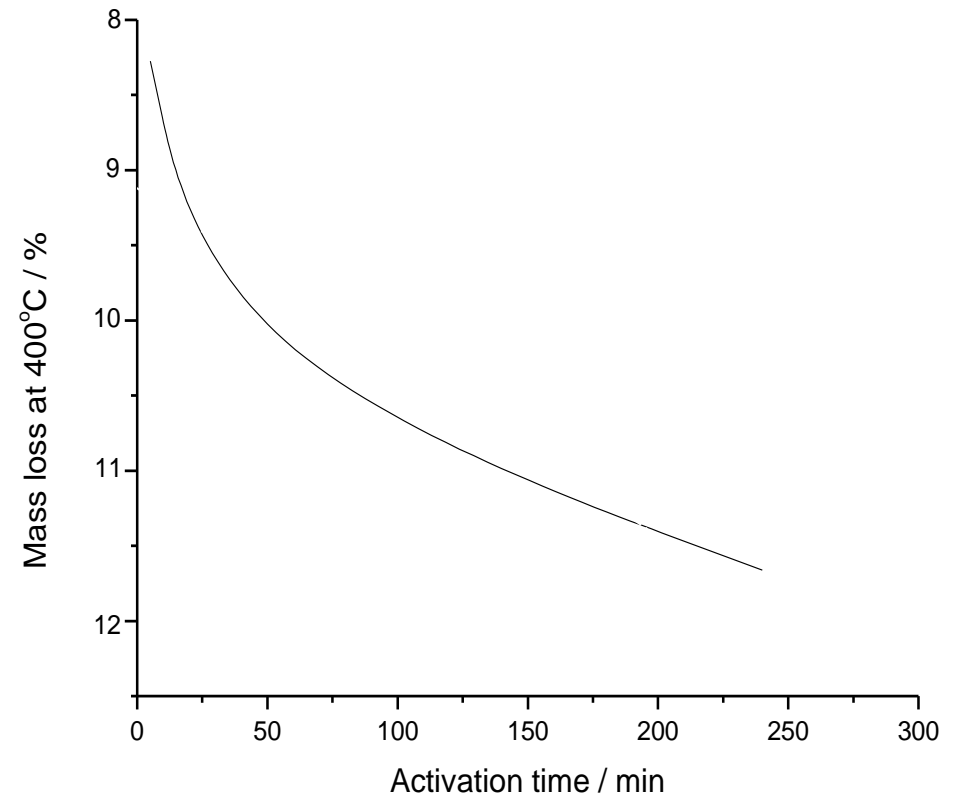
Prethodno pripremljene kordijeritne smeše sastava $2\text{MgO}+2\text{Al}_2\text{O}_3+5\text{SiO}_2$ mehanohemijski aktivirane 5 (uzorak A1), 60 (A3), 120 (A5) i 240 minuta (A6). Pošto su uzorci odležali na sobnim uslovima 24 meseca (vreme relaksacije), postoji mogućnost da je došlo do apsorpcije vlage i ugljendioksida iz atmosfere od strane magnezijum oksida i stvaranja magnezijum hidroksi karbonata. Ovi eksperimenti relaksiranja urađeni su sa ciljem da se dobiju podaci o maksimalnom vremenu relaksacije aktiviranog materijala na efekat sinterovanja kordijerita. Rezultati pokazuju očiglednu razliku u gubitku mase uzoraka u funkciji od vremena aktivacije, na temperaturi od 400oC.



Non-isothermal TG curves of the cordierite mixture mechanochemically activated for different periods of time

Ukupan gubitak mase ispitivanih uzoraka na temperaturi od 400 °C u zavisnosti od vremena aktivacije prikazan je na slici.

TG analize smeše kordierita aktivirane od 5 do 240 minuta pokazale su ukupan gubitak mase od 8 do 12% na 400 °C na način da se gubitak mase povećava tokom dužeg vremena aktiviranja.



Total mass loss at 400 °C as a function of activation time

U radu su predstavljeni su rezultati ispitivanja mehanohemijskih efekata aktivacije mešavine praha koja se u početku sastojala od MgO-Al₂O₃-SiO₂ u odnosu 2: 2: 5. Prema dobijenim rezultatima BET metode, sa povećanjem trajanja mehanohemijske aktivacije, vrednost specifične površine uzoraka porasla je sa 7,19 m² / g za uzorak aktiviran 5 minuta na 8,45 m² / g za uzorak aktiviran 240 minuta. Gubitak mase, utvrđen TG metodom, nakon perioda relaksacije od 24 meseca, može se podeliti u tri faze: na temperaturama do 100 °C, usled gubitka vlage; na temperaturama oko 240 °C, kao rezultat dehidracije; a na temperaturama oko 400 °C usled razgradnje nastalog hidrosimagnezita. Ukupan gubitak mase na temperaturi od 400 °C povećao se sa 8 na 12% sa povećanjem vremena aktivacije. Na osnovu dobijenih rezultata, primenom mehanohemijske aktivacije polazne smeše kordierita, očekivano je da dodje do sniženja temperature sinterovanja kordierita. Usled povećanja slobodne površine uzoraka i povećanja ukupne energije sistema, postoji mogućnost upijanja vlage i CO₂ i stvaranja magnezijum hidroksi karbonata, pa je preporuka da se proces sinterovanja ovavi u što je kraćem vremenskom periodu nakon aktiviranja kako bi se izbeglo upijanje vlage na MgO.

Hvala na pažnji.

