

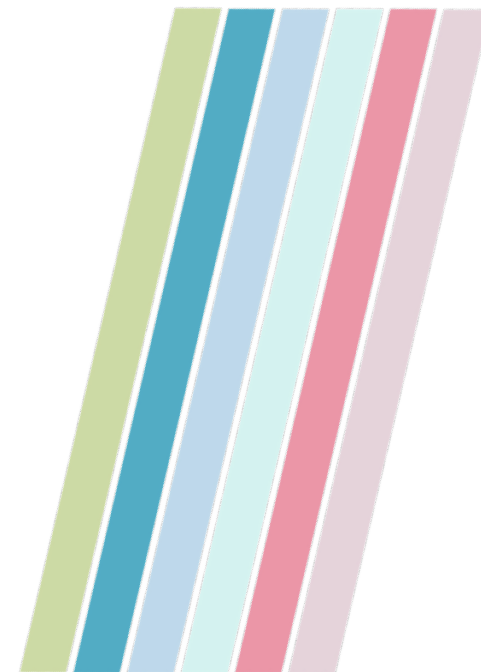


arrs

JAVNA AGENCIJA ZA RAZISKOVALNO DEJAVNOST
REPUBLIKE SLOVENIJE

Odlični v znanosti 2016

- TEHNIŠKE VEDE -



Razvoj kordieritne keramike s stabilnim nizkim koeficientom
linearnega termičnega raztezka

Prof. dr. Barbara Malič, vodja programske skupine P2-0105

Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru
9. 11. 2016



Raziskovalno skupino sestavljajo sodelavci Instituta »Jožef Stefan«, Odseka za elektronsko keramiko (program P2-0105) in podjetja ETI Elektroelement d.d, ki na področju **alumosilikatnih materialov** sodelujejo že več kot deset let.

Raziskave so delno potekale v okviru **Centra odličnosti NAMASTE** (2010-2014) in **Razvojnega centra eNeM Novi materiali** (2012-2015).

ETI



 Institut
"Jožef Stefan"
Ljubljana, Slovenija



ETI Elektroelement d.d. proizvaja keramične izdelke, ki jih uporabljamo v elektrotehniki kot **toplotne in električne izolatorje**.

Za večji **izbor izdelkov** in s tem **konkurenčnost** na mednarodnem tržišču, je podjetje začelo razvijati nov **neporozni kordieritni material C 410** za proizvodnjo keramičnih izdelkov, ki so izpostavljeni velikim temperaturnim spremembam v kratkih časovnih intervalih



*Izdelki iz kordieritnega materiala
(Vir:ETI Elektroelement)*

Kordieritna keramika vsebuje mineral kordierit z oksidno sestavo $2\text{MgO} \times 2\text{Al}_2\text{O}_3 \times 5\text{SiO}_2$.

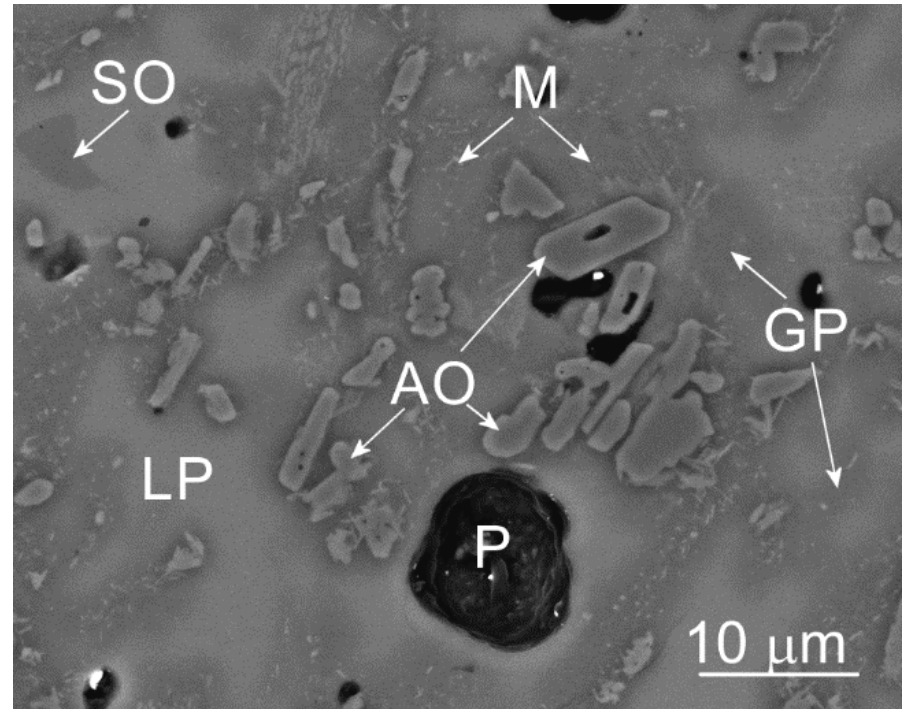
Kordierit ima **nizek in stabilen termični razteznostni koeficient** v temperaturnem območju od 20 do 800°C, zato je primeren za izdelke, ki so izpostavljeni hitrim temperaturnim spremembam.

Kordieritno keramiko pripravljamo iz **naravnih surovin** (talk, glineni minerali) in sintetične surovine aluminijevega oksida.

V okviru raziskovalnega dela smo proučevali vpliv količine in morfologije aluminijevega oksida na fazno sestavo, razvoj mikrostrukture, termične in mehanske lastnosti kordieritne keramike.



- ❑ Razložili smo, kako velikost delcev reagenta aluminijevega oksida (AO) vpliva na fazno sestavo in mikrostrukturo kordieritne keramike.
- ❑ S pomočjo modelnih eksperimentov smo razložili, kako posamezni elementi mikrostrukture vplivajo na **termični raztezek** in na **natezno trdnost** kordieritne keramike.
- ❑ Določili smo pogoje za pripravo keramike s stabilnim nizkim koeficientom linearnega termičnega raztezka in veliko natezno trdnostjo.



Mikrostruktura kordieritne keramike po žganju pri 1300°C. GP-kordierit, LP -steklasta faza, AO-aluminijev oksid, M-mullit, SO-silicijev oksid, P-pora.

D. Kuščer in sod., J. Europ. Ceram. Soc., 2016

- **Rezultate laboratorijskega raziskovalnega dela** smo sproti preverjali v industrijskih pogojih. Vzorčne materiale smo izdelali iz istih surovin in po enakih postopkih, kot jih uporabljajo v redni proizvodnji, tako da smo spremenjene postopke priprave keramike po novih recepturah precej enostavno **prenesli v industrijske pogoje.**



Mletje surovin v proizvodnem mlinu
kapacitete 5000 kg (ETI Elektroelement)

- ❑ V laboratorijskih in industrijskih pogojih smo po obstoječih tehnoloških postopkih izdelali kordieritno keramiko, ki je **dosegala predpisane vrednosti termičnega razteznostnega koeficienta in mehanske trdnosti**, kar je omogočilo razvoj novega izdelka.



Patentni prijavi:

Ines Bantan, Janez Holc, Danjela Kuščer, Slovenska patentna prijava P-201400247:
»Postopek izdelave kordieritne keramike s kontroliranimi in ponovljivimi mehanskimi in termičnimi lastnostmi«

*Ines Bantan, Janez Holc, Danjela Kuščer, Patentna prijava PCT/SI2014/000058
»Manufacturing process of cordierite ceramics with controlled and repeatable mechanical and thermal properties«.*

Raziskovalna skupina je prejela:

- ❑ **Srebrno priznanje za inovacijo** “Nov kordieritni material C 410 za elektrotehniko in postopek njegove izdelave”, Gospodarska zbornica Slovenije, Območna zbornica Zasavje, 2014.
- ❑ **Puhovo priznanje** za izume, razvojne dosežke in uporabo znanstvenih izsledkov pri razvoju kordieritne keramike s stabilnim nizkim koeficientom linearnega termičnega raztezka, 2015.



Ines Bantan, Helena Razpotnik
ETI Elektroelement, Izlake,
Danjela Kuščer Hrovatin in Silvo Drnovšek,
Institut “Jožef Stefan”, ob podelitvi Puhovega
priznanja.