

RELJEFNO FAZNI HOLOGRAMI ZAPISANI NA DIHROMIRANOM PULULANU

Svetlana Savić Sević, Dejan Pantelić, Institut za fiziku, Beograd
Dana Vasiljević Radović, IHTM, Beograd

Sadržaj – Ispitivane su osobine reljefno faznih holograma zabeleženih na pululanu senzibiliziranom amonijum dihromatom (DCP). Pokazano je da dihromirani pululan može da registruje proizvoljne površinske profile, sa dobrom dubinom reljefa. Zahvaljujući ovoj osobini DCP predstavlja odličan materijal za kopiranje holograma embosing tehnikom.

1. UVOD

Reljefno fazni hologrami imaju primenu u difrakcionoj optici, optičkoj komunikaciji, holografskom čuvanju informacija, optičkoj obradi informacija. Jedna od najvažnijih primena je u masovnoj proizvodnji holograma koristeći embosing tehniku, koja se zasniva na kopiranju površinskog reljefa. Najšesće se proces kopiranja sastoji iz dva koraka: od originala se prvo, elektrolitički, pravi metalni master, uglavnom od nikla, a zatim se ovaj master utiskuje u termoplastične folije [1]. Ovaj metod kopiranja je pogodan za masovnu proizvodnju holograma zbog jednostavnosti i relativno niske cene. Za dobijanje reljefnih holograma koriste se različiti materijali kao što su fotoresisti [2-3], termoplastični materijali [4], srebro halogenidne emulzije[5-7]. Ranije je pokazano da pululan senzibiliziran amonijum dihromatom (DCP), poseduje dobre holografske osobine [8-10]. Takođe, utvrđeno je postojanje jake površinske reljefne modulacije [8]. U ovom radu biće opisane osobine reljefnog holograma zapisanog na pululanu senzibiliziranom amonijum dihromatom (DCP).

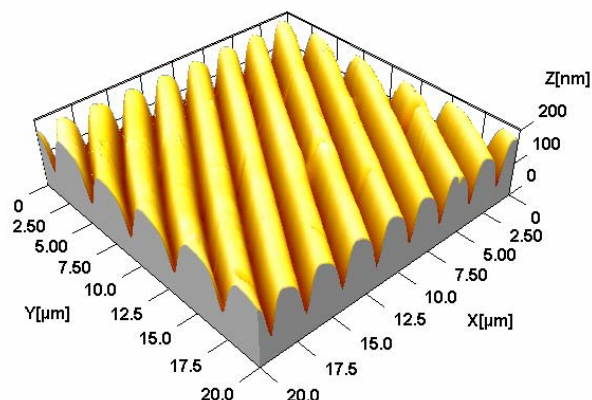
2. RELJEFNE HOLOGRAFSKE REŠETKE NA DIHROMIRANOM PULULANU

Za formiranje fotoosetljivog sloja spravljan je 8% vodeni rastvor pululana (koji je prirodni linearni polisaharid) senzibiliziran amonijum dihromatom, koncentracije 50% u odnosu na masu pululana. Tako spravljen rastvor nanošen je na dobro očišćenu mikroskopsku pločicu i sušen je u mraku. Debljina osušenog DCP sloja je oko 10 μm .

Reljefne holografske rešetke su formirane interferencijom dva koherentna snopa jednakih intenziteta. DCP je eksponiran jednomodnim 400 mW diodno pobuđenim Nd-YAG laserom, talasne dužine 532 nm. He-Ne laserom, talasne dužine 633 nm, praćena je difrakciona efikasnost u realnom vremenu. Ekspozicija je vršena do postizanja maksimuma difrakcione efikasnosti. Eksponiran sloj je razvijan 2 minuta u smeši izopropil alkohola i vode, a zatim je potapan u čisti izopropil 30 s.

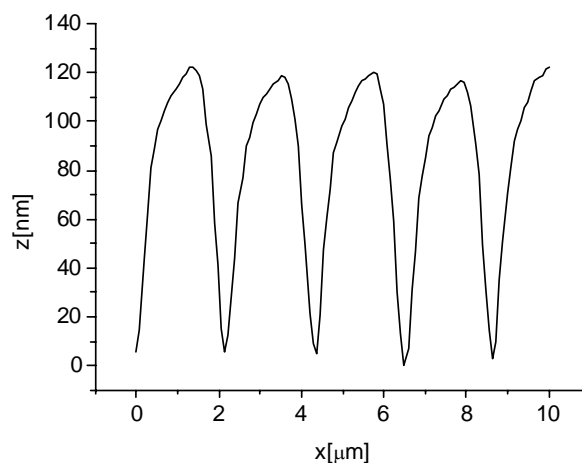
Snimljene su holografske rešetke sa prostornom učestanošću od 315, 380, 470, 760 i 870 lin/mm. Profili reljefa analizirani su atomskim mikroskopom (AFM).

Pokazano je da na dihromiranom pululanu mogu biti zabeleženi proizvoljni površinski profili. Na slici 1 je prikazan površinski reljef rešetke (skenirana površina je 20x20 μm) sa merenim srednjim periodom od 2.14 μm (470 lin/mm) i merenom srednjom dubinom reljefa od 117 nm.



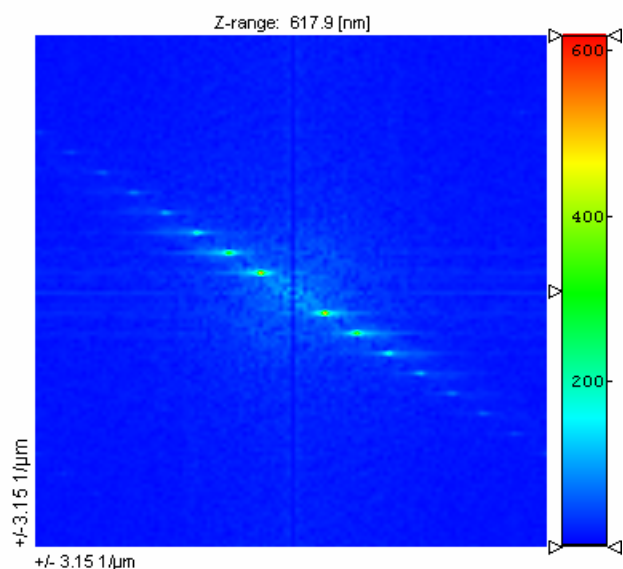
Sl.1. AFM slika DCP holografske rešetke sa periodom od 2.14 μm i dubinom reljefa od 117 nm

Na slici 2 prikazan je linijski profil površinskog reljefa DCP holografske rešetke sa slike 1.



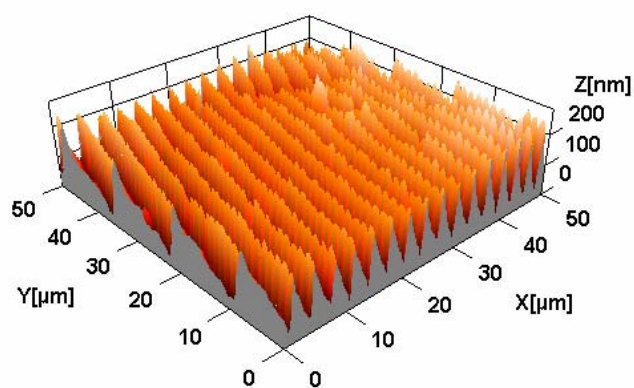
Sl.2. Linijski profil površinskog reljefa DCP holografske rešetke sa periodom od 2.14 μm i dubinom reljefa od 117 nm

Brzi Furijeov transform (FFT) od AFM slike 1 prikazan je na slici 3. Sa slike se vidi da su zabeleženi i viši harmonici, a ne samo osnovni, tj. da sloj DCP ima sposobnost registrovanja ne samo 470 lin/mm nego i više od 2500 lin/mm.



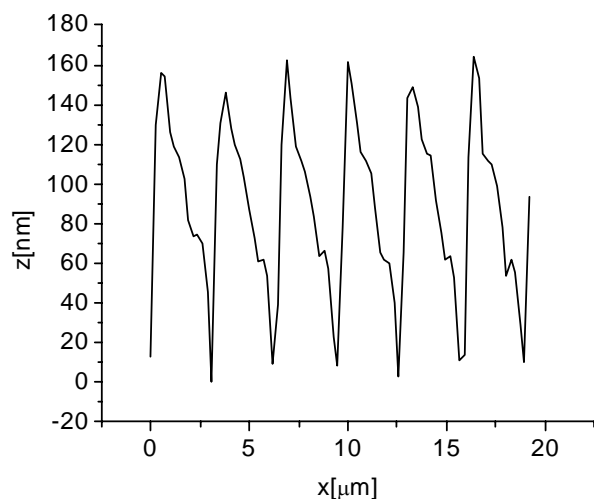
Sl.3. FFT od AFM slike od DCP holografske rešetke sa periodom od 2.14 μm i dubinom reljefa od 117 nm

Na slici 4 prikazan je testerasti profil površinskog reljefa (skenirana površina je 50x50 μm) zabeleženog na dihromiranom pululanu. Mereni srednji period rešetke je 3.17 μm (315 lin/mm), a merena srednja dubina reljefa je 155 nm.



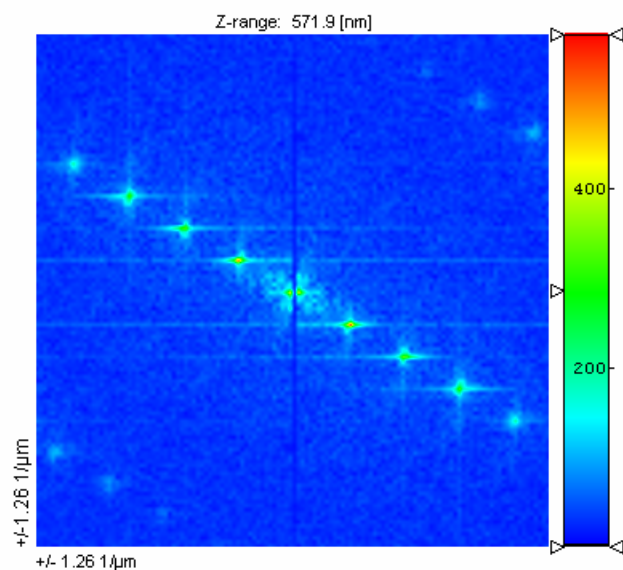
Sl.4. AFM slika DCP holografske rešetke sa periodom od 3.17 μm i dubinom reljefa od 155 nm

Na slici 5 prikazan je linijski profil površinskog reljefa DCP holografske rešetke sa slike 4.



Sl.5. Linijski prof DCP holografske rešetke sa periodom od 3.17 μm i dubinom reljefa od 155 nm

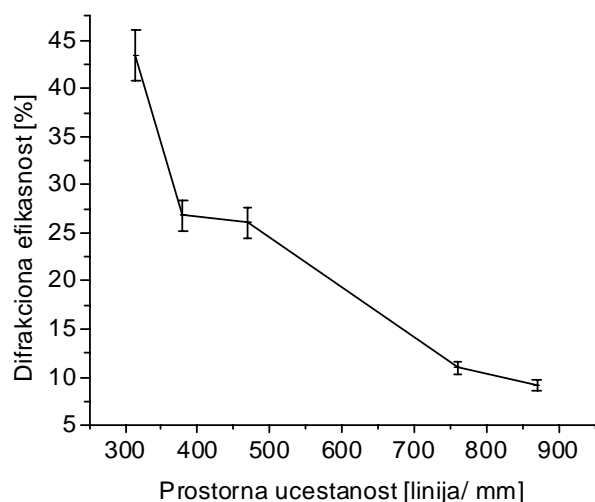
Brzi Furijeov transform (FFT) od AFM slike 4 prikazan je na slici 6. Sa slike se vidi da su i ovde, takođe, registrovani viši harmonici.



Sl.6. FFT od AFM slike od DCP holografske rešetke sa periodom od 3.17 μm i dubinom reljefa od 155 nm

3. DIFRAKCIONA EFIKASNOST HOLOGRAFSKIH REŠETKI

Difrakciona efikasnost holografskih rešetki merena je u refleksiji. Na slici 7 dat je grafik zavisnosti difrakcione efikasnosti od prostorne učestanosti za DCP rešetke.



Sl.7. Difrakciona efikasnost DCP holografskih rešetki u zavisnosti od prostorne učestanosti

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu pokazano je da dihromirani pululan ima sposobnost registrovanja reljefnih holograma, proizvoljnih profila. Maksimalna postignuta dubina reljefa je 155 nm.

LITERATURA

- [1] Rudolf L. van Renesse, *Optical Document Security* (Artech House, Boston-London) 1998.
- [2] R. Bartolini, W. Hannan, D. Karlsons, and M. Lurie, "Embossed Hologram Motion Pictures for Television Playback," *Appl. Opt.* **9**, pp. 2283-2290, 1970.
- [3] F. Iwata and Jumpei Tsujiuchi, "Characteristics of a Photoresist Hologram and Its Replica," *Appl. Opt.* **13**, pp. 1327-1336, 1974.
- [4] L. H. Lin and H. L. Beauchamp, "Write-read-erase in situ optical memory using thermoplastic holograms," *Appl. Opt.* **9**, pp. 2088-20, 1970.
- [5] A. D. Galperin, I. V. Kalinina, L. V. Selyavko, V. P. Smaev, "Obtaining relief-phase holograms on PE-2 photographic plates and their copying," *Opt. Spectrosc. (USSR)* **60**, pp. 644-645, 1986.
- [6] S. N. Koreshev and S. V. Gil, "Profile of low frequency relief hologram structures obtained on thin layers of PE-2 photoemulsion," *Opt. Spectrosc. (USSR)* **68**, pp. 247-249, 1990.
- [7] H. J. Bjelkhagen, *Silver Halide Recording Materials for Holography and Their Processing*, Springer Series in Optical Sciences **66** (Springer-Verlag, Berlin), 1993.
- [8] Dejan Pantelić, Svetlana Savić, Dragica Jakovljević, "Dichromated pullulan as a novel photosensitive holographic material," *Opt. Lett.* **15**, pp. 807-809, 1998.
- [9] Svetlana Savić, Dejan Pantelić and Dragica Jakovljević, "Real-time and postprocessing holographic effects in dichromated pullulan," *Appl. Opt.* **41**, pp. 4484-4488, 2002.
- [10] Svetlana Savić, Dejan Pantelić, Dragica Jakovljević, "Dichromated Pullulan: Real-time Effects and Holographic Properties," *presented at the International Conference "Optical Holography and its Applications,"* Ukraine, 26-29 Sept. 2000.

Abstract – Properties of relief phase holograms recorded in pullulan sensitized with ammonium dichromate have been investigated. It was show that arbitrary surface relief can be recorded in dichromated pullulan (DCP), with relief depth up to 155 nm. Due to its properties, DCP is an excellent material for copying holograms by embossing.

RELIEF PHASE HOLOGRAMS RECORDED IN DICHROMATED PULLULAN

Svetlana Savić Šević, Dejan Pantelić, Dana Vasiljević Radović