

# TISKANJE FUNKCIONALNIH MATERIALOV Z BRIZGALNIM (INK-JET) TISKALNIKOM

Gregor Trefalt<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Odsek za elektronsko keramiko, Inštitut Jožef Stefan, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana

<sup>2</sup> Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefan (Nanoznanosti in nanotehnologije,

2. letnik)

gregor.trefalt@ijs.si

Brizgalno (ink-jet) tiskanje je metoda za nanašanje debelih plasti na različne podlage (keramiko, polimere, tekstil ...). Uporabna je tudi za izdelovanje 3D struktur z želeno obliko, pripravimo jih z nanašanjem materiala plast na plast [1]. Osnovni princip nanašanja je podoben tiskanju s klasičnim (pisarniškim) brizgalnim tiskalnikom, ki ga uporabljamo za tiskanje na papir. Material (navadno je to suspenzija) s piezoelektričnim elementom potisnemo skozi šobo definirane oblike, pri tem nastane kapljica. Z računalniškim krmiljenjem tiskalnikove glave v vseh treh dimenzijah nadzorujemo, na katero mesto material nanašamo. To nam omogoča hitro oblikovanje in izdelovanje debelih plasti ali 3D struktur.

Nanašamo lahko širok izbor materialov z različnimi funkcionalnimi lastnostmi, npr. prevodne materiale (srebrovi nanodelci), dielektrike ( $\text{BaTiO}_3$ ,  $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ ), piezoelektrike ( $\text{Pb}(\text{Zr,Ti})\text{O}_3$ ,  $(\text{K,Na})\text{NbO}_3$ ), upornike ( $\text{RuO}_2$ ), kvantne pike ( $\text{CdSe}$ ,  $\text{ZnTe}$ ). V večini primerov trdne delce suspendiramo v mediju, tiskamo pa lahko tudi sole ali raztopine. Pri tem je pomembna predvsem velikost delcev, ki ne sme presegati 1/50 premera šobe. To v večini primerov pomeni, da delci večji od 1  $\mu\text{m}$  ali celo 500 nm niso primerni za tiskanje, ker mašijo šobo. Za kvalitetne nanose je potrebno kontrolirati tudi viskoznost, površinsko napetost, kontaktni kot (med podlago in suspenzijo) in koncentracijo suspenzij. Tako je potrebno za vsak material razviti specifične suspenzije in optimizirati njihove lastnosti.

Lastnosti suspenzij so močno odvisne od interakcij med delci in njihove razporeditve v mediju. Dogajanje na nivoju delcev med posameznimi stopnjami tiskanja (tok delcev skozi šobo, tvorba in sušenje kapljice) je težko zasledovati eksperimentalno. Tem procesom se tako poskušamo približati z računalniškim modeliranjem. Uporabni sta predvsem metodi Brownova dinamika in metoda Monte Carlo.

Primeri uporabe brizgalnega tiskanja:

Senzoriji in aktuatorji na togih in fleksibilnih podlagah, tiskanje prevodnih prosojnih oksidov na fleksibilne podlage (fleksibilna elektronika), izdelovanje 3D piezoelektričnih struktur za ultrazvočne pretvornike [2], 3D strukture za fotokatalitično uporabo [2], izdelovanje keramičnih mikroelementov [1].

Literatura:

[1] J. A. Lewis, J. E. Smay., J. Stuecker, J. Cesarano, J. Am. Ceram. Soc. vol. 89, str. 3599, 2006.

[2] M. Lejeune, T. Chartier, C. Dossou-Yovo, R. Noguera, J. Eur. Ceram. Soc. vol. 29, str. 905, 2009.