

**Šifra predmeta:** 09-2-01

## **MANIPULACIJA IN DETEKCIJA MIKRO IN NANODELCEV**

**Število KT:** 5

**Nosilec predmeta:** doc. dr. Dejan Križaj

**Izvajalci:** doc. dr. Dejan Križaj

**Št. ur skupaj:** 125

**Predavanj:** 10

**Seminarskih vaj:** 15

**Lab. vaj:** 15

**Drugo:** 85

### **2. Pogoji za vključitev:**

Splošni pogoji za vpis na doktorski študij.

### **3. Izobraževalni cilji in predvideni študijski rezultati:**

#### **(Predmetnospecifične komponente)**

Izobraževalni cilji:

- Seznanitev z mikroelektronsko tehnologijo in tehnologijo mikroobdelave silicija, ki omogoča izdelavo mikro-elektro-mehanskih sistemov (MEMS). To vključuje spoznavanje materialov, tehnik ter postopkov, ki omogočajo izdelavo mikrostruktur.
- Razumevanje fizikalnih pojavov, ki jih obravnavamo, jih je potrebno upoštevati ali pa nam omogočajo uporabo MEMS struktur (električne sile: elektroforeza, dielektroforeza, elektroozmoza, termoelektrični pojavi, mikrofluidika, optični pojavi itd.).
- Poznavanje aplikacij, ki temeljijo na uporabi MEMS tehnologije, še posebno tiste, ki so zanimive v biotehnologiji in vključujejo detekcijo (analizo) s pomočjo elektroforeze, dielektroforeze, impedančne metode, amperometrične metode, optično zaznavanje itd.

Študijski rezultati:

- Poznavanje osnovnih konceptov mikrotehnologije s poudarkom na tehnologijah, ki omogočajo realizacijo mikro-elektro-mehanskih sistemov.
- Razumevanje osnovnih fizikalnih pojavov, ki so pomembni za delovanje mikro-elektro-mehanskih sistemov.
- Poznavanje določenih MEMS naprav, ki omogočajo mikro-totalno-analizo.
- Poznavanje postopkov manipulacije zaznavanja mikronskih in submikronskih delcev, ki jih uporabljamo v MEMS napravah.

### **4. Vsebina predmeta:**

Mikroelektronska tehnologija omogoča poleg izdelave elektronskih čipov tudi izdelavo mikro-elektro-mehanskih sistemov (MEMS). V predmetu se bomo seznanili z osnovnimi koncepti mikrotehnoloških postopkov in mikroobdelave, ki poleg standardnih postopkov difuzije, implantacije, oksidacije ter metalizacije, uporablja tudi postopke jedkanja in nanašanja dodatnih plasti. Rezultat so MEMS strukture, ki zajemajo integracijo mehanskih elementov, senzorjev, aktuatorjev in elektronike na enem samem elementu (običajno iz silicija). Eno najbolj propulzivnih področij uporabe teh struktur je področje biotehnologije in biomedicine, saj MEMS strukture omogočajo manipulacijo in detekcijo mikronskih in submikronskih delcev. Prednosti

teh struktur ni le v izredno majhnem vzorcu, ki ga obdelujemo, pač pa pogosto tudi v hitrosti in cenenosti postopkov. Seznanili se bomo s fizikalnimi procesi, ki jih je potrebno upoštevati oziroma, jih lahko koristno uporabimo pri analizi delovanja MEMS struktur ali pa pri načrtovanju novih struktur. Zaradi izredno razvejanih možnosti, ki jih nudi tehnologija, si bomo podrobneje pogledali tehnologije in aplikacije, ki temeljijo na mikro-totalnem analiznem sistemu ( $\mu$ TAS) oz. laboratorij-na-čipu, še posebno možnosti, ki jih omogoča pojav dielektroforeze za manipulacijo in detekcijo mikronskih in submikronskih delcev.

#### **5. Temeljni študijski viri (v primeru knjig in monografij so študijski vir le izbrana poglavja iz njih):**

- Izbrana poglavja iz knjig:
- S. Hardt, F. Schonfeld (eds.): *Microfluidic Technologies for Miniaturized Analysis, Systems*, Springer, 2007. ISBN: 978-0-387-28597-9
- R. Bashir, S. Wereley, (eds.): *BioMEMS and Biomedical Nanotechnology: Biomolecular Sensing, Processing and Analysis (Vol 4)*, Springer US, 2007. ISBN: 978-0-387-25566-8
- U.G. Urban: *BioMEMS: Fundamentals and Applications*, Springer, 2006. ISBN 0387287310
- R. Renneberg, F. Lisdat, D Andresen, T. Scheper: *Biosensing for the 21st Century*, Springer 2008. ISBN 3540752005.

#### **6. Metode poučevanja in učenja:**

Predavanja, ki se bodo, če bodo za to izpolnjene tehnične možnosti, izvajala v računalniških učilnicah. V okviru predmeta študenti izpeljejo manjši projekt, ki se, če je to možno, navezuje na njihovo siceršnje delo. Izdelovati ga začnejo sproti, v obliki obveznih domačih nalog. Dokončajo ga po izteku predavanj. Pri izpeljavi jim bo zagotovljeno individualno spremljanje in pomoč.

#### **7. Preverjanje znanja – obveznosti študenta:**

Dokončanje projekta; ocena je sestavljena iz ocen domačih nalog (50%) in ocene projekta in njegovega zagovora (50%).

#### **8. Reference izvajalcev predmeta:**

##### **Križaj Dejan**

1. KRIŽAJ, Dejan, JAN, Janja, VALENČIČ, Vojko. Modeling AC current conduction through a human tooth. *Bioelectromagnetics*, April 2004, vol. 25, no. 3, str. 185-195.
2. OBLAK, Jakob, KRIŽAJ, Dejan, AMON, Slavko, MAČEK LEBAR, Alenka, MIKLAVČIČ, Damijan. Feasibility study for cell electroporation detection and separation by means of dielectrophoresis. *Bioelectrochemistry*. [Print ed.], 2007, vol. 71, no. 2, str. 164-171
3. ŽAGAR, Tomaž, KRIŽAJ, Dejan. An instrumentation amplifier as a front-end for a four-electrode bioimpedance measurement. *Physiol. meas. (Print)*. [Print ed.], 2007, vol. 28, no. 8, str. N57-N65.