

3D tlač: 2-fotónová polymerizácia

RNDr. Tibor Teplický, PhD
ÚLFBIaTm LF UK

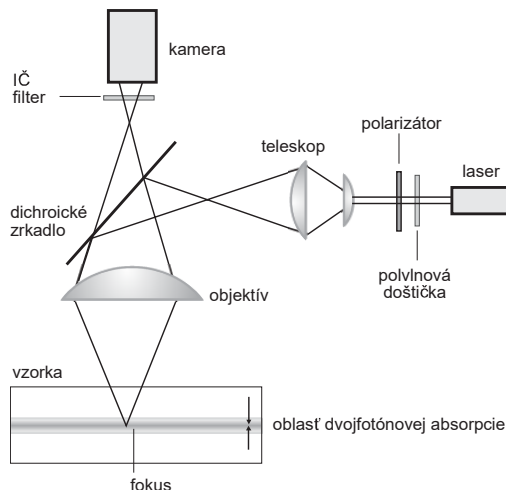
Úvod

Dvoj-fotónová polymerizácia patrí k technikám 3D tlače, ktorá sa využíva na tvorbu polymérnych štruktúr o veľkosti mikrometrov až niekoľko centimetrov. Na výrobu štruktúry sa využíva laserové svetlo fokusované do prepolymeru cez objektív mikroskopu do bodu kde sa spúšťa polymerizačný proces. Pohyb fokusovaného bodu laseru zanecháva za sebou stopu pevného polymerizovaného materiálu.

Aparatúra dvojfotónovej polymerizácie

Pre dvoj-fotónovú polymerizáciu sa používajú lasery s ultra krátkymi pulzami s dĺžkou pulzu niekoľko femtosekúnd. Vybudené zariadenie lasera ktorý používame v Medzinárodnom laserovom centre je emitované ultrakrátkymi pulzami s dĺžkou ~220 fs, frekvenciou 1 MHz a energiou v impulze na úrovni niekoľko nJ. Súčasťou celej obrábacej stanice sú riadiaci softvér, optomechanické komponenty, polarizátory a nano/mikro-posuvný XYZ stolček. Softvérové riadené polarizátory regulujú energie laserového lúča (viď „optická cesta“) a stolček má za úlohu mikro posuny vzoriek. Sledovanie sfokusovaného lúča vo vzorke je zabezpečené kamerou ktorá sníma lúče lampy odrazené alebo prechádzajúce vzorkou cez dichroické zrkadlo viď Obr. 1.

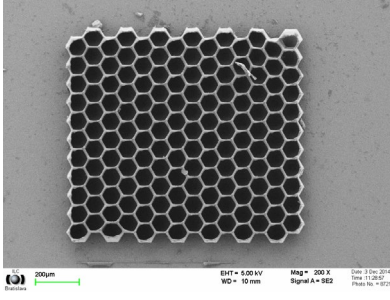
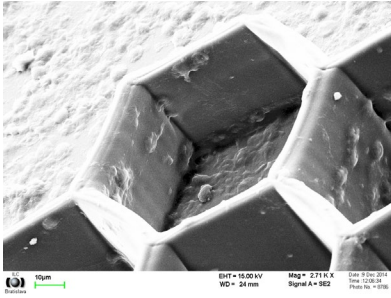
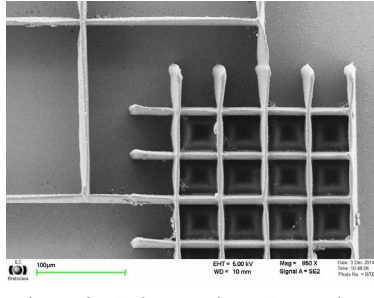
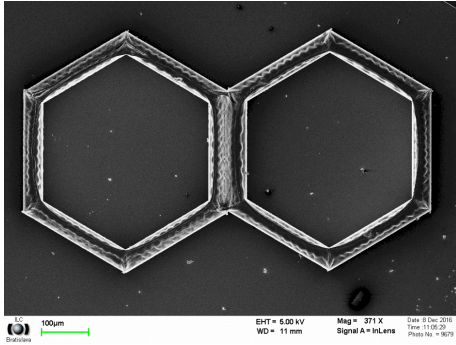
Fotopolymér a jeho vlastnosti. Vlastnosti vybraného fotopolyméru musia spĺňať viaceré požiadavky s ohľadom na ich aplikáciu. V našom výskume sa zameriavame na kontrolovaný rast buniek a pre tieto aplikácie, by mal polymér vykazovať nasledovné vlastnosti: byť biokompatibilný vzhľadom na bunky, mať čo najnižšiu absorpciu vo VIS-IR oblasti, minimálnu úroveň fluorescenčného signálu, index lomu blízky sklu.



Obr.1 Schéma optickej dráhy lúča v pracovnej stanici určenej pre nelineárne optické deje krátkymi laserovými impulzami.

4.2. Navrhnutie a vyrobenie polymérnych mikroštruktúr

Výroba mikroštruktúr. Po príprave substrátu a aplikácii kvapalného polyméru naň je ďalším krokom samotná výroba štruktúr. Pre výrobu štruktúr je potrebné rozhodnúť, či má byť finálna štruktúra prichytená pevne na substráte alebo je požadovaná voľnosť jej pohybu v priestore. Väčšinou je vyžadované mať štruktúru pevne prichytenú na povrchu. Ideálne je spúšťať polymerizačnú reakciu v čo najmenšej vzdialenosti od substrátu, tak aby sa vytvrdený polymér prilepil na substrát. Toto sa dá dosiahnuť spustením fabrikácie pod úrovňou substrátu, napríklad umiestnením fokusu laserového lúča prvej vrstvy štruktúry do substrátu tak, aby výroba štruktúry začala asi 1 μm v substráte (kde polymerizačná reakcia ešte neprebíha). Následná vrstva štruktúry je vyrobená už na rozhraní substrát – kvapalnú prepolymer. Vyrobené prototypy štruktúr rôznych tvarov a veľkostí (obr.2). Veľkosti štruktúr boli v rozmedzí od desiatok mikrometrov až po 1 milimeter v každej osi.



Obr.2 Príklady štruktúr vyrobených dvojfotónovou polymerizáciou z Ormocompu jednoduchých 2,5D modelov v SEM zobrazení

V budúcom výskume budeme pokračovať vo výrobe mikroštruktúr aj z iných polymérnych materiálov, pre účely tkanivového inžinierstva a iných biotechnologických aplikácií.