

Sintranje piezoelektričnih keramičnih materialov na osnovi alkalijskih niobatov

Jurij Koruza^{1,2}, Barbara Malič¹, Marija Kosec¹

¹ Odsek za elektronsko keramiko, Inštitut Jožef Stefan, Ljubljana, Slovenija

² Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana (Nanoznanosti in nanotehnologije, 2. leto)

jurij.koruza@ijs.si

Piezoelektriki so materiali s sposobnostjo pretvorbe mehanske energije v električno in obratno. Ta lastnost jim omogoča široko uporabo v različnih senzorjih, aktuatorjih, pretvornikih, visokofrekvenčnih zakasnitvenih linijah v računalniški tehniki, sistemih za vbrizg goriva, piezoelektričnih motorjih, piezoelektričnih tiskalnikih, mikromanipulatorjih, sistemih za medicinsko diagnostiko in drugih [1].

Veliko skupino piezoelektrikov predstavljajo spojine ali trdne raztopine na osnovi svinčevih perovskitov. Njihove dobre piezoelektrične lastnosti so pogojene z velikim masnim deležem svinca, okoli 60 %, ki kot težka kovina predstavlja resen ekološki problem. Zato predvsem v zadnjem času veliko pozornosti posvečamo iskanju in razvoju alternativnih materialov, med katerimi so zelo obetavni keramični materiali na osnovi niobatov alkalijskih elementov, kot na primer trdna raztopina $K_{0.5}Na_{0.5}NbO_3$ (KNN) ali $(K_{0.44}Na_{0.52}Li_{0.04})(Nb_{0.86}Ta_{0.10}Sb_{0.04})O_3$ [2]. Keramika na osnovi KNN ima dobre piezoelektrične lastnosti, zaradi biokompatibilnosti [3] pa je primerna tudi za uporabo v medicini. Kljub številnim raziskavam piezoelektriki brez svinca na osnovi alkalijskih niobatov še niso komercialno dostopni, saj glavne probleme predstavljajo reaktivnost alkalijskih reagentov, sinteza keramičnih prahov, sintranje do velikih gostot, doseganje kemijske homogenosti in pojav sekundarnih faz, ki so večinoma občutljive na zračno vlago [4].

Da bi bolje razumeli proces sintranja trdne raztopine KNN, smo se odločili raziskati eno od mejnih spojin tega sistema - natrijev niobat ($NaNbO_3$; NN). NN smo pripravili s sintezo v trdnem stanju iz izhodnih prahov Nb_2O_5 in mehanokemijsko aktiviranega Na_2CO_3 . Sintetizirani prah NN smo nadalje stisnili v tablete in sintrali na zraku pri temperaturah med 1250 °C in 1350 °C in različnih časih. Sintranim vzorcem smo izmerili gostoto, velikost in porazdelitve velikosti zrn ter natančno opazovali razvoj mikrostrukturnih elementov. Relativna gostota vzorcev po 5 minutah sintranja pri temperaturi 1350 °C je bila okoli 93 %, povprečna izmerjena velikost zrn pa okoli 2,7 μm . Ugotovili smo, da se s povečanjem časa sintranja gostota in povprečna velikost zrn povečujeta do točke nasičenja, ki je dosežena po približno 15 minutah sintranja pri temperaturi 1350 °C. Relativna gostota teh vzorcev je bila okoli 97 %, velikost posameznih zrn pa je celo preseгла 100 μm , kar je posledica izjemno hitre rasti zrn v relativno ozkem časovnem intervalu. Večina por je bila ujetih znotraj velikih zrn. Z nadaljnjim povečevanjem časa sintranja nismo dosegli bistvene spremembe mikrostrukture, relativna gostota vzorcev pa je bila celo nekoliko nižja (okoli 96 %).

Reference:

- [1] J. Rödel, W. Jo, K. T. P. Seifart, E.-M. Anton, T. Granzow and D. Damjanovic. Perspective on the Development of Lead-free Piezoceramics. *Journal of the American Ceramic Society*, 92(6): 1153-1177, 2009.
- [2] Y. Saito, H. Takao, T. Tani, T. Nonoyama, K. Takatori, T. Homma, T. Nagaya and M. Nakamura. Lead-free piezoceramics. *Nature*, 432: 84-87, 2004.
- [3] K. Nilsson, J. Lidman, K. Ljungström and C. Kjellman. Biocompatible material for implants. WO Patent 99/54266, 1999.
- [4] B. Malič, A. Benčan, T. Rojac and M. Kosec. Lead-free Piezoelectrics Based on Alkaline Niobates: Synthesis, Sintering and Microstructure. *Acta Chimica Slovenica*, 55: 719-726, 2008.