

# Refrakčné šošovky

## a technológie na ich výrobu

**R**efrakčné šošovky sa používajú najmä v röntgenovej (rtg) mikroskopii na synchrotrónoch. Na synchrotrónoch sa využíva vysokointenzívne rtg žiarenie s vysokou koherenciou. Na efektívne zvýšenie priestorovej rozlišovacej schopnosti rtg zobrazovacieho systému na synchrotróne je potrebné zmenšiť ohnisko rtg žiarenia. Na tento účel možno použiť systém refrakčných šošoviek (Compound Refractive Lenses – CRL).

Na výrobu rtg refrakčných šošoviek a zložených refrakčných šošoviek sa používajú rôzne technológie, ako je napríklad litografia, embosovanie, vrtanie a iné.

### Nevýhody súčasných riešení

Litografické metódy umožňujú vyrábať šošovky veľmi malých rozmerov, avšak iba s využitím 2D aktívnych plôch (parabolických, eliptických), ktoré fokusujú rtg lúč do čiary. Všetky leptacie metódy umožňujú vyrábať šošovky s 2D plochami, ktoré fokusujú rtg lúč do čiary. Následná fokusácia do bodu si vyžaduje použitie ďalšieho radu šošoviek, ktoré sú pootočené o 90 stupňov.

Technológia vrtania nie je vhodná, pretože vyrába len 2D valcové plochy, ktoré spôsobujú optickú aberáciu (skreslenie rtg obrazu). Embosovanie (spôsob výroby pomocou tlakového formovania alebo lisovania) umožňuje vyrábať 3D plochy v šošovkách. Tie sa však musia následne veľmi presne nastavovať v rade za sebou do optickej osi, pretože pri výrobe sa šošovky síce lisujú vedľa seba vo väčších množstvách, ale nie v smere jednej spoločnej optickej osi.

Jedna z metód, ktorá umožňuje vyrábať 3D parabolické refrakčné šošovky (rotačne parabolické), je litografia pomocou iónového zväzku. Táto metóda vyžaduje mať k dispozícii FIB - SEM zariadenie, pričom sa vyrába vždy len jedna šošovka v jednom kroku. Šošovky je potrebné následne veľmi presne nastaviť za sebou v požadovanom množstve do optickej osi, aby sa dosiahla požadovaná fokusáčna vzdialenosť. Takáto výroba je časovo náročná.

### Nové riešenie

Tímu pôvodcov z Elektrotechnického ústavu SAV (Ing. Zdenko Zápražný, PhD.) a spoločnosti Integra TDS s.r.o. (Bc. Miroslav Maco) sa podarilo vyššie uvedené nedostatky odstrániť pomocou inovatívnej metódy nanoobrábania s monokryštalickým diamantovým nástrojom a zloženou refrakčnou šošovkou vyrobenou týmto spôsobom. Refrakčná šo-

šovka je rozdelená mimo optickej osi, pričom celá pracovná oblasť zostáva neporušená deliacou rovinou, ktorá by mohla mať nežiaduce rozptylové účinky. Medzi jednotlivými šošovkami sú umiestnené drážky, ktoré slúžia pre lepší prístup obrábacieho nástroja. Touto metódou sa dá dosiahnuť vysoká presnosť tvaru, či už ide o parabolickú, elipsoidnú, kartézsky ovál alebo asferickú refrakčnú šošovku. Výhoda tejto technológie je, že v jednom technologickom kroku sa dá vyrobiť celý potrebný rad rtg šošoviek, napr. 20 kusov za sebou uložených v jednej spoločnej optickej osi, čím sa vytvorí zložená refrakčná šošovka. Tým odpadá náročné nastavovanie jednotlivých šošoviek za sebou do spoločnej optickej osi.

### Výhody inovatívneho riešenia

Predstavené inovatívne riešenie sa vyznačuje predovšetkým nasledujúcimi konkurenčnými výhodami:

- možnosť výroby celého radu šošoviek v jednom technologickom postupe,
- možnosť výroby nielen valcových, ale aj 3D plôch,

- relatívne krátka doba výroby,
- dosiahnutie vysokej presnosti tvaru, nízkej drsnosti povrchu a minimálneho podporchového porušenia aktívnej plochy refrakčných šošoviek.

### Hľadá sa partner

Predstavené riešenie je možné využiť v oblasti výroby rtg refrakčných šošoviek a zložených refrakčných šošoviek určených pre fokusáciu alebo kolimáciu rtg žiarenia. Fokusované rtg žiarenie sa môže používať napríklad na štruktúrnu analýzu rôznych materiálov, alebo na zobrazovanie so sub-mikrónovým rozlíšením (mikro-tomografia, ptychografia, vysokorozlišovacia kryštalografia, koherentné difrakčné zobrazovanie s vysokým rozlíšením a iné).

Zložená refrakčná šošovka a spôsob jej výroby sú predmetom národnej (SK) patentovej prihlášky PP 50014-2021.

Pôvodcovia hľadajú priemyselných partnerov pre ďalší vývoj a licencovanie daného riešenia.

KTT SAV a tím pôvodcov  
www.ktt.sav.sk ●

