

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

**GREGOR TREFALT, univ. dipl. kem.**

*Študijski program: Nanoznanosti in nanotehnologije,  
Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana  
Študijski mentor: prof. dr. Marija Kosec  
Raziskovalni mentor: dr. Janez Holc*



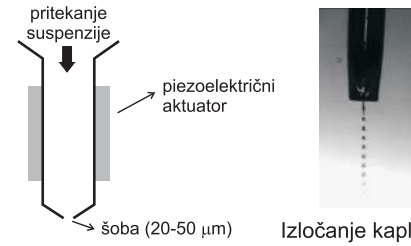
Inštitut Jožef Stefan, Jamova 39, 1000 Ljubljana

## TEHNOLOGIJA BRIZGALNEGA (INK-JET) TISKANJA

- osnovni princip podoben kot pri brizgalnem tiskanju barve na papir
- material (suspenzija, raztopina, sol) potiskamo skozi šobo definirane geometrije
- premikanje glave tiskalnika v vseh treh dimenzijah omogoča tiskanje 3D struktur



Ink-jet tiskalnik Dimatix  
([www.dimatix.com](http://www.dimatix.com))



Izločanje kapljic iz šobe.

## PRIPRAVA SUSPENZIJ

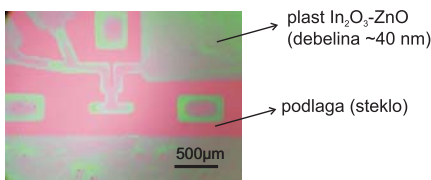
- lastnosti suspenzij so ključne za pripravo kvalitetnih nanosov
- stabilnost suspenzije (kontrola interakcij med delci)
- parametri, ki jih je potrebno optimizirati:
  - viskoznost
  - površinska napetost
  - koncentracija suspenzije
  - kontaktni kot (med suspenzijo in podlago)



Meritev kontaktnega kota.

## UPORABNOST

- senzori in aktuatorji na togih in fleksibilnih podlagah
- tiskanje prevodnih prosojnih oksidov na fleksibilne podlage (fleksibilna elektronika)
- izdelovanje 3D piezoelektričnih struktur za ultrazvočne pretvornike
- izdelovanje keramičnih mikroelementov



Natisnjen vzorec prevodenega prosojnega oksida ( $\text{In}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$ ).



Natisnjeni piezoelektrični mikrostolpci (Lejeune et al., *J. Eur. Ceram. Soc.*, 2009).

## PRIPRAVA FUNKCIONALNIH MATERIALOV

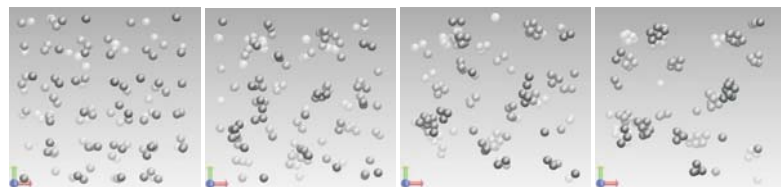
- nanašamo lahko širok izbor materialov z različnimi funkcionalnimi lastnostmi:

- prevodne materiale ( $\text{Ag}$ ,  $\text{Au}$ ,  $\text{Pt}$ )
- 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 ( $\text{CdSe}$ ,  $\text{ZnTe}$ )

- velikost delcev mora biti ~ 50-krat manjša od premera šobe (večina delcev mora biti manjša od  $1 \mu\text{m}$ )
- ponavadi moramo uporabiti posebne sintezne metode, npr. mehanokemijsko sintezo

## UPORABA MODELIRANJA

- ker je dogajanje na nivoju delcev med posameznimi stopnjami tiskanja težko zasledovati eksperimentalno, so nam tu v pomoč metode računalniškega modeliranja



0,3 s      2 s      5 s      10 s  
Simulacija hitrosti koagulacije  $\text{Al}_2\text{O}_3$  delcev v suspenziji s koncentracijo 1 vol. %. Uporabili smo metodo Brownova dinamika.

## PREDNOSTI

- + možnost tiskanja na ukrivljene površine
- + visoka ločljivost (širina ~  $20 \mu\text{m}$ , debelina ~  $1 \mu\text{m}$ )
- + tvorba 2D in 3D struktur z želeno kompleksno obliko
- + hitro oblikovanje struktur z računalnikom (protipi)
- + raznovrsten izbor materialov z različnimi lastnostmi
- + raznovrsten izbor podlag (od fleksibilnih polimerov do keramičnih podlag)

## SLABOSTI

- za vsak material je potreben razvoj suspenzij z natančno določenimi lastnostmi za tiskanje